



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΙ ΑΛΛΩΝ
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ ΑΠΟ ΔΑΣΙΚΕΣ
ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ**

Καραογλάνογλου Λάζαρος

Διπλ. Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ

Επιβλέπων: Εμμανουήλ Κούκιος, Καθηγητής ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ 2017

Συμβουλευτική επιτροπή

Εμμανουήλ Κούκιος, Καθηγητής ΕΜΠ (επιβλέπων)

Δημήτριος Οικονομίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Απόστολος Βλυσίδης, Καθηγητής ΕΜΠ

Εξεταστική Επιτροπή

Εμμανουήλ Κούκιος, Καθηγητής ΕΜΠ (επιβλέπων)

Δημήτριος Οικονομίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Απόστολος Βλυσίδης, Καθηγητής ΕΜΠ

Γεράσιμος Λυμπεράτος, Καθηγητής ΕΜΠ

Γεώργιος Μαυρωτάς, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αγγελική Μουτσάτσου, Καθηγήτρια ΕΜΠ

Δημήτριος Χατζηαβραμίδης, Καθηγητής ΕΜΠ

« Η έγκριση της Διδακτορικής Διατριβής από την Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών τυ συγγραφέα» (N5343/1932, αρ.202)

Στον Αλέξανδρο,
στην Χριστίνα και στο Δημήτρη*,

«...imitant en ceci les voyageurs, qui se trouvant égaré en quelque forêt, ne doivent pas errer en tournoyant tantôt d'un côté tantôt d'un autre, ni encore moins s'arrêter en une place, mais marcher toujours le plus droit qu'ils peuvent vers un même côté, et ne le changer point pour de faibles raisons, encore que ce n'ait peut-être été au commencement que le hasard seul qui les ait déterminés à le choisir; car, par ce moyen, s'ils ne vont justement où ils désirent, ils arriveront au moins à la fin quelque part où vraisemblablement ils seront mieux que dans le milieu d'une forêt. ... »

René Descartes (1596-1650)

Le Discours de la méthode (1637)

* Στον εφτάχρονο ανηψιό, και στα δυο βαφτιστήρια μου, που στα πρόσωπα τους η αφιέρωση γίνεται και στο ...μέλλον, που θα το κάνουμε καλύτερο από το παρόν, με καθημερινούς αγώνες και μικρές επαναστάσεις!

Ευχαριστίες

Η διατριβή αυτή δεν θα είχε ξεκινήσει, αλλά πολύ περισσότερο δεν θα είχε ολοκληρωθεί αν δεν υπήρχε η συνεισφορά των ανθρώπων με τους οποίους συνεργάστηκα, αλλά και αυτών από τους οποίους στηρίχτηκα όλα αυτά τα χρόνια. Όπως κάθε αντίστοιχη προσπάθεια, ο παρών τόμος πρακτικά αποτελεί και τη συλλογική δουλειά μίας ομάδας ανθρώπων, με συνειδητή ή ασυνείδητη, εμφανή ή αφανή, συνεισφορά.

Έτσι λοιπόν, θα ήθελα να ευχαριστήσω:

Τον καθηγητή της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ, Μανόλη Κούκιο

Οι λόγοι θα μπορούσαν να ξεκινούν από το ότι με εμπιστεύθηκε ως συνεργάτη, ίσως στη στιγμή που έμελλε να είναι η πιο κρίσιμη καμπή της επαγγελματικής μου σταδιοδρομίας και να συνεχίζονται για τις καίριες κι αποτελεσματικές του παρεμβάσεις, καθόλη την πορεία ολοκλήρωσης της διατριβής. Ωστόσο, επειδή το κυριότερο προϊόν της κάθε διατριβής είναι ο άνθρωπος που την έχει εκπονήσει, το μεγαλύτερο «ευχαριστώ» αφορά στην καταλυτική του συνεισφορά στον τρόπο που με έκανε να βλέπω το επάγγελμα του Χημικού Μηχανικού μέσα από την προσωπική του οπτική, αλλά και τις εμπειρίες των συνεργασιών κατά τις ποικίλες δραστηριότητες της ομάδας του ΒΙΟΤΟΠΟΥ.

Τους κκ Απόστολο Βλυσίδα, Καθηγητή της Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ και Δημήτρη Οικονομίδα, Συντ. Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ

Για τη βοήθεια τους, ως μέλη της τριμελούς μου επιτροπής, οποτεδήποτε την χρειάστηκα καθόλη την μακρά πορεία εκπόνησης της διατριβής, αλλά και την παρότρυνσή τους για την ολοκλήρωσή της.

Τη συνάδελφο Δρ. Λαμπρινή Διαμαντοπούλου

Για τη συνεργασία μαζί της κατά την, ίσως, πιο παραγωγική περίοδο της εκπόνησης της διατριβής μου, αλλά πολύ περισσότερο για την ευλικρινή φιλία και στήριξη της, όλα αυτά τα χρόνια.

Το συνάδελφο Δρ. Δημήτριο Κουλλά

Για τις πάντα παραγωγικές και ενδιαφέρουσες συζητήσεις, που φώτιζαν κάθε πλευρά του υπό εξέταση ζητήματος και μου έδιναν κι οπτικές του θέματος που δεν θα τις σκεφτόμουν υπό άλλες συνθήκες.

Τους συναδέλφους Δρ. Γιάννη Παναγιωτόπουλο και Δρ. Σοφία Παπαδάκη

Για την συνεργασία και φιλία μας, εντός κι εκτός του Εργαστηρίου.

Τους Robert Bakker, Massimo Monteleone, και Mariorosaria Lombardi

Για τη συνεργασία τους σε ερευνητικά κι εκπαιδευτικά έργα, και στις κοινές δημοσιεύσεις κι ανακοινώσεις.

Τον καθηγητή της Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ Δημήτρη Χατζηαβραμίδη, την Ομότιμη Καθηγήτρια ΕΚΠΑ Αθηνά Οικονόμου-Αμίλλη και τον Δρ. Ιωάννη Τζοβενή

Για το ειλικρινές ενδιαφέρον και την παρότρυνση τους για την ολοκλήρωση της συγγραφής.

Τους δασκάλους μου στην Κωνσταντινούπολη, και ιδιαιτέρως τους κκ Αλέκο Αλεξανδρίδη, Γιάννη Ντεμιρτζιογλου, και τον αείμνηστο Ευστάθιο Αρσενιάδη

Γιατί χωρίς τις στέρεες βάσεις εκείνων των χρόνων, αλλά και το παράδειγμά τους, όλα θα ήταν πολύ πιο δύσκολα.

Τέλος, σε πιο προσωπικό επίπεδο:

Τους γονείς και την αδελφή μου

Γιατί αποτέλεσαν ίσως τους πιο αθόρυβους κι ουσιαστικούς «συνεργάτες» αυτής της ομαδικής προσπάθειας, που ξεκίνησε πριν από 35 περίπου χρόνια, στην ...πρώτη δημοτικού, για να καταλήξει, σήμερα, στο πιο σημαντικό, ενδιάμεσο σταθμό της.

Αλλά κι όλους τους παλιούς και νεότερους φίλους, που η παρουσία τους στη ζωή μου, έκανε πολύ πιο εύκολη κι ευχάριστη την μακρόπνοη αυτή διαδρομή.

«...Κάποιος σοφός μου είχε πει κάποτε πως πρέπει οπωσδήποτε στο τέλος να έχεις να πεις μια ιστορία...»*

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία στοχεύει στη σύνθεση, υπό το πρίσμα της αειφορίας, των ερευνητικών δραστηριοτήτων του συγγραφέως της, οι οποίες έλαβαν χώρα στο πλαίσιο μίας σειράς ερευνητικών έργων κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας. Ο απώτερος σκοπός της εργασίας είναι μέσα από την προαναφερθείσα σύνθεση να προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα και διδάγματα αξιοποιήσιμα στις σημερινές συνθήκες της Ελλάδος, συνεισφέροντας στον ευρύτερο προβληματισμό της αξιοποίησης των βιολογικών πόρων, αγροτικών και δασικών, της χώρας μας, μέσα από νέες τεχνολογικές διαδρομές.

Η έμφαση της διατριβής θα δοθεί καταρχήν στον τρόπο που μπορεί να οριστεί μία αξιοποιήσιμη, βιώσιμη και αειφόρος εφοδιαστική αλυσίδα παραγωγής προϊόντων από βιολογικές πρώτες ύλες. Θα αναδειχθούν τα κρίσιμα σημεία που θα επηρεάσουν την επιτυχία ενός τέτοιου εγχειρήματος, όχι μόνο ως προς την τεχνο-οικονομική του εφικτότητα, αλλά κι ως προς άλλες παραμέτρους που σχετίζονται με λιγότερο τεχνικά ζητήματα, π.χ. διαθεσιμότητα πρώτων υλών, ρόλος «παικτών» που εμπλέκονται στην όλη αλυσίδα κτλ.

Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν μονοσήμαντες απαντήσεις/λύσεις στα ερωτήματα που θα τεθούν, η έμφαση θα δοθεί στην μεθοδολογική προσέγγιση η οποία θα προταθεί προκειμένου να αντιμετωπιστούν σειρά από δυσκολίες που παρουσιάζονται ήδη και θα παρουσιαστούν μελλοντικά, κατά την εντατικότερη ανάπτυξη εφαρμογών στο πλαίσιο μίας επαναπροσδιοριζόμενης Βιο-οικονομίας.

Περίληψη

Η διάρθρωση της διατριβής και το περιεχόμενο των Κεφαλαίων συνοψίζονται παρακάτω:

Κεφάλαιο 0: Δίνεται μία συνοπτική περιγραφή του σημείου εκκίνησης της συγκεκριμένης διατριβής, των προβλημάτων κι ερευνητικών ερωτημάτων που οδήγησαν στην εκπόνησή της, καθώς και του γενικότερου πλαισίου των στόχων της όπως αυτοί τοποθετούνται στα δεδομένα της σύγχρονης σχετικής βιβλιογραφίας.

Κεφάλαιο 1: Παρουσιάζεται μία συνοπτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφορικά με τις προοπτικές ανάπτυξης της Βιο-οικονομίας και τον ρόλο του σχεδιασμού της εφοδιαστικής αλυσίδας σε αυτήν. Γίνεται μία εκτενής περιγραφή των ιδιομορφιών των συγκεκριμένων εφαρμογών, καθώς και του τρόπου που σχεδιάζεται και λειτουργεί ένα τέτοιο σύστημα διαχείρισης και τροφοδοσίας βιόμαζας με βάση την πιο πρόσφατη βιβλιογραφία. Τέλος, εντοπίζονται τα κρίσιμα σημεία, ως προς τον τρόπο επιλογής και βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Κεφάλαιο 2: Γίνεται μία προσπάθεια δημιουργίας ενός πλαισίου και γενικών αρχών για την χαρτογράφηση του θεωρητικού δυναμικού βιόμαζας για βιοκαύσιμα μέσω συγκεκριμένης τεχνολογικής διαδρομής, εντός συγκεκριμένων γεωγραφικών ορίων. Υπό αυτό το πρίσμα δημιουργείται ο χάρτης πρώτων υλών που θα μπορούσαν να παρέχουν υδατάνθρακες για τη ζυμωτική παραγωγή βιο-υδρογόνου στις χώρες της Ε.Ε., και αξιολογείται η δυνατότητα αξιοποίησής τους. Για την χαρτογράφηση αυτή γίνεται επεξεργασία στοιχείων χρήσης γης, αγροτικής και αγροβιομηχανικής παραγωγής σε επίπεδο χωρών της Ε.Ε.. Η ανακτησιμότητα των υδατανθράκων, και οι όποιοι σχετικοί περιορισμοί που θα οφείλονται στο επιλεγθέν τεχνολογικό μονοπάτι που θα μελετηθεί, αποτέλεσαν περαιτέρω ζητήματα που εξετάστηκαν προκειμένου να αξιολογηθούν οι πρώτες ύλες.

Κεφάλαιο 3: Γίνεται χαρτογράφηση κι ομαδοποίηση των Ευρωπαϊκών χωρών, όσον αφορά στη δυναμική και στον εν δυνάμει τρόπο αξιοποίησης των διαθέσιμων βιολογικών πόρων τους, για την εισαγωγή εφαρμογών Βιο-οικονομίας. Προσδιορίζονται οι κρίσιμοι παράγοντες που θα επηρεάσουν την εισαγωγή τεχνολογιών αξιοποίησης βιόμαζας για την παραγωγή ενεργειακών προϊόντων και τον τρόπο που αυτή θα λάβει χώρα. Αποτιμάται η εξέλιξη του χώρου μετά από την δημοσίευση της πρώτης Ευρωπαϊκής οδηγίας (2003) για τα Βιοκαύσιμα, και τον τρόπο που η εξέλιξη αυτή συνάδει με την προτεινόμενη ομαδοποίηση των Ευρωπαϊκών χωρών.

Κεφάλαιο 4: Αναδεικνύεται η σημασία της περιφερειακής διάστασης στην ανάπτυξη εφαρμογών βιο-οικονομίας, μέσα από το συγκεκριμένο παράδειγμα της ανάπτυξης εφαρμογών βιο-υδρογόνου. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν δύο Ευρωπαϊκές περιφέρειες, αυτή της Θεσσαλίας και του Ρότερνταμ στην Ολλανδία. Σε πρώτη φάση γίνεται ταυτοποίηση των παραμέτρων που αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο τόσο κατά την αρχική φάση ανάπτυξης της τεχνολογίας, όσο κι όταν αυτή θα έχει εδραιωθεί. Στη συνέχεια διερευνώνται οι τοπικές ιδιομορφότητες οι οποίες θα επιδράσουν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής και πως αυτές θα επηρεάσουν τον τρόπο αξιοποίησης του δυναμικού βιόμαζας στις δυο περιοχές. Τέλος, για την περίπτωση της Θεσσαλίας, παρουσιάζεται κι ένας «οδικός χάρτης» για την διασφάλιση της αειφορίας κατά την ανάπτυξη εφαρμογών Βιοκαυσίμων.

Κεφάλαιο 5: Η αυξημένη ζήτηση από την μια και οι κοινωνικο-περιβαλλοντικές ανησυχίες από την άλλη απαιτούν τη δημιουργία ενός πλαισίου «Βέλτιστων Πρακτικών», για οποιαδήποτε νέα εφαρμογή θα εισέρχεται στο σύστημα και θα στοχεύει στην αξιοποίηση των βιολογικών πόρων, προκειμένου να διασφαλίζεται η τεχνο-οικονομική της βιωσιμότητα και κοινωνικο-περιβαλλοντική της αειφορία. Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται ένα τέτοιο πλαίσιο, εξειδικευμένο και πάλι για την περίπτωση παραγωγής βιο-υδρογόνου. Υπό αυτό το πρίσμα, ένας οδηγός «Βέλτιστων Πρακτικών» δημιουργήθηκε για καθεμιά από τις 4 προεπιλεγμένες κατάλληλες πρώτες ύλες, δηλαδή το τεύτλο, τους φλοιούς πατάτας, το άχυρο κιθαριού και το πίτουρο σιταριού. Τα σημαντικότερα σημεία αυτού του οδηγού για δύο από αυτές, το τεύτλο και το άχυρο κριθαριού, παρουσιάζονται στο παρόν κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 6: Η δημιουργία βιώσιμων και αειφόρων συστημάτων βιο-οικονομικών εφαρμογών απαιτεί, πέρα των τεχνο-οικονομικών δυνατοτήτων, και τη διαχείριση ενός πολύπλοκου συστήματος, με πολλούς εμπλεκόμενους φορείς, με διαφορετικούς στόχους βελτιστοποίησης. Η ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών είναι μια μακρόχρονη διαδικασία, που εμπλέκει πολλαπλούς τομείς και κλάδους, σε πολλαπλά επίπεδα λήψης αποφάσεων. Ως εκ τούτου η λήψη αποφάσεων και η χάραξη της κατάλληλης στρατηγικής θα πρέπει να λαμβάνει χώρα με την άμεση συμμετοχή όλων αυτών των εμπλεκόμενων «παικτών», εξαρχής, και λαμβάνοντας υπόψιν τις μακρόχρονες προοπτικές του σχετικού εγχειρήματος. Εκτιμώντας ότι αρκετά συχνά, οι «ιστορίες αποτυχίας» του κλάδου οφείλονται στην έλλειψη ακριβώς αυτής της συμμετοχικής διαδικασίας, στο παρόν κεφάλαιο θα δοθεί ένα πλαίσιο μεθοδολογίας για τον τρόπο διαχείρισης αυτής της πολυπλοκότητας. Θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν τα αποτελέσματα και συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτήν, μέσα από την πιλοτική προσομοίωση, για σειρά ετών, της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο πλαίσιο του μαθήματος «ΒΙΟΜΑΖΑ» του ΔΠΜΣ «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας» του ΕΜΠ.

Κεφάλαιο 7: Συνοψίζονται τα συμπεράσματα από τα προηγούμενα Κεφάλαια και γίνεται μία συνολική αποτίμηση της προσφοράς της εργασίας αυτής στη στάθμη των γνώσεων για την περαιτέρω ανάπτυξη του χώρου στην Ελλάδα. Προκρίνονται επίσης ζητήματα που απαιτούν μεγαλύτερη εμβάθυνση, κι εφαρμογή για να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί για την ανάπτυξη της Βιο-οικονομίας.

Λέξεις κλειδιά: Βιο-οικονομία, εφοδιαστική αλυσίδα, stakeholders, δυναμικό βιόμαζας
--

Extended Summary

The structure of the thesis and the content of each individual chapter are summarized below:

Chapter 0: The starting point as well as, the issues and research questions which lead to the idea of carrying out the specific thesis are presented in this chapter. Furthermore, the issues which will be dealt in the thesis are placed in the context of the relevant state of the art literature.

Chapter 1: A literature review concerning the prospects of Bio-economy and the role of the supply chain design in its development is presented. A detailed analysis of the specific design and operational characteristics of such production systems is carried out, according to the current literature. Last but not least, the crucial design and optimization parameters of the logistics and supply chain were identified.

Chapter 2: A methodological framework for mapping the biomass potential for specific biofuel production technology, under specific geographical boundaries is developed. Under this point of view, the map of potential carbohydrate providing feedstocks in EU, for two-step fermentative biohydrogen generation technology, is provided and an initial assessment of their availability takes place. For this biomass resource assessment, statistical data concerning the land use, agricultural and agro-industrial production in each EU country are used. The carbohydrate recovery potential and specific conversion technology related limitations were also taken into account in order to assess the potentially available biomass resources.

Chapter 3: The European countries are grouped according to their dynamics and their expected approach to the bioeconomy challenges, in their way to the integration of such applications into their current socio-economic infrastructure. The identification of the crucial parameters for this integration, when the bio-based energy products are concerned takes place. The current degree of bio-based energy product generation, following the relevant EU directives is reported and the current map of production is assessed for the proposed EU country groups.

Chapter 4: The regional dimension and its importance in the integration of bio-economy applications is presented through the example of the two-step fermentative biohydrogen generation technology. For this specific reason two EU regions, one in the South (Thessaly/GR) and another one in the North (wider Rotterdam area/NL) are chosen. Firstly, the regional parameters which are expected to be crucial for each region are identified not only during the start-up phase but also when the technology will be fully established. Secondly, the regional specificities which are expected to affect the development of the under study technology are assessed and their impact on the exploitation of the regional biomass potential for both regions is explored. Finally, a roadmap for Thessaly is prepared, in order to ensure the sustainable integration of biomass-based energy applications into their current agro-industrial and energy production system.

Chapter 5: The increased demand on the one side and the socio-environmental concerns on the other, ask for the establishment of a «Best Practice» approach for any newly developed biomass based production system. Only under such a framework the techno-economic

feasibility and socio-environmental sustainability of these new applications can be ensured. In this chapter, a “Best Practice” framework, specified for two-step fermentative hydrogen production technology is presented. Under this point of view the most important feasibility and sustainability topics for sugar beet and barley straw, the two out of 4 most suitable feedstocks for the specific technology, are analysed.

Chapter 6: The development of feasible and sustainable bio-economy application systems depends not only on their techno-economic perspectives, but also on the way such a complex and multi-stakeholder system, can be wholistically optimized. What is at stake is keeping the key players, which have their own optimization objectives, under a state of satisfaction level, which will be acceptable for them in order to ensure their participation or at least tolerance into this newly developed production system. Furthermore, to track the synergy and competition tendencies among these players. The development of such applications is a longterm process involving multiple sectors and players, at multiple levels of decision making. Therefore, the decision making and strategy development process, should involve all the major players into the process, just from the beginning, and taking into consideration the longterm perspectives of the whole project. Given that the “failure stories” of the sector are quite often due to the lack of this participatory process, a methodological framework which aims at handling the above mentioned complexity is developed. The outcomes of the pilot “run” of the proposed participatory decision making methodology, for three successive semesters in the NTUA Master Programme “Energy Production and Management”, are presented in the current chapter.

Chapter 7: Concluding the results and outcomes of the previous chapters, and the overall assessment of the contribution of the thesis in the development of the knowledge concerning the sector, takes place in the current chapter. Furthermore, issues and topics for further research, which may facilitate the development of Bio-economy are summarized.

Key words: Bio-economy, supply chain, stakeholders, biomass potential
--

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Extended Summary	vii
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	xv
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	xvii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 0	1
Εισαγωγή	1
0.1 Η Βιο-οικονομία κι η σημασία της για την Ευρώπη	3
0.1.1 Τα βιοενεργειακά προϊόντα στο πλαίσιο της Βιο-οικονομίας	4
0.1.2 Οι προκλήσεις της αξιοποίησης βιόμαζας	6
0.2 Ερευνητικά ερωτήματα	7
0.3 Εφαρμογές Βιο-οικονομίας με βάση συγκεκριμένο τεχνολογικό παράδειγμα	8
Βιβλιογραφία	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
Βιο-οικονομία κι αειφορία: Σημασία της εφοδιαστικής αλυσίδας	11
1.1 Εισαγωγή	13
1.2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	14
1.2.1 Δυναμικό βιόμαζας	16
1.2.1.1 Εκτίμηση δυναμικού	17
1.2.1.2 Διαθεσιμότητα δυναμικού	19
1.2.2 Μεταφορά και διαχείριση πρώτων υλών βιόμαζας	21
1.2.3 Εφοδιαστικά συστήματα βιόμαζας	23
1.2.3.1 Σχεδιασμός εφοδιαστικών συστημάτων	23
1.2.3.2 Λήψη αποφάσεων – Επίπεδα αποφάσεων	28
1.3 Σχεδιάζοντας αειφόρα παραγωγικά συστήματα	30
Βιβλιογραφία	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	37
Χαρτογράφηση δυναμικού βιόμαζας: Μεθοδολογία και προοπτικές αξιοποίησης για παραγωγή βιοκαυσίμων	37
2.1 Εισαγωγή	39
2.2 Μεθοδολογία	40
2.2.1 Το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο	40
2.2.2 Ταυτοποίηση εν δυνάμει πρώτων υλών	45
2.2.3 Περαιτέρω περιορισμοί για τον υπολογισμό του αξιοποιήσιμου δυναμικού	46

2.3 Αποτελέσματα και συζήτηση αποτελεσμάτων.....	48
2.3.1 Ποιοτική αποτίμηση των εν δυνάμει πρώτων υλών.....	48
2.3.2 Ποσοτική εκτίμηση δυναμικού παραγωγής βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε.....	48
2.4 Συμπεράσματα	52
Βιβλιογραφία.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	57
Σημασία της περιφερειακής διάστασης: Τύποι Ευρωπαϊκών περιφερειών για μία Βιώσιμη Βιο-οικονομία	57
3.1 Εισαγωγή	59
3.2 Ενσωμάτωση καινοτομικών «βιο-εφαρμογών» στο υπάρχον παραγωγικό και κοινωνικό σύστημα	61
3.2.1 Πράσινη οικονομία και Βιο-οικονομία στην Ε.Ε.....	61
3.2.2 Τα βιοενεργειακά προϊόντα στο πλαίσιο της Βιο-οικονομίας στην Ε.Ε.	64
3.2.3 Χαρακτηρισμός του συστήματος υποδοχής των καινοτομικών εφαρμογών Βιο-οικονομίας.....	66
3.2.4 Ε.Ε. πολλαπλών ταχυτήτων: Θεσμικοί κι άλλοι παράγοντες διαφοροποίησης.....	70
3.3 Μεθοδολογία	73
3.3.1 Η διατύπωση του μοντέλου αξιολόγησης των κοινωνικο-οικονομικών και περιβαλλοντικών υποδομών στην Ε.Ε.:	73
3.3.1.1 Προσδοκώμενο εισόδημα.....	74
3.3.1.2 Καινοτομία και επίπεδο τεχνολογικής ανάπτυξης.....	75
3.3.1.3 Διαχείριση Βιολογικών Πόρων	75
3.3.1.4 Η δομή της οικονομίας.....	76
3.3.1.5 Προσδιορισμός τυπολογίας Ευρωπαϊκών περιοχών	77
3.3.2 Δυναμικό παραγωγής υδρογόνου με την υπό μελέτη τεχνολογία.....	77
3.4 Αποτελέσματα - Συζήτηση αποτελεσμάτων.....	80
3.4.1 Κατανομή των χωρών της Ε.Ε. στους τύπους συστημάτων	80
3.4.2 Χαρτογράφηση δυναμικού παραγωγής Βιο-υδρογόνου για τις 4 ομάδες χωρών της Ε.Ε.	81
3.5 Συμπεράσματα	83
Βιβλιογραφία.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	89
Σημασία της περιφερειακής διάστασης στην ανάπτυξη εφαρμογών Βιο-οικονομίας: Η περίπτωση του Βιο-υδρογόνου	89
4.1 Εισαγωγή	91
4.1.1 Η σημασία της περιφερειακής διάστασης.....	91

4.1.2 Ορισμός κριτηρίων επιλογής για τις περιοχές μελέτης	92
4.2 Μεθοδολογία	93
4.2.1 Ορισμός στοιχείων που θα συλλεγούν για την κάθε περιοχή	93
4.2.2 Μεθοδολογία συλλογής δεδομένων.....	95
4.2.3 Εκτίμηση Δυναμικού Βιολογικών Πόρων και Παραγωγής Βιο-υδρογόνου	96
4.2.4 Μελλοντικό Δυναμικό και Απαιτήσεις Υδρογόνου	97
4.3 Αποτελέσματα και Συζήτηση Αποτελεσμάτων.....	99
4.3.1 Συνολική ανασκόπηση των περιοχών	99
4.3.2 Παρούσα Κατάσταση Βιολογικών Πόρων για την παραγωγή βιο-υδρογόνου	101
4.3.3 Αξιολόγηση σημασίας των 4 πρώτων υλών για την περιφέρεια εφαρμογής.....	102
4.3.4 Μελλοντικές προοπτικές και κρίσιμα σταυροδρόμια.....	103
4.3.4.1 Προβλεπόμενη ζήτηση και δυναμικό παραγωγής υδρογόνου στην Θεσσαλία για την Περίοδο 2010-2030.....	106
4.3.4.2 Προβλεπόμενη Ζήτηση και δυναμικό παραγωγής υδρογόνου στην περιοχή του Ρότερνταμ για την Περίοδο 2010-2030.....	108
4.3.5 Στόχοι αειφορίας στη Θεσσαλία για τις τρεις φάσεις ανάπτυξης βιοκαυσίμων	112
4.4 Συμπεράσματα	115
Βιβλιογραφία.....	119
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	121
Βέλτιστες πρακτικές: Από την βιολογική πρώτη ύλη στο τελικό προϊόν	121
5.1 Εισαγωγή	123
5.2 Μεθοδολογία	124
5.2.1 Ανάπτυξη εργαλείων λήψης απόφασης	124
5.2.2 Δημιουργία «φακέλων» πρώτων υλών.....	125
5.2.3 Δυνατότητες εφαρμογών Βιο-οικονομίας για την Ελλάδα	126
5.3 Αποτελέσματα – Συζήτηση αποτελεσμάτων.....	126
5.3.1 Σακχαρότευτλο	126
5.3.1.1 Δυναμικό – Γεωγραφική κατανομή	127
5.3.1.2 Χαρακτηριστικός τύπος μονάδων	128
5.3.1.3 Εφοδιαστική και διαχειριστική αλυσίδα.....	129
5.3.1.4 Τεχνολογία προκατεργασίας.....	129
5.3.1.5 Οικονομικά στοιχεία για την βιόμαζα και την προκατεργασία της.....	130
5.3.1.6 Αειφορία (περιβαλλοντική και κοινωνική).....	130
5.3.1.7 Παραπροϊόντα – Αξιοποίηση και επίδραση τους στη βιωσιμότητα.....	131
5.3.1.8 Άλλες κρίσιμες παράμετροι.....	132

5.3.2 Άχυρο κριθαριού	132
5.3.2.1 Δυναμικό και γεωγραφική του διασπορά.....	133
5.3.2.2 Χαρακτηριστικός τύπος μονάδων	134
5.3.2.3 Εφοδιαστική και διαχειριστική αλυσίδα.....	134
5.3.2.4 Τεχνολογία προκατεργασίας/υδρόλυσης	134
5.3.2.5 Οικονομικά στοιχεία για την βιόμαζα και την προκατεργασία της.....	136
5.3.2.6 Αειφορία (περιβαλλοντική και κοινωνική).....	136
5.3.2.7 Παραπροϊόντα – Αξιοποίηση και επίδραση τους στη βιωσιμότητα.....	137
5.3.2.8 Άλλες παράμετροι	137
5.3.3 Εφαρμογές Βιο-οικονομίας στην Ελλάδα – χαρτογράφηση παρούσας κατάστασης ..	138
5.4 Συμπεράσματα	140
Βιβλιογραφία.....	141
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	145
Ανάλυση «παικτών» συστήματος: Από την παραγωγή της βιόμαζας στην κατανάλωση του τελικού προϊόντος	145
6.1 Εισαγωγή	147
6.2 Θεωρητική ανάλυση αντικειμένου μελέτης του Κεφαλαίου.....	149
6.2.1 Ορισμός εμπλεκόμενων «παικτών» για την λήψη αποφάσεων	149
6.2.2 Επιτυχής ανάπτυξη εφαρμογών βιο-οικονομίας και ο ρόλος των εμπλεκόμενων φορέων	150
6.2.3 Μέθοδοι συμμετοχικών διαδικασιών κατά τη λήψη αποφάσεων	152
6.2.4 Παραγωγή βιοκαυσίμων – Οι εμπλεκόμενοι φορείς και σχέσεις εφοδιαστικής αλυσίδας-αγοράς-νομοθεσίας-κανονισμών σε «μάκρο-» επίπεδο	155
6.3 Μεθοδολογία	161
6.4 Αποτελέσματα - Συζήτηση αποτελεσμάτων.....	165
6.5 Συμπεράσματα	166
Βιβλιογραφία.....	169
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	171
Συμπεράσματα και Προοπτικές	171
7.1 Συμπεράσματα	173
7.2 Προτάσεις - Προοπτικές	183
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	185
Παράρτημα 1	187
Πίνακας Π1.1: Αποδελτίωση βιβλιογραφίας για τη μεταφορά και διαχείριση της βιόμαζας	187

Παράρτημα 2	197
Πίνακας Π.2.1: Ενδεικτικό φύλλο ταυτότητας φυτού, για την εκτίμηση του δυναμικού βιοχημικά παραγώμενου υδρογόνου από το σακχαρότευτλο και τις σχετιζόμενες με αυτό πρώτες ύλες προερχόμενες από την τρέχουσα αλυσίδα αξιοποίησής του	197
Πίνακας Π2.2α: Παραδοχές κατά την επεξεργασία των στατιστικών δεδομένων αγροτικής και αγροβιομηχανικής παραγωγής στις χώρες μέλη της Ε.Ε. – Μέρος Α	198
Πίνακας Π2.2β: Παραδοχές κατά την επεξεργασία των στατιστικών δεδομένων αγροτικής και αγροβιομηχανικής παραγωγής στις χώρες μέλη της Ε.Ε. – Μέρος Β	199
Πίνακας Π2.3: Θεωρητικό δυναμικό βιόμαζας για την Ελλάδα με βάση της παραδοχές του μοντέλου εκτίμησης δυναμικού	200
Πίνακας Π2.4: Θεωρητικό δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου για την Ελλάδα.....	201
Πίνακας Π2.5: Συγκεντρωτικός πίνακας για το δυναμικό στις χώρες της Ε.Ε. ανά κατηγορία πρώτης ύλης	202
Παράρτημα 3	203
ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΟΡΙΣΜΟΥ ΤΥΠΟΛΟΓΙΑΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΧΩΡΩΝ	203
Πίνακας Π3.1: Πρωτογενή στοιχεία για τους οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες (στοιχεία 2009)	204
Πίνακας Π3.2: Επεξεργασμένα και κανονικοποιημένα στοιχεία των δεικτών	205
Σχήμα Π3.1: Διάγραμμα συνδυασμένου δείκτη για την ομαδοποίηση των χωρών – 4 ομάδες χωρών	206
Σχήμα Π3.2: Αποτύπωση των 4 δεικτών για τους 4 τύπους χωρών, στα έτη 2009 και 2015	207
Πίνακας Π3.3: Δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου με βάση τις επιπλέον παραδοχές καθώς και παραπροϊόντων που αναμένεται να προκύψουν με βάση τους περιορισμούς	211
Παράρτημα 4	213
Πίνακας Π4.1: Οδηγός συλλογής στοιχείων στις περιφέρειες.....	213
Πίνακας Π4.2: Συνοπτικός πίνακας χαρακτηριστικών των δυο περιοχών της μελέτης περιπτώσεων	215
Πίνακας Π4.3.1: Ετήσια παραγωγή βιόμαζας στην Θεσσαλία, σε χιλιάδες ξηρούς τόνους/έτος	216
Πίνακας 4.3.2: Δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου στη Θεσσαλία, σε χιλιάδες τόνους/έτος	217
Πίνακας Π4.4: Κατανομή δυναμικού ανά νομό, συνυπολογίζοντας τις βιομηχανικές δραστηριότητες της περιοχής	218
Πίνακας Π4.5: «Καλό» και «Κακό» σενάριο για την Θεσσαλία, 2010-2030	219
Πίνακας Π4.6: Αναλυτικά στοιχεία των υπολογισμών για τα σενάρια παραγωγής υδρογόνου στο Ρότερνταμ.....	223

Πίνακας 4.7.1: Παραγοντικός σχεδιασμός 4 παραγόντων, δύο επιπέδων, με απόκριση το δυναμικό παραγωγής υδρογόνου, εκφρασμένο σε kt/a.	227
Πίνακας Π4.7.2: Πίνακας Ανάλυσης μεταβλητότητας του παραγοντικού σχεδιασμού....	228
Παράρτημα 5	231
A. Παραγωγικοί δείκτες για σακχαρότευτλο.....	231
Σχήμα Π5.1: Παραγωγή υδατανθράκων από σακχαρότευτλο στην Ε.Ε. 1998 -2012 (το ποσό αναφέρεται στο 10% της συνολικά ετήσιας παραγώμενης ζάχαρης, η οποία και θεωρείται ότι μπορεί να διατεθεί για την παραγωγή υδρογόνου)	231
Σχήμα Π5.2: Παραγωγή υδατανθράκων από σακχαρότευτλο στην Ελλάδα 1998 -2012 (το ποσό αναφέρεται στο 10% της συνολικά ετήσιας παραγώμενης ζάχαρης, η οποία και θεωρείται ότι μπορεί να διατεθεί για την παραγωγή υδρογόνου)	231
Πίνακας Π5.1: Τεύτλο, στρεμματική απόδοση ανά χώρα 1998-2012 (t sugar/a*ha).....	232
Πίνακας Π5.2: Σακχαρότευτλο, θεωρητικό δυναμικό παραγωγής υδρογόνου (kt/a) ανά χώρα 1998-2012	233
B. Παραγωγικοί δείκτες για άχυρο κριθαριού	234
Σχήμα Π5.3: Θεωρητικό δυναμικό παραγωγής υδατανθράκων από άχυρο κριθαριού στην Ε.Ε. 1998 -2012.....	234
Σχήμα Π5.4: Θεωρητικό δυναμικό παραγωγής υδατανθράκων από άχυρο κριθαριού στην Ελλάδα 1998 -2012.....	234
Πίνακας Π5.3: Κριθάρι, στρεμματική απόδοση ανά χώρα 1998-2012 (t/a*ha)	235
Πίνακας Π5.4: Άχυρο κριθαριού, θεωρητικό δυναμικό παραγωγής υδρογόνου (kt/a) ανά χώρα 1998-2012	236
Παράρτημα 6	237
Πίνακας Π6.1: Παίγνιο λήψης αποφάσεων για βιοενεργειακή εφαρμογή-2014	237
Πίνακας Π6.2: Παίγνιο λήψης αποφάσεων για βιοενεργειακή εφαρμογή-2015	238
Πίνακας Π6.3: Παίγνιο λήψης αποφάσεων για βιοενεργειακή εφαρμογή-2016	239
Πίνακας Π6.4: Αναλυτικές αποκρίσεις των «παικτών» κατά τις 3 πιλοτικές εφαρμοφές της μεθοδολογίας	241
Πίνακας Π6.5: Μήτρες «συνάφειας παικτών» 2014-2016.....	242

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
1.1: Επίπεδα και αντικείμενα αποφάσεων εφοδιαστικής αλυσίδας βιόμαζας.....	29
2.1: Συντελεστές περιεχομένου σε υδατάνθρακες για κάθε πρώτη ύλη...	50
3.1: Συνεισφορά επιμέρους δραστηριοτήτων στα οικονομικά μεγέθη της Βιο-οικονομίας στην Ε.Ε. το 2012.....	63
3.2: Διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς τους στόχους της περιφερειακής αγροτικής πολιτικής για την καινοτομία.....	68
3.3: Τύποι Ευρωπαϊκών περιοχών για την εφαρμογή της Βιο-οικονομίας	77
3.4: Παραδοχές για τον υπολογισμό του ανακτήσιμου δυναμικού.....	78
3.5: Κατανομή συνολικού δυναμικού παραγωγής Βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε.	82
3.6: Άμεσα ανακτήσιμο δυναμικό βιο-υδρογόνου μέσω ζύμωσης.....	83
4.1: Προφίλ επιλεγμένων περιοχών.....	93
4.2: Υποσχόμενες πρώτες ύλες για την παραγωγή βιο-υδρογόνου με ζύμωση δύο σταδίων.....	97
4.3: Χαρτογράφηση των εν δυνάμει μονάδων Βιο-υδρογόνου στη Θεσσαλία.....	101
4.4: Χαρτογράφηση των εν δυνάμει μονάδων Βιο-υδρογόνου στο Ρόντερνταμ	102
4.5: Συγκριτική αξιολόγηση των 4 πρώτων υλών για τη Θεσσαλία.....	103
4.6: Κρίσιμοι κοινωνικο-οικονομικοί παίκτες και εμπλοκή τους στη διαδικασία ανάπτυξης στο διάστημα 2010-2030	104
4.7: Μελλοντική ζήτηση σε υδρογόνο στη Θεσσαλία.....	106
4.8: Σενάρια από την σκοπιά της προσφοράς υδρογόνου με χρήση της υπό μελέτη τεχνολογίας υδρογόνου.....	110
4.9: Αειφορία - Στόχοι για τις τρεις φάσεις ανάπτυξης του οράματος των βιοκαυσίμων 2030+, στη Θεσσαλία.....	113-114
5.1: Σύσταση σακχαρότευτλου.....	127
5.2: Σύσταση αχύρου κριθαριού.....	132
5.3: Εναλλακτικά σενάρια αξιοποίησης αχύρου κριθαριού.....	137
6.1: Επεξεργασία ανταπόκρισης φορέων στην ιεράρχηση των κριτηρίων	165
6.2: Ιεράρχηση κριτηρίων με βάση την κοινή συνιστώσα των επιλογών των «παικτών».....	165
6.3 : Μήτρα συνάφειας «παικτών» συστήματος.....	166
6.4 : Διαφορά μέγιστων ελάχιστων τιμών στα χρόνια της πιλοτικής εφαρμογής	166

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα	Σελίδα
01: Αύξηση των διαθέσιμων πηγών υπολειμματικής βιομάζας κατά το μήκος της συνολικής αλυσίδας παραγωγής κι εφοδιασμού αγροτικών προϊόντων και τροφίμων.....	4
02: Αύξηση των διαθέσιμων πηγών υπολειμματικής βιομάζας κατά το μήκος της συνολικής αλυσίδας διαχείρισης δασών και παραγωγής δασικών προϊόντων.....	4
03: Διεργασία δύο σταδίων για την παραγωγή βιο-υδρογόνου.....	9
1.1: Εφοδιαστική αλυσίδα και βιομάζα – Δημοσιεύσεις 2006-2016.....	15
1.2: Προσεγγίσεις εκτιμήσεων δυναμικού.....	17
1.3: Δυναμικό αχύρου δημητριακών στις χώρες μέλη ΕΕ27 + Ελβετία.....	19
1.4: Κρίσιμες παράμετροι που επιδρούν στη μεταφορά και τη διαχείριση βιομάζας.....	22
1.5: Παίκτες αγροεφοδιαστικού συστήματος.....	24
1.6.: Παράδειγμα εφοδιαστικής αλυσίδας με πρώτη ύλη, ιτιά, σε μία μονάδα ενεργειακού προϊόντος.....	25
1.7: Χαρτογράφηση των εν δυνάμει διαδρομών από το σακχαρότευτλο στο βιο-υδρογόνο.....	27
1.8: Παράμετροι σχεδιασμού εφοδιαστικής αλυσίδας.....	30
2.1: Προσέγγιση αναλυτικής χαρτογράφησης του δυναμικού.....	41
2.2: Υπολογισμοί του μοντέλου εκτίμησης δυναμικού με αναλυτική χαρτογράφηση πρώτων υλών.....	43
2.3: Διάρθρωση Πινάκων Χαρτογράφησης Δυναμικού (ΠΧΔ).....	43
2.4: Φάκελοι που θα προκύψουν στην έξοδο του εφαρμοζόμενου μοντέλου.....	44
2.5: Από το θεωρητικό δυναμικό βιομάζας στην αιεφόρο παραγωγή Βιο-υδρογόνου	47
2.6: Ποιοτικός ΠΧΔ - πρώτες ύλες που μπορούν να παρέχουν υδατάνθρακες.....	48
2.7: Ετήσιο δυναμικό βιομάζας για την Ε.Ε.	49
2.8: Ετήσιο δυναμικό παραγωγής ΒιοH ₂ στην Ε.Ε. (εκατ. τόνοι).....	51
2.9: Συνεισφορά των χωρών στο δυναμικό παραγωγής ΒιοH ₂ στην Ε.Ε. ..	52
3.1: Μοντέλο συνολικής εφοδιαστικής αλυσίδας παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων	60
3.2: Μία ολοκληρωμένη ανασκόπηση της Βιο-οικονομίας, από τη βάση της στην γεωργία μέχρι τα προϊόντα και τα οφέλη.....	62
3.3: Χαρτογράφηση θεσμικού πλαισίου στις χώρες της Ε.Ε.	72

Σχήμα	Σελίδα
3.4: Προσομοίωση των συστημάτων παραγωγής βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε.	74
3.5: Αναμενόμενη συμπεριφορά συστήματος υποδοχής τεχνολογίας με βάση τους επιλεχθέντες δείκτες	76
3.6: Οι 4 τύποι συστημάτων της Ε.Ε. με βάση τους 4 δείκτες	80
3.7: Χαρτογράφηση των χωρών της Ε.Ε. με βάση το μοντέλο	81
3.8 Η κατανομή του συνολικού δυναμικού παραγωγής Βιο-υδρογόνου στους 4 τύπους περιφερειών, σύμφωνα με την προέλευση της πρώτης ύλης	82
3.9: Χρονική εξέλιξη κατανάλωσης βιοκαυσίμων μεταφοράς στους 4 τύπους χωρών (σε toe)	84
4.1: Σύστημα βιολογικών πόρων και η διαχείριση τους	94
4.2: Η περιφερειακή διάσταση τεχνολογιών παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων	95
4.3: Μεθοδολογία εκτίμησης δυναμικού και σχεδιασμού αλυσίδας τροφοδοσίας	96
4.4: Κρίσιμοι φορείς πολιτικής που θα επιδράσουν στην μελλοντική ανάπτυξη της υπό μελέτη τεχνολογίας στη Θεσσαλία στο διάστημα 2010-2030	98
4.5: Οδικός χάρτης για την παραγωγή Βιο-υδρογόνου μέσα από τη συγκεκριμένη τεχνολογία στη Θεσσαλία.....	105
4.6: Οδικός χάρτης για την παραγωγή Βιο-υδρογόνου μέσα από τη συγκεκριμένη τεχνολογία στο Ρότερνταμ.....	105
4.7: Ετήσιο δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου με βάση 3 σενάρια χρήσης γης για τις 4 επιλεχθείσες πρώτες ύλες, σύμφωνα με το σενάριο μέγιστης απόδοσης στην προκατεργασία και στη βιομετατροπή σε υδρογόνο.....	107
4.8: Ετήσιο δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου σύμφωνα με το σενάριο ελάχιστης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών (μόνο το 1/3 της γης για αγρανάπαυση), και εκτιμώντας 3 επίπεδα για την απόδοση της τεχνολογίας (παρούσα κατάσταση, εφικτός στόχος, μέγιστη απόδοση)	107
4.9: Ετήσιο δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου σύμφωνα με το σενάριο μέγιστης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών (τα 2/3 της γης για αγρανάπαυση και το 70% της γης που θα απελευθερωθεί από τις βαμβακοκαλλιέργειες), και εκτιμώντας 3 επίπεδα για την απόδοση της τεχνολογίας (παρούσα κατάσταση, εφικτός στόχος, μέγιστη απόδοση)	108
4.10: Χρονική εξέλιξη προσφοράς και ζήτησης υδρογόνου για το διάστημα 2010-2030.....	111
4.11: Διάγραμμα Pareto επίδρασης παραγόντων στη διαμόρφωση του δυναμικού.....	112

Σχήμα	Σελίδα
5.1: Από το θεωρητικό στο αειφόρο δυναμικό βιόμαζας	125
5.2: Παραγωγή ζάχαρης από σακχαρότευτλα για χρήση στην παραγωγή βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα (η ποσότητα που αναφέρεται αποτελεί το 10% της παραγόμενης ζάχαρης)	128
5.3: Ισοζύγιο μάζας πλήρους παραγωγικής και εφοδιαστικής αλυσίδας τεύτλου.....	129
5.4: Βελτιστοποίηση της οικονομικής βιωσιμότητας.....	130
5.5: Δείκτης Αειφορίας Βιόμαζας για σενάρια «Μέγιστης χρήσης» (a) και «Ορθών Πρακτικών» (b); και συσχέτιση της αειφορίας των σεναρίων με το κόστος της βιόμαζας και τα χαρακτηριστικά της περιοχής εφαρμογής	131
5.6: Θεωρητικό δυναμικό υδατανθράκων από το άχυρο κριθαριού για χρήση στην παραγωγή βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα.....	133
5.7: Σύσταση υδρολυμάτων κι επίδραση της συγκέντρωσης του HMF και της φουρφουράλης στη ζυμωσιμότητα του αχύρου κριθαριού. Τα τελευταία έχουν μετρηθεί σε χρόνο μηδέν, όταν ξεκινούσε η ζύμωση, στο μέσο ζύμωσης, ενώ οι μετρήσεις υδρογόνου έλαβαν χώρα μετά από 16 και 40 h ζύμωσης.....	135
5.8: Ισοζύγια μάζας για ένα ενδεικτικό σύστημα παραγωγής υδρογόνου από άχυρο κριθαριού.....	135
5.9: Βελτιστοποίηση δεικτών οικονομικής βιωσιμότητας	136
5.10: Δείκτης αειφορίας βιόμαζας με βάση δύο σενάρια της «Μέγιστης χρήσης» και των «Βέλτιστων Πρακτικών»	137
6.1: Σύστημα τεχνολογικής καινοτομίας και διάλογος «παικτών»	153
6.2: Στοιχεία ενός συστήματος παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων μεταφορών, και η δυναμική των αλληλεπιδράσεων στο επίπεδο της αγοράς, των προδιαγραφών και των ρυθμίσεων	160
6.3: Μεθοδολογία συμμετοχής εμπλεκόμενων φορέων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων ενός έργου βιοενεργειακών εφαρμογών	164
6.4: Θετικές προοπτικές έναντι διακινδυνεύσεων για το περιβάλλον και την τοπική οικονομία	168

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 0

Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία συνοπτική περιγραφή του σημείου εκκίνησης της συγκεκριμένης διατριβής, των προβλημάτων κι ερευνητικών ερωτημάτων που οδήγησαν στην εκπόνησή της, καθώς και του γενικότερου πλαισίου των στόχων της όπως αυτοί τοποθετούνται στα δεδομένα της σύγχρονης σχετικής βιβλιογραφίας.

0.1 Η Βιο-οικονομία κι η σημασία της για την Ευρώπη

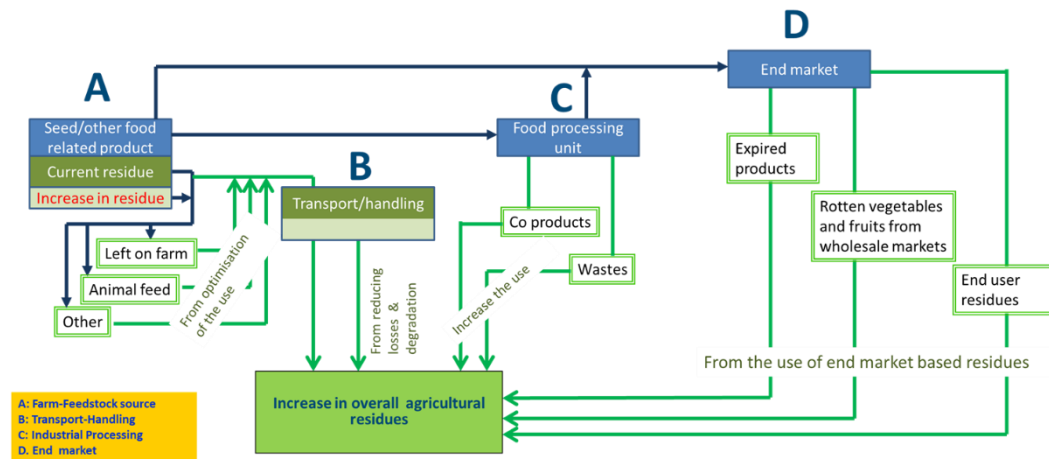
Η βιο-οικονομία παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία και τη βάση για την παραγωγή βιολογικών πόρων, και τη μετατροπή των πόρων αυτών μαζί και των σχετικών ροών αποβλήτων, σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας, όπως τρόφιμα, ζωοτροφές, προϊόντα βιολογικής βάσης και βιοενεργειακά προϊόντα. Οι τομείς και οι βιομηχανίες που εμπλέκονται χρησιμοποιούν ένα ευρύ φάσμα επιστημών, κινητοποιώντας το δυναμικό βιομηχανοποιημένων τεχνολογιών και τοπικών πόρων.

Ο ορισμός για τη βιόμαζα όπως αυτός δίνεται από την Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας της Ε.Ε. είναι:

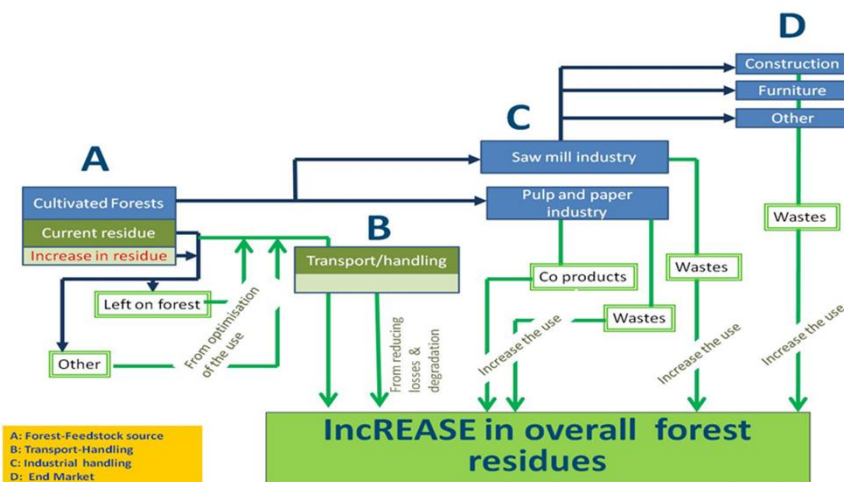
«το βιο-αποικοδομήσιμο μέρος προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών υλικών), από τις δασικές δραστηριότητες και τις σχετικές με αυτά βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων ιχθυοτροφείων και ιχθυοκαλλιεργειών, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο μέρος των βιομηχανικών και αστικών απορριμμάτων». [1]

Με δεδομένο ότι η παγκόσμια ζήτηση για βιόμαζα που θα χρησιμοποιηθεί για τρόφιμα και βιομηχανικές εφαρμογές τις επόμενες δεκαετίες θα εμφανίζει συνεχείς αυξητικές τάσεις, το δυναμικό αγροτικών, δασικών, υδατικοκαλλιεργητικών πόρων της Ε.Ε. θα πρέπει επίσης να αυξηθεί με αειφόρο τρόπο. Κάτι που σε μεγάλο βαθμό θα πρέπει να επιτευχθεί μέσα από τον εξορθολογισμό της χρήσης των ήδη υπάρχοντων πόρων. [2] Ο εξορθολογισμός αυτός θα περάσει μέσα από τη βελτίωση των ήδη υπάρχοντων εφοδιαστικών και παραγωγικών συστημάτων ή και μέσα από τη δημιουργία νέων, με κριτήρια αειφορίας ενσωματωμένα εξ αρχής στη δομή τους.

Μία γενική εικόνα των συστημάτων παραγωγής των εν δυνάμει διαθέσιμων πρώτων υλών, που προέρχονται, τόσο από αγροτικές όσο και από δασικές πηγές, και τα σημεία στα οποία θα ήταν εφικτές οι παρεμβάσεις που θα αύξαναν τη διαθεσιμότητα τους, παρουσιάζονται στα σχήματα 1 και 2. Στα σχήματα αυτά επικεντρωνόμαστε στην παραπλεύρως παραγόμενη βιόμαζα, κι όχι σε ενεργειακές ή άλλες βιομηχανικές καλλιέργειες που ενδέχεται να καλλιεργηθούν για να αξιοποιηθούν αποκλειστικά στην παραγωγή προϊόντων βιο-οικονομίας (εκτός των τροφίμων).



Σχήμα 0.1: Αύξηση των διαθέσιμων πηγών υπολειμματικής βιόμαζας κατά το μήκος της συνολικής αλυσίδας παραγωγής κι εφοδιασμού αγροτικών προϊόντων και τροφίμων



Σχήμα 0.2: Αύξηση των διαθέσιμων πηγών υπολειμματικής βιόμαζας κατά το μήκος της συνολικής αλυσίδας διαχείρισης δασών και παραγωγής δασικών προϊόντων

0.1.1 Τα βιοενεργειακά προϊόντα στο πλαίσιο της Βιο-οικονομίας

Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί μία λογική διέξοδο στην κατεύθυνση της αντιμετώπισης της εξάντλησης των συμβατικών καυσίμων, της ενεργειακής ασφάλειας και μίας σειράς από περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η περιβαλλοντική ρύπανση, η όξινη βροχή, και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ακόμη, αυτές αποτελούν και το μόνο τρόπο για την επίτευξη των δεσμεύσεων για δραστικές μειώσεις εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.[3][4]

Η Ε.Ε. αναγνώρισε αυτές τις προκλήσεις και τις προσέγγισε με έναν τρόπο που να επιτρέπει τη δημιουργία μίας κοινής ενεργειακής πολιτικής, βασισμένης στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, στην ανταγωνιστικότητα, και στις αρχές της αειφορίας. Εντός αυτού του πλαισίου τοποθετούνται και οι νομοθετικές

παρεμβάσεις όπως η Ευρωπαϊκή Οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Οδηγία 2009/28/EC), όπου έχουν τεθεί δεσμευτικοί στόχοι για όλες τις χώρες μέλη. [4]

Η δυνατότητα χρήσης της βιόμαζας στην επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων αποτελεί μία από τις προτεραιότητες που έχουν τεθεί από την Ε.Ε., κι ως εκ τούτου έχουν γίνει μία σειρά από προσπάθειες για την εκτίμηση του δυναμικού της βιόμαζας που θα μπορούσε να είναι διαθέσιμο για αυτό το σκοπό. [5] Εκτιμάται ότι ο τομέας των χημικών και αυτός των βιοκαυσίμων είναι αυτός που θα οδηγήσει την εξέλιξη προς μία Βιο-Οικονομία. [6]

Εκτιμάται ότι η βιόμαζα αποτελεί τη τέταρτη μεγαλύτερη πηγή ενέργειας μετά από τον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, παρέχοντας το 14% της πρωτογενώς παραγώμενης ενέργειας παγκοσμίως.

Το ερώτημα για τα αναμενόμενα πλεονεκτήματα της χρήσης προϊόντων ενέργειας προερχόμενων από βιόμαζα μπορεί να λάβει τις παρακάτω απαντήσεις:

- (1) Ανανεώσιμα, εν δυνάμει αειφόρα και φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα,
- (2) Ένα πολύ ευρύ φάσμα διαφορετικών υλικών, με ποικίλα χαρακτηριστικά που θα ανταποκρίνονται σε διαφορετικές κάθε φορά απαιτήσεις και λειτουργικές ανάγκες, καλύπτοντας όλο το εύρος των εφαρμογών σε στερεά, υγρά κι αέρια καύσιμα,
- (3) Η εκτεταμένη χρήση τους θα επεκτείνει το χρόνο ζωής των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων,
- (4) Μηδαμινή περιεκτικότητα σε θείο, γεγονός που ελαχιστοποιεί τη συνεισφορά τους στο φαινόμενο της όξινης βροχής,
- (5) Κατά την καύση τους παράγουν πολύ μικρότερη ποσότητα τέφρας η οποία μπορεί να βρει εφαρμογή και ως βελτιωτικό εδάφους,
- (6) Η χρήση των αγροτικών και δασικών υπολειμμάτων περιορίζει σημαντικά τις ανάγκες απόθεσης αυτών των αποβλήτων,
- (7) Αποτελεί τοπικό πόρο ο οποίος υπόκειται σε μικρότερες αβεβαιότητες τιμής και εφοδιασμού από τα αντίστοιχα συμβατικά καύσιμα, και μπορεί να ενταχθεί με σχετική ευκολία στις υπάρχουσες παραγωγικές υποδομές,
- (8) Θετική συμβολή στο φαινόμενο θερμοκηπίου με τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, στο πλαίσιο μίας κυκλικής οικονομίας. [7]

0.1.2 Οι προκλήσεις της αξιοποίησης βιόμαζας

Σε μία πρόσφατη έρευνα για το μέλλον της Βιο-οικονομίας στην Ευρώπη η έλλειψη κερδοφορίας και κατάλληλων πολιτικών που θα διασφαλίζουν μακροχρόνιο σχεδιασμό και αφοσίωση αναγνωρίστηκαν ως τα κύρια προβλήματα. Ακόμη, διαπιστώθηκε ότι τα στενά περιθώρια κερδοφορίας αποτελούν περιοριστικό παράγοντα και μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων (stakeholders), διαφορετικών τομέων της αγοράς, ως εκ τούτου ότι θα πρέπει να γίνεται παρουσίαση με πιο emphaticό τρόπο των επιτυχημένων παραδειγμάτων, ώστε να δίνονται οι θετικές προοπτικές. Επίσης, με δεδομένη την ιδιαίτερα ανταγωνιστική φύση της συγκεκριμένης αγοράς καταγράφηκε ότι θα πρέπει να δημιουργηθεί κλίμα εμπιστοσύνης ανάμεσα στους παίκτες της αγοράς προκειμένου να διευρυνθεί συνολικότερα το μερίδιο της βιο-οικονομίας στο σύνολο της οικονομίας. [6]

Οι παραπάνω διαπιστώσεις παρουσιάζουν με emphaticό τρόπο, ότι ζητήματα πέραν της τεχνο-οικονομικής βελτίωσης κι ανάπτυξης θα πρέπει να εξεταστούν με εξίσου μεγάλη προσοχή, προκειμένου να αυξηθούν τα επιτυχημένα παραδείγματα εφαρμογών. Σε αυτό το πλαίσιο εντάσσεται και το γεγονός ότι, η αξιοποίηση της βιόμαζας, παρά τις σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις και τα κίνητρα που έχουν δοθεί τα τελευταία χρόνια εξακολουθεί και είναι πολύ χαμηλότερη των στόχων και των προσδοκιών. Οι λόγοι, και σε αυτή την περίπτωση, πέραν της προφανούς μη ανταγωνιστικότητας τους, με τον κλασικό τρόπο εκτίμησης του κόστους παραγωγής τους, χωρίς δηλαδή να συμπεριλαμβάνονται τα εξωτερικά κόστη που προκύπτουν από την χρήση των συμβατικών καυσίμων, είναι και οι επιφυλάξεις ως προς την αλλαγή χρήσης γης, την απώλεια της βιοποικιλότητας, και τα προβλήματα στους υδάτινους πόρους που μπορούν εν δυνάμει να προκληθούν από την χρήση της. [3]

Τα έργα βιοενέργειας μπορούν να οδηγήσουν τόσο στην άμεση όσο και στην έμμεση αλλαγή χρήσεων γης, με τις όποιες συνέπειες αυτό συνεπάγεται για τις τρέχουσες χρήσεις γης. Η άμεση, συνεπάγεται την αλλαγή από γη που παράγει προϊόντα της τροφικής αλυσίδας, ίνες κτλ. ή από γη προστατευόμενων οικοσυστημάτων, σε καλλιέργειες που θα βρίσκουν χρήση στην παραγωγή βιοενεργειακών προϊόντων. Η έμμεση, αναφέρεται στην αλλαγή, που θα λαμβάνει χώρα «κάπου αλλού», ως συνέπεια βιοενεργειακών έργων που θα εγκατασταθούν «εδώ». Για παράδειγμα, όταν οι παραγωγοί τροφίμων που έχουν εκτοπιστεί λόγω των νέων ενεργειακών καλλιεργειών, μεταφέρουν την παραγωγή τους σε γη προστατευόμενων οικοσυστημάτων. [8]

Ένα περαιτέρω σημείο προβληματισμού αποτελεί το γεγονός της εισαγωγής βιόμαζας προκειμένου να εκπληρωθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί από την Ε.Ε.. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η προσέγγιση θα είχε αρνητική επίπτωση σε έναν από τους πυλώνες της όλης προσπάθειας, μειώνοντας πρακτικά την ενεργειακή αυτονομία των χωρών της Ε.Ε. [4]

Σε ένα μελλοντικό σχήμα μετάβασης στη Βιο-οικονομία – όπου θα συνυπάρχουν εφαρμογές διατροφικές και μη διατροφικές για τη βιόμαζα- οι ρόλοι των διαφόρων παικτών θα μεταλλαχθούν, όπου η δράση τους θα πάψει να είναι αποκλειστικά στο συγκεκριμένο τομέα δραστηριοτήτων τους, αλλά θα ενσωματωθούν σε ένα γενικότερο πλαίσιο διαχείρισης της αλυσίδας αξιοποίησης των βιολογικών πόρων, μέσα από τη λειτουργία τους ως βιο-διυλιστήρια.

Οι υπάρχουσες υποδομές, και δραστηριότητες, κατά τη νέα αυτή εποχή, όπως μονάδες ηλεκτρικής ενέργειας, διυλιστήρια, ελαιουργεία, βιομηχανίες χαρτιού, τροφίμων, βιοκαυσίμων, αναμένεται να παίξουν κρίσιμο ρόλο στην αρχική φάση ανάπτυξης τέτοιων βιο-διυλιστηρίων. Έτσι, ο ρόλος τους στην μετάβαση προς μία βιο-οικονομία αναμένεται να είναι κρίσιμος. [6]

0.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διατριβής έγινε μία προσπάθεια ανάπτυξης μίας μεθοδολογίας και εφαρμογής της σε συγκεκριμένα παραδείγματα, ώστε να αντιμετωπιστούν ορισμένα σημαντικά, «μη τεχνολογικά» ζητήματα για την αποτελεσματικότερη χρήση της βιόμαζας στο πλαίσιο μίας αναδυόμενης Βιο-οικονομίας. Ο απώτερος στόχος είναι ο σχεδιασμός αειφόρων βιο-οικονομικών εφαρμογών. Η μεθοδολογία αυτή βασίζεται στον σχεδιασμό ολοκληρωμένων αλυσίδων παραγωγής αξίας, που στηρίζονται στην επέκταση των εφοδιαστικών αλυσίδων βιόμαζας και στα στάδια της μετατροπής και χρήσης. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του δυναμικού βιόμαζας, την επιλογή τεχνολογίας μετατροπής και βέλτιστου μείγματος προϊόντων. Η κλίμακά τους είναι περιφερειακή, η μεθοδολογία περιλαμβάνει τον ρόλο των παικτών (stakeholders), και οδηγεί σε "Καλές Πρακτικές". Η εφαρμογή στη διατριβή γίνεται στην παραγωγή ενέργειας και βιο-προϊόντων που αποτελούν ένα χαρακτηριστικό τομέα βιο-οικονομίας που αναπτύσσεται στην παρούσα φάση.

Τα πιο συγκεκριμένα ερωτήματα στα οποία αναζητήθηκαν απαντήσεις είναι:

1. Πώς δομείται κι αναπτύσσεται μια λειτουργική κι αποτελεσματική εφοδιαστική αλυσίδα βιόμαζας για την παραγωγή βιοκαυσίμων και άλλων «βιο-προϊόντων»; Ποια είναι τα κρίσιμα σημεία για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από την Ε.Ε.;
2. Πώς μπορεί να εκτιμηθεί το δυναμικό των βιολογικών πρώτων υλών που μπορούν να αξιοποιηθούν για συγκεκριμένες εφαρμογές;
3. Πώς θα μπορούσαν να αναπτυχθούν συγκεκριμένες στρατηγικές και πολιτικές, κατάλληλες και προσαρμοσμένες στις τοπικές ιδιαιτερότητες, εντός της Ε.Ε., ώστε να

έχουμε αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των βιολογικών πόρων, κι εν τέλει αύξηση του μεγέθους της Βιο-οικονομίας με όρους αειφορίας;

4. Πώς σε περιφερειακό επίπεδο μπορούν να σχεδιαστούν συστήματα παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων, προσαρμοσμένα στα τοπικά χαρακτηριστικά;

5. Πώς μπορούν να αναπτυχθούν καλές πρακτικές για την αξιοποίηση της κάθε διαθέσιμης πρώτης ύλης, βιόμαζας;

6. Πώς αντιμετωπίζονται οι διάφοροι εμπλεκόμενοι «παίκτες» στην αλυσίδα παραγωγής και χρήσης βιοενεργειακών προϊόντων, ώστε να μεγιστοποιούνται οι συνεργιστικές και να ελαχιστοποιούνται οι ανταγωνιστικές τάσεις, καθόλη τη διάρκεια ζωής μονάδων αξιοποίησης βιόμαζας;

Οι απαντήσεις στα ερωτήματα αυτά θα παρουσιαστούν στα αντίστοιχα κεφάλαια της διατριβής, τα οποία βασίζονται σε δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά, κι ανακοινώσεις σε διεθνή συνέδρια.

0.3 Εφαρμογές Βιο-οικονομίας με βάση συγκεκριμένο τεχνολογικό παράδειγμα

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε στη διατριβή γίνεται στην παραγωγή ενέργειας και βιο-προϊόντων που αποτελούν ένα χαρακτηριστικό τομέα βιο-οικονομίας που αναπτύσσεται τώρα, όπως έγινε ιδιαίτερη αναφορά και παραπάνω.

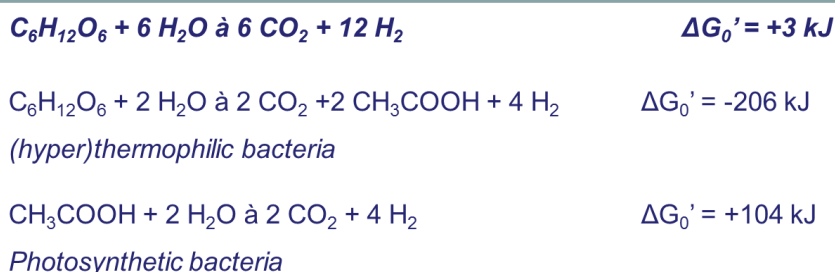
Ένα σημαντικό μέρος της συγκεκριμένης διατριβής εκπονήθηκε στο πλαίσιο του χρηματοδοτούμενου από την Ε.Ε. ερευνητικού έργου, «Hyvolution». Έτσι, το τεχνολογικό μονοπάτι αυτού του έργου χρησιμοποιήθηκε, ως μελέτη περίπτωσης, οποτεδήποτε αυτό ήταν χρήσιμο για τις ανάγκες της διατριβής. Η εφαρμοσιμότητα, ωστόσο, των ιδεών και των εργαλείων της διατριβής υπερβαίνουν τα στενά όρια αυτής της τεχνολογίας, αλλά και γενικότερα των βιοενεργειακών τεχνολογιών.

Μία σύντομη περιγραφή της τεχνολογίας αυτής στο συγκεκριμένο σημείο θεωρήθηκε σκόπιμη, προκειμένου ο αναγνώστης να κατατοπιστεί ως προς τις ιδιαιτερότητες κι απαιτήσεις της, όποτε γίνεται αναφορά σε αυτήν. Ειδικότερα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας καταγράφονται σε διάφορα κεφάλαια της διατριβής, όταν αυτή η εξειδίκευση θεωρείται απαραίτητη. Ακολουθεί η σύντομη αυτή περιγραφή:

Το τεχνολογικό παράδειγμα που χρησιμοποιείται είναι μία ζύμωση δύο σταδίων.

Στο πρώτο στάδιο έχουμε θερμόφιλα βακτήρια, που αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 70°C και άνω. Αυτά τα βακτήρια μεταβολίζουν ζυμώσιμους υδατοδιαλυτούς υδατάνθρακες και παράγουν υδρογόνο μαζί με οξικό οξύ. Κατά αυτή τη διεργασία η παραγόμενη ποσότητα υδρογόνου είναι σχεδόν διπλάσια από αυτή που θα παραγόταν σε συνθήκες περιβάλλοντος.

Το παραπροϊόν του πρώτου σταδίου, το οξικό οξύ, αποτελεί την πρώτη ύλη του δεύτερου σταδίου παραγωγής υδρογόνου, όπου λαμβάνει χώρα φωτοκαταλυόμενη ζύμωση, με στόχο την αύξηση της παραγόμενης, ανά μονάδα βιόμαζας, ποσότητας υδρογόνου.



Σχήμα 0.3: Διεργασία δύο σταδίων για την παραγωγή βιο-υδρογόνου [9]

Ο συνδυασμός των δύο αυτών σταδίων, διασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των πρώτων υλών για την μετατροπή τους σε υδρογόνο με τον θεωρητικά πιο αποτελεσματικό τρόπο. [10]

Ακολουθώντας τη στοιχειομετρία των παραπάνω αντιδράσεων, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι 180 g υδατανθράκων θα δώσουν 24 g Βιο- H_2 . Η συγκεκριμένη τεχνολογική προσέγγιση εκτιμάται ότι μπορεί να πετύχει το 75% της θεωρητικά επιτεύξιμης μετατροπής, οπότε και για την παραγωγή **1 t Βιο- H_2** απαιτούνται **10 t ζυμώσιμων υδατανθράκων**.

Αυτή η μετατροπή είναι κι αυτή που θα χρησιμοποιηθεί στα επόμενα κεφάλαια κατά τους υπολογισμούς του θεωρητικού δυναμικού παραγωγής **Βιο- H_2** .

Βιβλιογραφία

- [1] N. Rettenmaier, A. Schorb, S. Köppen, and et al., “Status of Biomass Resource Assessments, Version 3,”; Biomass Energy Europe Project deliverable, 2010.
- [2] Directorate-General for Research and Innovation and Directorate E: Biotechnologies, Agriculture and Food; *Innovating for Sustainable Growth - A Bioeconomy for Europe*; European Commission, 2012.
- [3] S. K. Sikdar, “Quo vadis energy sustainability?,” *Clean Technol. Environ. Policy*, vol. 11, no. 4, pp. 367–369, 2009.
- [4] E. Ozcan and M. Arentsen, “Nonconformity of policy ambitions with biomass potentials in regional bioenergy transition: A Dutch example,” *Energy Policy*, vol. 65, pp. 212–222, 2014.
- [5] T. Agorasti, I. Eleftherios, and V. Dimitrios, “Modelling of Agricultural Waste Biomass Supply Chains for Energy Production,” pp. 535–546, 2010.
- [6] H. Jørgensen, “The role of industry in a transition towards the BioEconomy in relation to biorefinery,” *IEA Bioenergy Task 42*, 2015.
- [7] A. Zobaa, *Handbook of Renewable Energy Technology*; World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2011.
- [8] G. Berndes, “Biomass Feedstocks for Energy Markets” Report, IEA Bioenergy, 2013.
- [9] P. a. M. Claassen, “Non thermal hydrogen production from biomass,” in *Hydrogen and Fuel cells conference in Birmingham*, 2008.
- [10] P. A. M. Claassen, T. de Vrije, E. Koukios, E. van Niel, I. Eroglu, M. Modigell, A. Friedl, W. Wukovits, and W. Ahrer, “Non-thermal production of pure hydrogen from biomass: HYVOLUTION,” *J. Clean. Prod.*, vol. 18, pp. S4–S8, Dec. 2010.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Βιο-οικονομία κι αειφορία: Σημασία της εφοδιαστικής αλυσίδας

Στο Κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία συνοπτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφορικά με τις προοπτικές ανάπτυξης της Βιο-οικονομίας και τον ρόλο του σχεδιασμού της εφοδιαστικής αλυσίδας σε αυτήν. Θα γίνει εκτενής περιγραφή των ιδιοτεροτήτων των συγκεκριμένων εφαρμογών, καθώς και του τρόπου που σχεδιάζεται και λειτουργεί ένα τέτοιο σύστημα διαχείρισης και τροφοδοσίας βιόμαζας με βάση την πιο πρόσφατη βιβλιογραφία. Τέλος, θα εντοπιστούν τα κρίσιμα σημεία ως προς τον τρόπο επιλογής και βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Λέξεις κλειδιά: Βιο-οικονομία, δυναμικό βιόμαζας, μεταφορά βιόμαζας, εφοδιαστική αλυσίδα, λήψη αποφάσεων εφοδιαστικής

1.1 Εισαγωγή

Υπό μία ευρεία σκοπιά, η βιο-οικονομία αναφέρεται σε σειρά οικονομικών δραστηριοτήτων, οι οποίες σχετίζονται με την εφεύρεση, ανάπτυξη, παραγωγή και χρήση βιολογικών προϊόντων και διεργασιών. [1] Περιλαμβάνει την παραγωγή ανανεώσιμων βιολογικών πόρων και την μετατροπή τους σε τρόφιμα, ζωοτροφές, «βιο-προϊόντα» και βιοενέργεια. Συμπεριλαμβάνει τη γεωργία, τη δασοκομία, την ιχθυοκαλλιέργεια, τα τρόφιμα και την παραγωγή χαρτιού, καθώς και χημικές, βιοχημικές, και ενεργειακές βιομηχανίες. [2]

Η κοινότητα των βιοδιεργασιών παραδοσιακά υποτιμούσε τα θέματα που σχετίζονται με το κόστος και την εφοδιαστική των πρώτων υλών, θεωρώντας τα μη σημαντικά. Οι σχεδιαστές τέτοιων συστημάτων έκαναν την παραδοχή ότι οι υποδομές παραγωγής τροφίμων και ζωοτροφών θα ήταν κι αυτές που θα ανταποκρινόταν στις αυξημένες απαιτήσεις διαχείρισης βιόμαζας. [3] Ωστόσο, μία νεότερη προσέγγιση καταδεικνύει ότι η διαθεσιμότητα κι η διαχείριση βιολογικών πόρων που θα χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες σε βιομηχανικές μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων και άλλων βιο-προϊόντων αναμένεται να αποτελέσει έναν σημαντικό περιοριστικό παράγοντα στο άμεσο μέλλον, μόλις δηλαδή παγιωθεί η χρήση βιόμαζας στο πλαίσιο ενός ολιστικού συστήματος Βιο-οικονομίας. Ως εκ τούτου, ο εξαρχής σχεδιασμός της εφοδιαστικής αλυσίδας, με τη διεύρυνση του πεδίου σχεδιασμού από τις καθαρά βιομηχανικές δραστηριότητες σε ένα ευρύτερο σύστημα, και λαμβάνοντας υπόψιν τόσο τις διαφοροποιούς ιδιαιτερότητες σε σχέση με την εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων όσο και διάφορα εναλλακτικά σενάρια ανάπτυξης του χώρου, αποτελεί κρίσιμο παράγοντα διασφάλισης της βιωσιμότητας. [4]

Σημειώνεται ότι υπάρχουν εκτιμήσεις που δείχνουν ότι 20–40% του κόστους παραγωγής της βιοαιθανόλης οφείλεται στο κόστος εφοδιασμού της πρώτης ύλης, ενώ περίπου το 90% αυτού του κόστους είναι κόστος που σχετίζεται με την εφοδιαστική αλυσίδα. Η περιβαλλοντική διάσταση των βιοκαυσίμων επίσης δε μένει ανεπηρέαστη από το σχεδιασμό και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τόσο το ισοζύγιο άνθρακα και τα εκπεμπόμενα αέρια θερμοκηπίου, όσο και άλλα περιβαλλοντικά ζητήματα όπως τα αιωρούμενα σωματίδια, και η διασφάλιση της αειφορίας του οικοσυστήματος εξαρτώνται άμεσα από αυτήν. [4] [5]

Η διαχείριση του εφοδιαστικού συστήματος καλείται να αναπτύξει ένα πλαίσιο λύσεων ανταποκρινόμενο σε μία σειρά από αβεβαιότητες σε τοπικό, αλλά και διαπεριφερειακό επίπεδο ως προς τις συνθήκες και τους περιορισμούς, συμπεριλαμβανομένων των διαθέσιμων υποδομών, της γεωγραφικής κατανομής των περιοχών συλλογής και των ανταγωνιστικών ή συνεργιστικών σχέσεων μεταξύ χρηστών των συγκεκριμένων πρώτων υλών. [6]

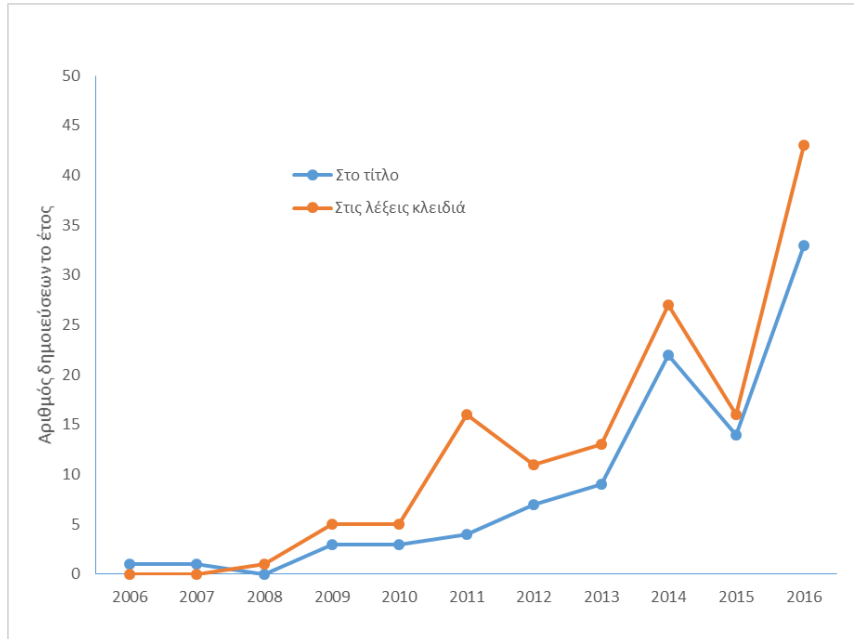
Η σημαντικότητα του σχεδιασμού του εφοδιαστικού συστήματος έχει πλέον αναγνωριστεί και ως εκ τούτου έχει δημιουργηθεί μία αξιολογη βιβλιογραφία τα τελευταία χρόνια. Η πολυπλοκότητα του συστήματος, αποτελεί πρόκληση, καθώς θα πρέπει να βρεθούν λύσεις που να ικανοποιούν πολλαπλές συνθήκες (τοποθεσία μονάδας, διασπορά πρώτων υλών, υποδομές, κτλ.) και πολλαπλούς παίκτες (παραγωγοί/διαχειριστές πρώτων υλών, μεταφορείς, βιομηχανία μετατροπής, διακινητές τελικού προϊόντος, χρήστες κτλ.), με επιλογή από εύρος τεχνολογικών (προκατεργασίες, τεχνολογία μετατροπής, τελικό(ά) προϊόν(τα), τρόπου μεταφοράς κτλ.) και λειτουργιών (διαχείριση αποθεμάτων, δρομολόγια διακίνησης υλικών κτλ.) εναλλακτικών λύσεων. [7]

Η μοντελοποίηση μίας αλυσίδας εφοδιασμού, αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για τη δόμηση αποτελεσματικών και αξιόπιστων συστημάτων τροφοδοσίας βιόμαζας. Εντός αυτού του πλαισίου, θα παρουσιαστούν τρόποι που επιτρέπουν την περιγραφή και διαχείριση ροών μάζας, ενέργειας, κεφαλαίων και πληροφοριών μέσα στα περίπλοκα συστήματα τροφοδοσίας αγροβιομηχανικών εφοδιαστικών αλυσίδων. Ακόμη θα ταυτοποιηθούν τα κρίσιμα σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδας κι η επίδραση τους στη βιωσιμότητα των μονάδων που μελλοντικά θα σχεδιαστούν.

1.2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Η διασφάλιση του εφοδιασμού βιόμαζας σωστής ποιότητας, σε επιθυμητές ποσότητες και στο σωστό χρόνο αποτελεί ένα από τα βασικότερα ζητούμενα κατά το σχεδιασμό συστημάτων παραγωγής βιοκαυσίμων και βιο-προϊόντων.

Η αυξανόμενη σημασία των ζητημάτων που σχετίζονται με την εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να διαπιστωθεί και από τις τάσεις των δημοσιεύσεων που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια. Στο Σχήμα 1.1 παρουσιάζεται η εξέλιξη των δημοσιεύσεων, στη βάση δεδομένων του οίκου Elsevier (www.sciencedirect.com) που έχουν τις λέξεις «εφοδιαστική αλυσίδα» συνδυαστικά με τη «Βιόμαζα», είτε στο τίτλο είτε και στις λέξεις κλειδιά των δημοσιεύσεων.



Σχήμα 1.1: Εφοδιαστική αλυσίδα και βιόμαζα – Δημοσιεύσεις 2006-2016

Πρέπει να σημειωθεί ότι πέραν της ποσοτικής αύξησης των δημοσιεύσεων παρατηρείται και ποιοτική διαφοροποίηση τους, καθώς από προβληματισμούς αρχικής εγκατάστασης μονάδων που ασχολούνταν οι εργασίες των πρώτων χρόνων, έχουμε μεταβεί σε ζητήματα λειτουργίας μονάδων υπό συνθήκες ισχυρού ανταγωνισμού, ως προς τη διαθεσιμότητα των πρώτων υλών.

Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση εντοπίστηκαν 3 κύρια συστατικά του συστήματος που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα οποιασδήποτε αλυσίδας παραγωγής προϊόντων βιο-οικονομίας, ήτοι:

α. Το δυναμικό βιόμαζας: Όσο μεγαλύτερη ακρίβεια έχουμε στον τρόπο υπολογισμού του διαθέσιμου δυναμικού βιόμαζας για μια συγκεκριμένη τεχνολογία μετατροπής, τόσο πιο ασφαλείς θα μπορούν να είναι οι αποφάσεις που θα ληφθούν. Η βιβλιογραφία είναι πλούσια από εκτιμήσεις με διαφορετικές οριακές συνθήκες και παραδοχές, με βάση γεωγραφικούς, τεχνολογικούς κ.α. περιορισμούς.

β. Η μεταφορά και διαχείριση: Η μεγάλη ποικιλομορφία των διαθέσιμων πηγών, η γεωγραφική τους διασπορά, καθώς και οι ειδικότερες απαιτήσεις ως προς τη διαχείρισή τους, παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό της εφοδιαστικής αλυσίδας.

γ. Το πλήρες σύστημα εφοδιασμού κι επεξεργασίας βιόμαζας: Ολόκληρο το σύστημα ξεκινώντας από τον αγρό (ή την αγροβιομηχανία) μέχρι την προκατεργασία και μετατροπή στο τελικό προϊόν, συμπεριλαμβανομένων των κρίσιμων παικτών, των εναλλακτικών διαδρομών αξιοποίησης των ίδιων πρώτων υλών, μαζί με τις

παραμέτρους του χρόνου, του χώρου διάθεσης και προκατεργασίας, αποτελούν μία σειρά από κρίσιμα δεδομένα που θα επηρεάσουν το σχεδιασμό μίας εφοδιαστικής και παραγωγικής αλυσίδας.

Έτσι, ο στόχος του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι η συλλογή των πιο πρόσφατων προσεγγίσεων που αφορούν στο σχεδιασμό εφοδιαστικών αλυσίδων, προκειμένου να αναγνωριστούν οι «παράμετροι ελέγχου» του συστήματος. Στη συνέχεια παρέχονται στοιχεία για το καθένα από αυτά τα συστατικά μέρη του σχεδιαστικού συστήματος.

1.2.1 Δυναμικό βιόμαζας

Το δυναμικό της βιόμαζας και η χωρική του κατανομή και διαθεσιμότητα θα πρέπει να αποτελέσει το σημείο εκκίνησης οποιασδήποτε προσπάθειας για τη δημιουργία εφοδιαστικών αλυσίδων για την παραγωγή βιοπροϊόντων, βιοκαυσίμων και βιοενέργειας. Με δεδομένο τον ολοένα μεγαλύτερο ρόλο που αναμένεται να παίξουν τα βιοκαύσιμα στον μελλοντικό ενεργειακό χάρτη [8][9], μια πιο αναλυτική και στοχευμένη, με βάση την τεχνολογία μετατροπής, εκτίμηση του δυναμικού αυτού, θα παρέχει τα απαραίτητα εφόδια για την άσκηση πολιτικής και τον μακροπρόθεσμο ενεργειακό σχεδιασμό.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι ποιοτικές και ποσοτικές απαιτήσεις εφοδιασμού βιόμαζας θα διαφέρουν σημαντικά συναρτήσει:

- των τάσεων που θα παρατηρηθούν ως προς τις ενεργειακές απαιτήσεις
- των τεχνολογιών ενεργειακής αξιοποίησης των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν
- του τελικού προϊόντος (ηλεκτρισμός, στερεά καύσιμα, υγρά καύσιμα, αέρια καύσιμα, κτλ.)

και ταυτοχρόνα της οικονομικότητας και βιωσιμότητας των εφοδιαστικών λειτουργιών του συστήματος. [6]

Μια ολιστική/συστημική προσέγγιση της βέλτιστης αξιοποίησης των βιολογικών πόρων για την παραγωγή τροφίμων, 'βιο-προϊόντων' και ενεργειακών προϊόντων, πάντα με την συγκεκριμένη αξιακή ιεράρχηση, αναμένεται να αποτελέσει το κλειδί για μια αειφόρο μελλοντική οικονομία και κοινωνία. Σε αυτό το πλαίσιο, μια πιο στέρεη απάντηση στα ζητήματα τόσο του διλήμματος 'τρόφιμα ή καύσιμα' όσο και του βέλτιστου μίγματος ενεργειακών προϊόντων που θα βασίζονται σε βιόμαζα μπορεί να δοθεί μόνο αν διασφαλιστεί μία ποιοτικώς και ποσοτικώς αξιόπιστη εκτίμηση του δυναμικού. Αυτό, επίσης, θα διευκόλυνε την υλοποίηση των τοπικών, περιφερειακών και εθνικών στόχων για την μετάβαση σε μία αειφόρο βιο-οικονομία.

1.2.1.1 Εκτίμηση δυναμικού

Οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις που έχει βρεθεί ότι ακολουθούνται στη βιβλιογραφία μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες με βάση τις παραμέτρους που επιλέγονται για τους υπολογισμούς [10][11]:

- Εκτιμήσεις που βασίζονται σε προβολές της πληθυσμιακής κι οικονομικής ανάπτυξης, και των αντίστοιχων αναγκών σε τρόφιμα κι υλικά (εκτιμήσεις με βάση τη ζήτηση) [12], [13][14]
- Εκτιμήσεις βασισμένες σε συγκεκριμένες υποθέσεις αναφορικά με την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, αξιοποίηση των διαθέσιμων δασικών πόρων για ξυλεία κλπ. (εκτιμήσεις βασισμένες στους διαθέσιμους πόρους) [15][16]

Η αναπαράσταση των δύο αυτών προσεγγίσεων γίνεται στο Σχήμα 1.2 (παραλλαγή από [11])

Αυτό που αποτελεί κοινή παρατήρηση για κάθε εκτίμηση δυναμικού είναι η σαφής επικράτηση των ενεργειακών καλλιεργειών στο συνολικό δυναμικό (συνήθως ξυλώδης βιόμαζα, αφού, ως επί το πλείστον, οι θερμοχημικές τεχνολογίες είναι αυτές που βρίσκονται στο επίκεντρο), μολονότι όλες βασίζονται σε διαφορετικές υποθέσεις χρήσης γης, όπου είτε μέρος της καλλιεργούμενης για τρόφιμα γης, δασικών εκτάσεων, ή εκτάσεων αγρανάπαυσης θα αξιοποιηθούν για την παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών.



Σχήμα 1.2: Προσεγγίσεις εκτιμήσεων δυναμικού

Το εύρος των εκτιμήσεων που μπορεί να βρεθεί στην τρέχουσα βιβλιογραφία είναι τεράστιο. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί κυρίως από το μεγάλο εύρος υποθέσεων και παραδοχών που μπορούν να λάβουν χώρα. Ωστόσο, το κοινό συμπέρασμα που μπορεί να προκύψει από όλες αυτές τις εκτιμήσεις είναι ότι η διαθεσιμότητα της βιόμαζας, σε αυτή τουλάχιστον την φάση ανάπτυξης των σχετικών εφαρμογών της χρήσης της, δεν πρόκειται να αποτελέσει τον περιοριστικό παράγοντα, σε επίπεδο Ε.Ε., έστω κι αν δεν ληφθούν υπόψιν οι δυνατότητες εισαγωγής από τρίτες χώρες [11].

Μελέτη των Fischer και Schrattenholzer [12] τοποθετεί το εύρος αυτό του πρωτογενούς δυναμικού βιόμαζας σε ορίζοντα 50 χρόνων στις τιμές από 33 έως 1135 EJ/a. Ένα δυναμικό στο οποίο την μεγαλύτερη συνεισφορά εκτιμάται ότι θα την έχουν τα ενεργειακά φυτά που θα καλλιεργούνται στην πλεονάζουσα γη (0–988 EJ/a). Ωστόσο, θεωρείται ότι η διαθεσιμότητα του δυναμικού αυτού δεν πρέπει να ληφθεί με κάθεναν τρόπο ως δεδομένη καθώς θα εξαρτηθεί από τους παρακάτω κρίσιμους παράγοντες που θα την καθορίσουν:

- (1) την μελλοντική ζήτηση για τροφές, που θα οριστεί από την πληθυσμιακή αύξηση και τις επικρατούσες διατροφικές συνήθειες
- (2) τον τύπο των συστημάτων παραγωγής τροφίμων που θα επικρατεί παγκοσμίως στο μέλλον
- (3) την παραγωγικότητα των δασών και των ενεργειακών φυτών
- (4) την αυξημένη χρήση των βιο-υλικών
- (5) τη διαθεσιμότητα της υποβαθμισμένης αγροτικής γης
- (6) τις ανταγωνιστικές χρήσεις γης, π.χ. την χρήση της πλεονάζουσας αγροτικής γης για αναδάσώσεις

Μία πιο πρόσφατη ανασκόπηση των Haberl et al [17] θεωρεί ότι το πάνω όριο της εκτίμησης πρακτικά είναι αδύνατο να επιτευχθεί λόγω των παρακάτω δύο περιορισμών που δεν έχουν συνυπολογιστεί στις σχετικές εκτιμήσεις:

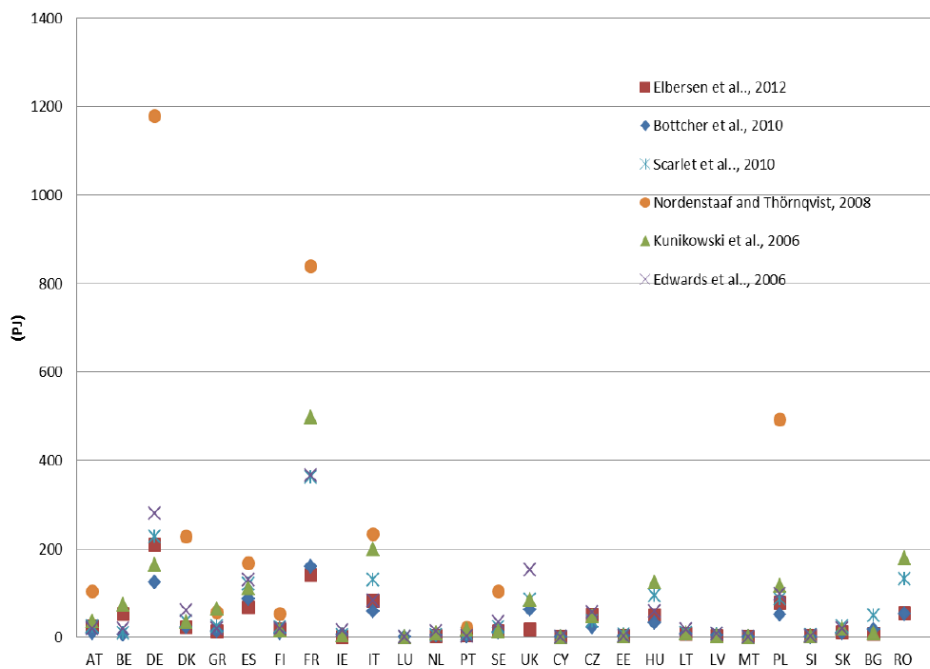
- (1) υπερεκτίμηση της διαθέσιμης γης για ειδικές καλλιέργειες
- (2) υπερεκτίμηση της παραγωγικότητας των υπό καλλιέργεια ειδών, λόγω της προβολής των αποτελεσμάτων των πειραματικών καλλιεργειών σε πραγματικές παραγωγικές συνθήκες σε υποβαθμισμένη μάλιστα γη

Έτσι, σύμφωνα με τους Haberl et al, το πραγματικά αξιοποιήσιμο πρωτογενές δυναμικό βιόμαζας, για το 2050, περιορίζεται στο εύρος 160–270 EJ/a, εφόσον ληφθούν υπόψιν και κριτήρια αειφορίας. Οι ίδιοι υπογραμμίζουν τη σημασία μίας βελτιστοποίησης του συνόλου του παραγωγικού συστήματος, μέσα από την αξιοποίηση των υπολειμματικών μορφών βιόμαζας, για την διεύρυνση του διαθέσιμου δυναμικού.

Δυο σχετικά προσφάτως δημοσιευμένες μελέτες παρουσιάζουν το συνολικό δυναμικό στην Ε.Ε. για βιοκαύσιμα και βιοενεργειακά προϊόντα στο εύρος 6800-8500 PJ στην πρώτη –όπου βιόμαζα από κάθε πιθανή πηγή, συμπεριλαμβανομένων δασικών, ζωικών κι αστικών απορριμμάτων λαμβάνεται υπόψιν-, και περίπου στα 4300 PJ στη δεύτερη – όπου βιόμαζα μόνο από ενεργειακά φυτά και αγροτικά υπολείμματα λαμβάνονται ως εν δυνάμει πηγές βιόμαζας- [18][19]. Εκτιμήσεις για τη

διαθεσιμότητα γης για καλλιέργεια ενεργειακών φυτών στην Ε.Ε., δείχνουν ότι μέχρι 13.2 εκατ. ha, με προοπτικές αυτά να φτάσουν μέχρι και τα 26.2 εκατ. ha το 2030, θα μπορούσαν να διατεθούν για αυτό το σκοπό [20].

Αναλυτικότερη αναφορά στο συγκεκριμένο ζήτημα θα γίνει στο Κεφάλαιο 2. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί εξ αρχής ότι η σχετική βιβλιογραφία δείχνει μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τις εφαρμοζόμενες μεθοδολογίες κι εν τέλει αναπόφευκτα και τα παραγόμενα αποτελέσματα. Αρκετά συχνά, ωστόσο, δεν είναι σαφής η εικόνα των υποθέσεων και των χαρακτηριστικών του εκτιμώμενου δυναμικού. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες συγκέντρωσης και ομογενοποίησης των αποτελεσμάτων αυτών (βλ. την παραπομπή [11]), ωστόσο σε αρκετές περιπτώσεις αυτή η ομογενοποίηση παραμένει αναγκαστικά ως χαρτογράφηση σεναρίων, καθώς δεν έχει τελικώς νόημα η εκτίμηση «Του Δυναμικού» ως μίας απόλυτης έννοιας, αλλά ως στοιχείο ενός ευρύτερου πλαισίου αξιοποίησης πόρων υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Μία ενδεικτική εικόνα του σχετικού εύρους τιμών που παρατηρείται στις εκτιμήσεις δυναμικού στην περίπτωση των αχύρων δημητριακών δίνεται στο Σχήμα 1.3.



Σχήμα 1.3: Δυναμικό αχύρου δημητριακών στις χώρες μέλη ΕΕ27 + Ελβετία [21]

1.2.1.2 Διαθεσιμότητα δυναμικού

Η μεταβλητότητα από έτος σε έτος της διαθεσιμότητας της πρώτης ύλης αποτελεί ένα βασικό στρατηγικό ζήτημα που θα πρέπει να έχει διαφωτιστεί προκειμένου να μπορεί να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα οποιασδήποτε μονάδας που θα αξιοποιεί αυτή την πρώτη ύλη. Η χρήση χρονοσειρών της παραγωγής των διαφόρων ειδών βιόμαζας και μεθόδων παλινδρόμησης για την πρόβλεψη μελλοντικών τάσεων

αποτελεί μία βασική προσέγγιση κατά τον στρατηγικό σχεδιασμό για να εκτιμηθεί η διαθεσιμότητα κι οι όροι διάθεσης των πρώτων υλών.

Κατά τις εκτιμήσεις αυτές θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν δυο περαιτέρω περιορισμοί, που αφορούν στη συλλογή της πρώτης ύλης, ειδικότερα όταν πρόκειται για αγροτικά ή δασικά υπολείμματα:

A. Οι δυνατότητες του διαθέσιμου εξοπλισμού που συχνά περιορίζουν στο 75% την συλλεξιμότητα της πρώτης ύλης,

B. Μία ελάχιστη ποσότητα που θα πρέπει να αφηθεί στον αγρό για τις ανάγκες ανάκτησης των θρεπτικών του εδάφους. Η ποσότητα αυτή μπορεί να έχει διακυμάνσεις εξαρτώμενες από την ποιότητα του εδάφους, τις διαβρωτικές τάσεις, και την οργανική ύλη του εδάφους που είναι απαραίτητη για να διατηρηθεί η παραγωγικότητα του εδάφους στα ίδια επίπεδα. [22]

Η λειτουργία ενός βιοδιυλιστηρίου ανεξάρτητα από το θεωρητικό ή και άλλου τύπου δυναμικό της πρώτης ύλης στην περιοχή όπου θα εγκατασταθεί, θα εξαρτηθεί κατά κύριο λόγο από τη δυνατότητα του να καταφέρει να του διατεθούν οι ποσότητες που θα του επιτρέπουν την κερδοφόρα λειτουργία του, υπό συνθήκες ανταγωνισμού. Σε αυτό το σημείο είναι, επίσης, σημαντική η κατανόηση των εναλλακτικών δυνατοτήτων που μπορεί να έχει ένα βιοδιυλιστήριο:

1. Ισορροπημένη αγορά, με συνθήκες ολιγοπωλείου-ολιγοπωνίου και ισορροπίας τιμών: Σε αυτή την αγορά εφοδιασμού πρώτων υλών η τοπική ζήτηση της(των) πρώτης(ων) υλών είναι σε απόλυτη ισορροπία με την τοπική προσφορά πρώτων υλών. Η διάθεση των πρώτων υλών σε μεγάλο βαθμό θα εξαρτηθεί κι από το, οικονομικό κίνητρο των αγροτών, το οποίο είναι χρονικά και χωρικά μεταβαλλόμενο. Οι συνθήκες ολιγοπωλείου και ολιγοπωνίου δεν επιτρέπουν να αναπτυχθούν συνθήκες πλήρους ανταγωνισμού, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα στις τιμές.

2. Τα βιοδιυλιστήρια διασφαλίζουν εκ των προτέρων μία περιοχή τροφοδοσίας που θα τους παρέχει επαρκή πρώτη ύλη με βάση την ετήσια παραγωγικότητα: Σε αυτή την περίπτωση και πάλι υπάρχει ισορροπία προσφοράς και ζήτησης στην τοπική αγορά, ωστόσο, η διάθεση της πρώτης ύλης έχει διασφαλιστεί από τα βιοδιυλιστήρια, εκ των προτέρων, με βάση συμβολαϊκή γεωργία.

3. Τα βιοδιυλιστήρια διασφαλίζουν μία περιοχή τροφοδοσίας με βάση την ελαχιστοποίηση της διακινδύνευσης μη επαρκούς πρώτης ύλης για την λειτουργία τους: Πρόκειται για την ίδια δομή με την προηγούμενη, με μόνη διαφορά ότι το βιοδιυλιστήριο δεσμεύει εκτάσεις αρκετές ώστε να ελαχιστοποιεί και τους κινδύνους λόγω διακύμανσης της παραγωγικότητας. [22]

Η στρατηγική που θα ακολουθηθεί είτε πρόκειται για επιχειρηματικό επίπεδο, είτε για επίπεδο πολιτικής, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τις παραπάνω τρεις εναλλακτικές, και να αξιολογήσει την πιο συμφέρουσα και βιώσιμη για τον χρονικό ορίζοντα λειτουργίας της κάθε μονάδας. Η οικονομική βιωσιμότητα δεν είναι αρκετό να ιδωθεί μόνο από την οπτική του βιοδιυλιστηρίου. Αυτή θα πρέπει να εκτιμηθεί για όλους τους παίκτες, καθώς μόνο με αυτό τον τρόπο θα διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος.

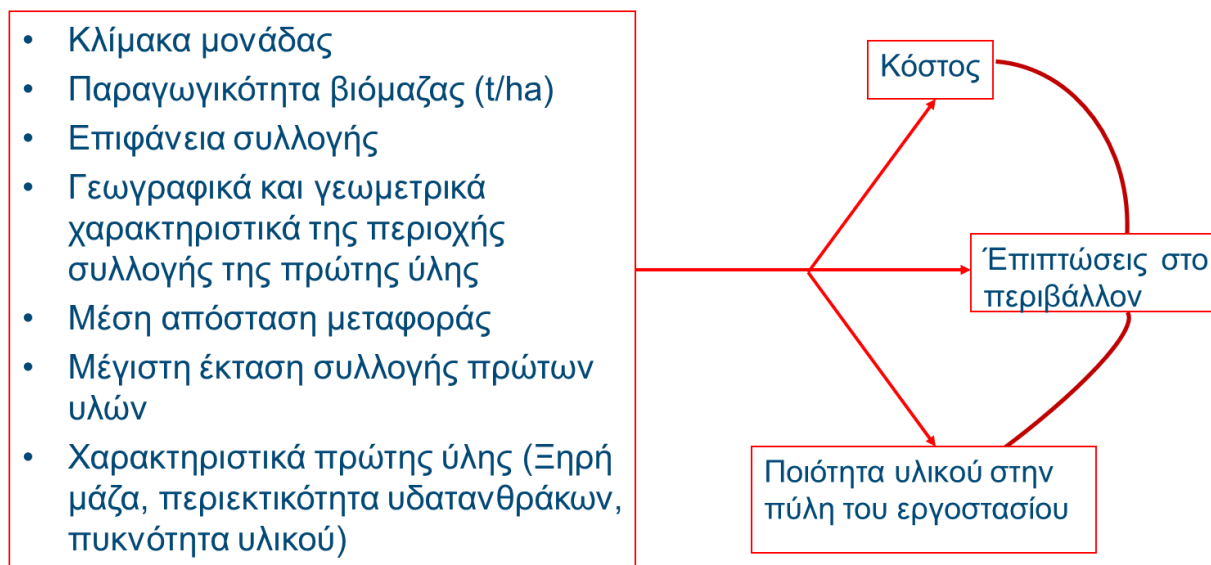
1.2.2 Μεταφορά και διαχείριση πρώτων υλών βιόμαζας

Η μεγάλη διασπορά των πηγών βιόμαζας δημιουργεί τις ανάγκες για ιδιαίτερα σύνθετα σχήματα εφοδιαστικών αλυσίδων. Ως εκ τούτου, υπήρξε σχετική βιβλιογραφία τόσο πρωτογενούς έρευνας όσο κι εν συνεχεία ανασκοπήσεων αναφορικά με τα διαθέσιμα εργαλεία μοντελοποίησης και λήψης αποφάσεων. Σε αυτήν λαμβάνονται υπόψιν η διασπορά, η συλλογή κι η αποθήκευση, καθώς και η μετατροπή και τελική χρήση της βιόμαζας. Τα σχετικά διαθέσιμα εργαλεία μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως ακολούθως [23]:

- (1) Προσομοίωσης διακριτών γεγονότων
- (2) Μαθηματικού προγραμματισμού
- (3) Αναλύσεων διακινδύνευσης και αβεβαιοτήτων

Η σύνθετη δομή που απαιτεί η μεταφορά και διαχείριση των βιολογικών πόρων παίζει αποφασιστικό ρόλο στη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ανασκόπηση στη σχετική βιβλιογραφία που θα ακολουθήσει θα προσπαθήσει να δώσει την εικόνα για τα κρίσιμα σημεία όλης αυτής της διαδικασίας και ενδεικτικούς τρόπους αντιμετώπισης τους. Η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφίας, ωστόσο, γίνεται αρκετά δύσκολη με δεδομένο ότι οι σχετικές μελέτες διαφοροποιούνται ως προς την προσέγγιση, το σκοπό και τις οριακές συνθήκες τους. Ωστόσο, τα εργαλεία και οι μεθοδολογίες που καταγράφονται παρέχουν έναν χρήσιμο χάρτη για τις διαθέσιμες προσεγγίσεις. Η αποδελτίωση ενός σημαντικού αριθμού δημοσιεύσεων παρέχεται στο Παράρτημα 1.

Η μεταφορά της πρώτης ύλης από τον χώρο παραγωγής της (είτε ως κύριο προϊόν μίας καλλιέργειας είτε ως παραπροϊόν μίας αγροτικής ή αγροβιομηχανικής δραστηριότητας) στην μονάδα προκατεργασίας και μετατροπής της, με την ελάχιστη απώλεια χρήσιμου υλικού, το ελάχιστο δυνατό κόστος και περιβαλλοντική επιβάρυνση, στο σωστό χρόνο, αποτελεί το κύριο αντικείμενο αυτής της δραστηριότητας. Οι κύριες παράμετροι που επιδρούν σε αυτό το βήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.4



Σχήμα 1.4: Κρίσιμες παράμετροι που επιδρούν στη μεταφορά και τη διαχείριση βιόμαζας

Τα περισσότερα μοντέλα σχεδιασμού των διεργασιών διαχείρισης και μεταφοράς, που αναφέρονται στη βιβλιογραφία εστιάζουν στις θερμοχημικές τεχνολογίες μετατροπής [24][25][26]. Ωστόσο, με την ενσωμάτωση του ζητήματος της διατήρησης των υδατανθράκων των πρώτων υλών (συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης) μπορούν αυτά να προσαρμοστούν και στην περίπτωση των πρώτων υλών που προορίζονται για βιοχημικές τεχνολογίες.

Για τα συνήθη συστήματα εφοδιασμού πρώτων υλών βιόμαζας σε μονάδα παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων, π.χ. του βιο-υδρογόνου με την υπό μελέτη τεχνολογία, η μεταφορά από το σημείο παραγωγής στο σημείο προκατεργασίας και μετατροπής ακολουθεί δύο πιθανά μοντέλα:

- Μεγάλες ποσότητες πρώτης ύλης βρίσκονται συγκεντρωμένες σε κεντρικά σημεία: Τα αγρο-βιομηχανικά υπολείμματα ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Έτσι, για παράδειγμα μεγάλες ποσότητες φλούδας πατάτας και πίτουρου βρίσκονται συγκεντρωμένες σε μονάδες επεξεργασίας πατάτας και αλευρόμυλους, αντίστοιχα. Οι υπολογισμοί της βέλτιστης χωροταξικής τοποθέτησης διαφόρων διεργασιών, η βέλτιστη δυναμικότητα και τα σχετιζόμενα με αυτά κόστη μπορούν να προσδιοριστούν με βάση ενός μοντέλου γραμμικής μεταφοράς. Η παραρτηματική μονάδα που θα εγκατασταθεί δίπλα στην ήδη υπάρχουσα αγρο-βιομηχανική μονάδα αποτελεί μία υποπερίπτωση, όπου η απόσταση μεταφοράς και κατά προέκταση και το αντίστοιχο κόστος μηδενίζονται.
- ◀ Διαθεσιμότητα πρώτων υλών με μεγάλη χωρική διασπορά: Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τόσο ενεργειακές καλλιέργειες όπως το σακχαρότευτλο, ο μίσχανθος, και το σακχαρούχο σόργο, όσο και αγροτικά υπολείμματα όπως τα άχυρα. Σε αυτή την περίπτωση η περιγραφή της συλλογής και μεταφοράς των

πρώτων υλών είτε από τον αγρό είτε από τοπικά σημεία προσωρινής αποθήκευσης, προς την μονάδα επεξεργασίας και μετατροπής, μπορεί να δοθεί από ένα πιο σύνθετο μοντέλο, όπου οι παρακάτω παράμετροι θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν:

- Δυναμικότητα μονάδας (t/a)
- Παραγωγικότητα βιόμαζας ($t/(ha*a)$)
- Ποσοστό κάλυψης έκτασης από την συγκεκριμένη πρώτη ύλη
- Γεωγραφικές ιδιαιτερότητες περιοχής που θα προκαλέσουν σημαντικές αποκλείσεις από γραμμικές διαδρομές κατά την μεταφορά των πρώτων υλών. (Tortuosity)

Η μέση απόσταση μεταφοράς, η οποία μπορεί να υπολογιστεί με συσχέτιση των παραπάνω παραμέτρων θα παρέχει τη συνολική απόσταση μεταφοράς, κι αυτή η απόσταση συνδυασμένη με την συνολική ποσότητα βιόμαζας που θα πρέπει να μεταφερθεί θα δώσει μία εκτίμηση του κόστους μεταφοράς. Έτσι, θα μπορεί να εκτιμηθεί η βέλτιστη δυναμικότητα μονάδας (και η χωρητικότητα της), η οποία θα αντισταθμίζει την αύξηση του κόστους συλλογής και μεταφοράς με αυτό της οικονομίας κλίμακας [27].

Το μοντέλο του Overend [28] με τις διάφορες παραλλαγές του [29], όπως βρέθηκαν στη βιβλιογραφία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μία αρχική εκτίμηση της επίδρασης της μεταφοράς στην συνολική βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ενσωμάτωση δεδομένων των επικρατουσών κλιματικών συνθηκών, του χρονικού περιθωρίου που υπάρχει για τη συλλογή, καθώς και της διαθεσιμότητας εξοπλισμού κατά τη συλλογή και μεταφορά θα ολοκληρώσει τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την λήψη αποφάσεων.

1.2.3 Εφοδιαστικά συστήματα βιόμαζας

1.2.3.1 Σχεδιασμός εφοδιαστικών συστημάτων

Όταν λαμβάνεται υπόψιν η πλήρης αλυσίδα εφοδιασμού ενός αγροενεργειακού προϊόντος αυτή, σε αντιστοιχία με τις αλυσίδες άλλων αγροτικών προϊόντων θα αποτελείται από διάφορους κόμβους, τους «παίκτες» του συστήματος. Τέτοιοι «παίκτες», για ένα τυπικό μη ενεργειακό σύστημα θα μπορούσαν να είναι ο αγρότης, η μονάδα επεξεργασίας, οι μεταφορείς, ο χοντρέμπορας και ο λιανέμπορας. (βλ. Σχήμα 1.5)



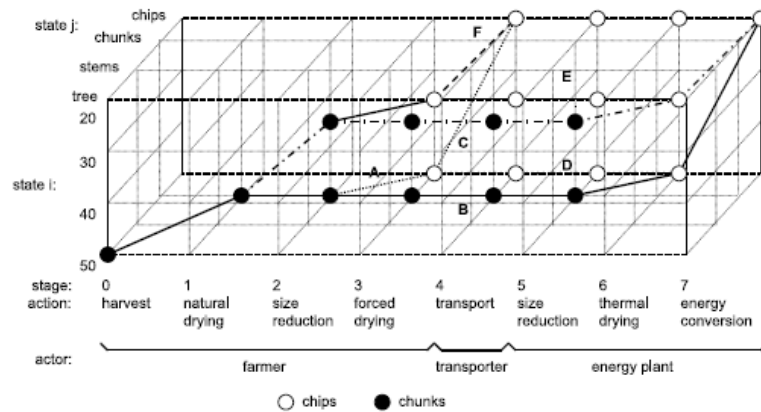
Σχήμα 1.5: Παίκτες αγροεφοδιαστικού συστήματος [30]

Ο κάθε παίκτης ενδέχεται να αναλαμβάνει μία ή περισσότερες δράσεις από τις παρακάτω:

- Διαχείριση,
- Επεξεργασία,
- Μεταφορά,
- Αποθήκευση

Καθένα από αυτά τα στάδια έχει επίδραση στα χαρακτηριστικά ποιότητας του προϊόντος. Ένα σημαντικό, κατά προέκταση, στοιχείο του σχεδιασμού του εφοδιαστικού συστήματος, είναι η κατανομή των απαιτούμενων παραπάνω δράσεων σε αυτούς τους παίκτες. Αυτή η κατανομή και η σημασία ή το «βάρος» του κάθε παίκτη στην επιτυχία ενός εφοδιαστικού συστήματος βιόμαζας θα πρέπει να σχεδιαστεί και να αποτιμηθεί με ιδιαίτερη προσοχή για να υπάρξει ένα βιώσιμο σύστημα. Ο προσδιορισμός της αρχικής κατάστασης ποιότητας και της επιθυμητής ή ιδεατής κατάστασης ποιότητας της για τις ανάγκες της βιο-οικονομικής εφαρμογής για την οποία προορίζεται αποτελεί το σημείο εκκίνησης του σχεδιασμού.

Ένα τυπικό παράδειγμα, για μία μονάδα βιο-ενεργειακού προϊόντος παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.6. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο παράδειγμα, κατά το σχεδιασμό πρέπει να αποφασιστεί ποια από τις δράσεις της ξήρανσης (φυσική, ή με τεχνικά μέσα) και μείωσης μεγέθους της πρώτης ύλης θα πρέπει να λάβουν χώρα και σε ποιο σημείο της αλυσίδας (στον αγρό ή στην «πύλη του εργοστασίου»). Με βάση και το σχήμα οι διεργασίες της συλλογής και της μεταφοράς λαμβάνουν χώρα ανεξαρτήτως του μονοπατιού που θα επιλεγεί, ωστόσο το μεταφερόμενο προϊόν αλλάζει ανάλογα με την επιλεγθείσα διαδρομή.



Σχήμα 1.6.: Παράδειγμα εφοδιαστικής αλυσίδας με πρώτη ύλη, ιτιά, σε μία μονάδα ενεργειακού προϊόντος [30]

Ο βέλτιστος σχεδιασμός, όπου όχι μόνο οι οικονομικοί στόχοι της παραγωγικής μονάδας θα επιτευχθούν αλλά και οι εμπλεκόμενοι παίκτες θα παραμείνουν ικανοποιημένοι θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν ότι η ανάπτυξη της αλυσίδας με κριτήρια ποιότητας γίνεται κι ως προς τη διάρκεια των διεργασιών. Με δεδομένα τα δυναμικά χαρακτηριστικά οποιασδήποτε εφοδιαστικής αλυσίδας βιόμαζας, ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για έναν κύκλο της αλυσίδας, όπου η πρώτη ύλη θα πρέπει να βρίσκεται σε μία συγκεκριμένη κατάσταση ποιότητας και μορφή, θα μπορούσε να αποτελεί ένα κριτήριο βελτιστοποίησης κατά το σχεδιασμό. [30]

Η επιλογή της βέλτιστης αλυσίδας μπορεί να επιτευχθεί και μέσω μίας προσέγγισης σύνθεσης διεργασιών (process synthesis approach). Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση όλη η περιοχή που ξεκινά από την παραγωγή της βιόμαζας και καταλήγει στο τελικό προϊόν, έχοντας συμπεριλάβει στάδια μεταφοράς κι αποθήκευσης της πρώτης ύλης, αποτελεί τα διευρυμένα όρια της παραγωγικής μονάδας. Εντός των ορίων αυτών λαμβάνουν χώρα αποκεντρωμένες και κεντροποιημένες δράσεις [31], όπου η επιλογή γίνεται με βάση την τεχνική, οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική αειφορία του συστήματος που θα προκύψει. Σε ένα τέτοιο μοντέλο η μεταφορά αποτελεί μία ακόμη διεργασία, που επηρεάζει και την κατάσταση των μεταφερόμενων υλικών. Η χαρτογράφηση όλων των δυνατών διαδρομών από τον αγρό μέχρι το τελικό προϊόν μέσα από την σύνθεση διεργασιών δίνει την εικόνα των εναλλακτικών δυνατοτήτων.

Μία τέτοια χαρτογράφηση, των διαδρομών και της χωρικής τοποθέτησης των διεργασιών, για την περίπτωση της παραγωγής βιο-υδρογόνου μέσα από διεργασίες ζύμωσης δίνεται στο Σχήμα 1.7.

Η επιλογή της βέλτιστης διαδρομής θα γίνει καταρχήν με βάση τα οικονομικά και τα περιβαλλοντικά δεδομένα. Σημειώνουμε ότι 3 βασικές διαδρομές μπορούν να αναγνωριστούν μέσα από αυτόν τον χάρτη.

I: Προκατεργασία το εγγύτερο δυνατό στον αγρό με την μονάδα μετατροπής σε τοπικό ή κεντρικό επίπεδο

II: Μόνο η αρχική μεταφορά και αποθήκευση να λαμβάνει χώρα σε τοπικό επίπεδο και κάθε άλλη προκατεργασία σε κεντρική μονάδα παραγωγής βιο-υδρογόνου

III: Κάθε μεταφορά, αποθήκευση και προκατεργασία να λαμβάνει χώρα απευθείας στην κεντρική μονάδα παραγωγής υδρογόνου, χωρίς καμία «τοπική εμπλοκή» στις διεργασίες.

Το σημερινό μοντέλο των μονάδων παραγωγής ζάχαρης είναι το II ή το III, ανάλογα και με τις επικρατούσες τοπικές συνθήκες. Ενώ το επιθυμητό, για τις συνθήκες μίας μελλοντικής βιο-οικονομίας είναι, μεταξύ άλλων, η ευελιξία, η οποία θα μπορούσε να παρέχεται από σχήματα που οι διεργασίες προκατεργασίας και μετατροπής θα είναι σε μικρότερες κλίμακες και πιο κοντά στον αγρό. Αυτό θα συνεισέφερε και στην καλύτερη κατανομή της παραγόμενης αξίας, μεταξύ των παικτών.

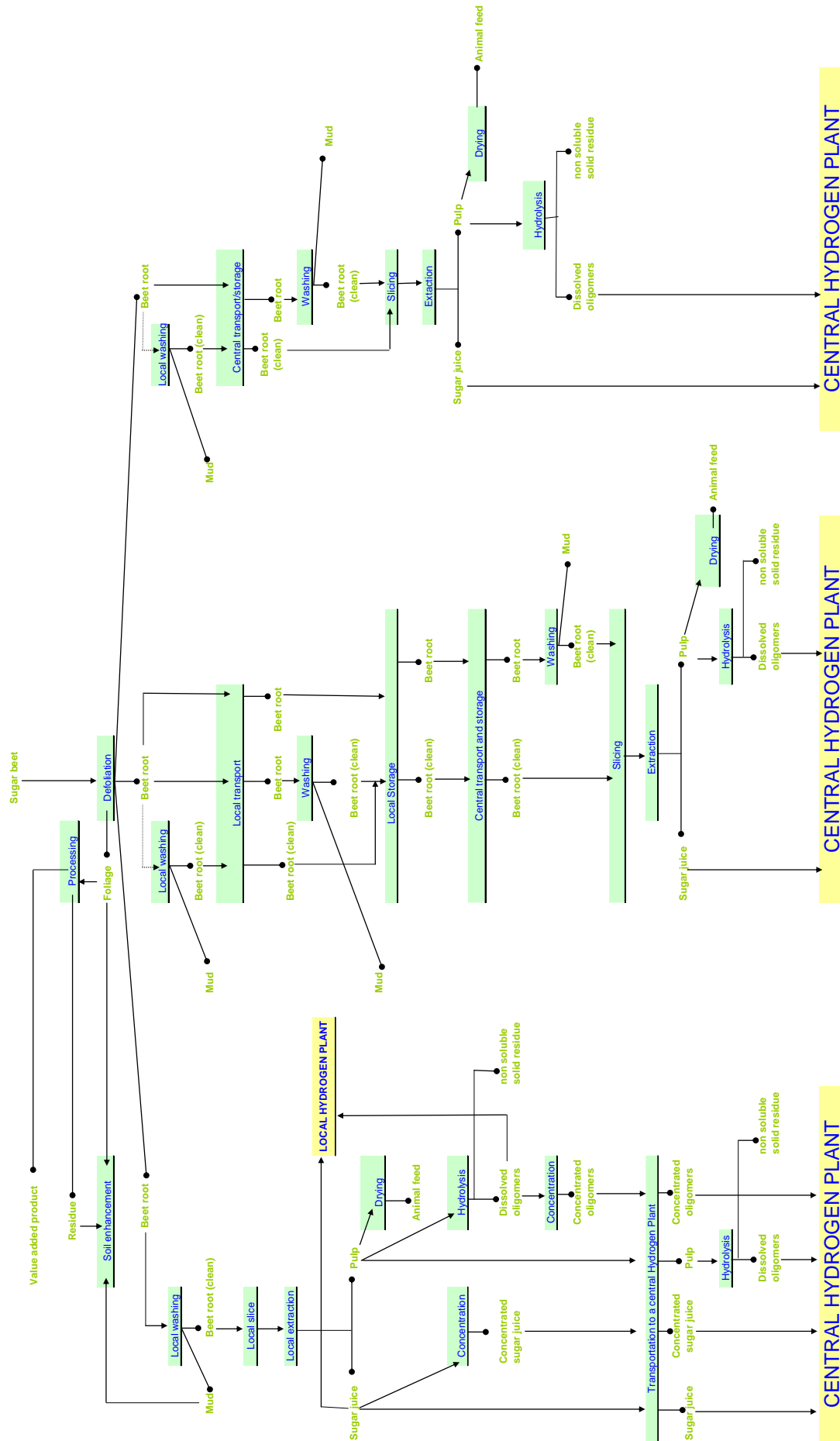
Η επιλογή της βέλτιστης διαδρομής θα πρέπει να γίνει αφού οριστεί καταρχήν ο στόχος της βελτιστοποίησης (οικονομικός, περιβαλλοντικός, κοινωνικός). Οι αναλυτικοί υπολογισμοί θα πρέπει να ακολουθήσουν, υπό τις συνθήκες της περιοχής στην οποία πρόκειται να εγκατασταθεί η αλυσίδα παραγωγής αξίας.

Τις περισσότερες φορές οι τοπικές συνθήκες είναι αυτές που θα καθορίσουν τις σχέσεις ανταγωνισμού ή συνεργασίας που θα αναπτυχθούν μεταξύ διαφόρων παικτών του συστήματος εφοδιασμού βιόμαζας, οπότε και θα παίξουν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή της διαδρομής που θα ακολουθηθεί.

Η δημιουργία μίας τοπικής αγοράς βιόμαζας θα είναι προς όφελος των παρακάτω παικτών:

- Αγρότες,
- Προμηθευτές αγροτικής βιόμαζας,
- Βιομηχανικοί αγοραστές βιόμαζας
- Σχεδιαστές του συστήματος/παράγοντες πολιτικής,
- Μεταφορείς

Οι προμηθευτές της βιόμαζας καθώς και οι χρήστες/βιομηχανικοί αγοραστές της κατέχουν μεγαλύτερη ισχύ στην αγορά και για αυτό τον λόγο θεωρούνται ως επικρατέστεροι στη λήψη αποφάσεων του συνολικού συστήματος. Από την άλλη, οι 3 υπόλοιποι προαναφερθέντες παίκτες δεν έχουν την απαιτούμενη ισχύ για να ορίσουν την τιμή της πρώτης ύλης. [27]



Σχήμα 1.7: Χαρτογράφηση των εν δυνάμει διαδρομών από το σακχαρότευτλο στο βιο-υδρογόνο

1.2.3.2 Λήψη αποφάσεων – Επίπεδα αποφάσεων

Στη βιβλιογραφία οι σχετικές με την εφοδιαστική βιόμαζας μελέτες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως προς την αντικειμενική συνάρτηση που επιλέγουν, με βάση τον τελικό στόχο βελτιστοποίησης. Έτσι έχουμε:

- Συνάρτηση ελαχιστοποίησης συνολικού κόστους: όπου τις περισσότερες φορές επιλέγονται μοντέλα τα οποία ενσωματώνουν τις διεργασίες συλλογής, προκατεργασίας-μετατροπής και διαχείρισης τελικού προϊόντος, συνυπολογίζοντας αρκετά συχνά και την διάσταση γεωγραφικής τοποθέτησης όλων των σχετικών διεργασιών.
- Συνάρτηση μεγιστοποίησης συνολικής κερδοφορίας: σε αυτή την περίπτωση λαμβάνεται υπόψιν και η τιμή πώλησης του προϊόντος και οι όποιες επιδοτήσεις που θα ενίσχυαν την θέση του προϊόντος στην αγορά.
- Μεγιστοποίηση της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ): Οικονομική βελτιστοποίηση όπου λαμβάνεται υπόψιν η δυναμικότητα και η τοποθεσία μίας μονάδας, οι απαιτήσεις σε πρώτες ύλες καθώς και οι τεχνολογικές επιλογές προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η ΚΠΑ.
- Πολλαπλών στόχων: Μελέτες όπου γίνεται μία προσπάθεια να τεθούν πολλαπλά κριτήρια βελτιστοποίησης όπου η τελική επιλογή να έχει έναν συμβιβασμό μεταξύ αυτών των κριτηρίων. Τις περισσότερες φορές εξετάζονται οι επιδράσεις διαφόρων παραμέτρων προκειμένου να βρεθεί μία λύση όπου αφενός θα είναι οικονομικά βιώσιμη, αφετέρου περιβαλλοντικά αποδεκτή.

Με βάση και τον ορισμό της εφοδιαστικής, στην φάση του σχεδιασμού θα πρέπει να ληφθούν αποφάσεις σε μία σειρά από θέματα, όπως η επιλογή των κατάλληλων πρώτων υλών, οι τεχνολογίες προκατεργασίας και μετατροπής, το(α) προϊόν(τα), οι χώροι αποθήκευσης, η δυναμικότητα, ο εξοπλισμός διαχείρισης (φορτηγά, θεριστικές μηχανές κτλ.), κτλ.

Μπορούν να αναγνωριστούν τρία επίπεδα λήψης αποφάσεων:

1. Αποφάσεις στρατηγικής: αφορά σε αποφάσεις που κατά βάση αποσκοπούν σε μακρόν ορίζοντα (πέραν του έτους), έστω κι αν ορισμένες φορές μπορεί να ανακύψει η ανάγκη αναθεώρησης τους σε συντομότερο χρόνο. Η διασφάλιση της πρώτης ύλης, η κατανομή της ανάμεσα σε έναν αριθμό μονάδων, η επιλογή του τρόπου μεταφοράς των πρώτων υλών αποτελούν αποφάσεις τέτοιας κατηγορίας. Ο σχεδιασμός κι οι αποφάσεις, κυρίως σε αυτό το επίπεδο θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τις αντικειμενικές συναρτήσεις βελτιστοποίησης πολλαπλών εν δυνάμει παικτών

(παραγωγοί πρώτης ύλης, μεταφορείς, μονάδα μετατροπής, κ.α.) ώστε να μπορούν να διασφαλίζουν την βιωσιμότητα και την αιεφορία του προτεινόμενου συστήματος.

2. Αποφάσεις τακτικής: Αυτού του επιπέδου οι αποφάσεις αφορούν έναν χρονικό ορίζοντα ορισμένων μηνών, και πρόκειται για ζητήματα εφοδιαστικής, όπως ο προγραμματισμός των διαθέσιμων αποθεμάτων των αποθηκών, της διαχείρισης του εξοπλισμού, των τρόπων προκατεργασίας και μεταφοράς.

3. Αποφάσεις διαχείρισης: Οι αποφάσεις αυτού του επιπέδου λαμβάνονται για ζητήματα πολύ στενού χρονικού ορίζοντα (από μερικές ώρες μέχρι λίγες εβδομάδες), κι αποσκοπούν στην αντιμετώπιση των καθημερινών ζητημάτων μίας μονάδας παραγωγής, με έμφαση στις λειτουργικές λεπτομέρειες. Η ημερήσια διαχείριση των αποθεμάτων και η επίβλεψη των παραδόσεων αποτελούν ζητήματα αυτής της κατηγορίας. [7] [32] (βλ. και Πίνακα 1.1)

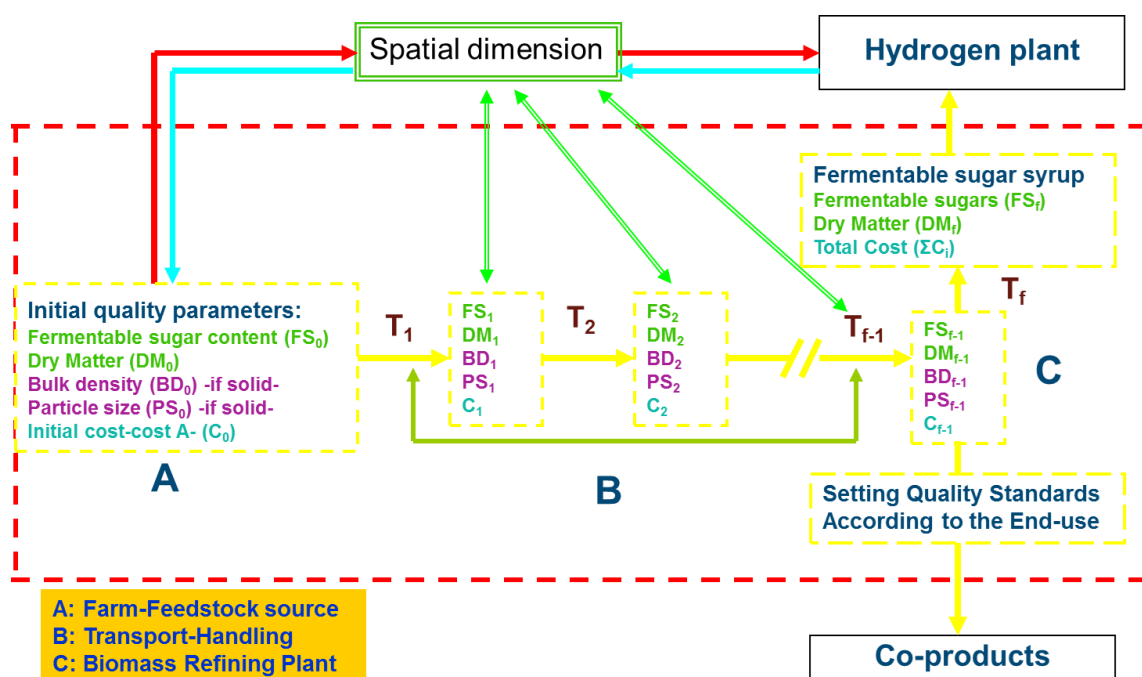
Πίνακας 1.1: Επίπεδα και αντικείμενα αποφάσεων εφοδιαστικής αλυσίδας βιομάζας [7] [32]

Στρατηγικό επίπεδο	Μακροπρόθεσμες αποφάσεις (ορίζοντας έτους)	Μεσοπρόθεσμες αποφάσεις (ορίζοντας μηνών)	Βραχυπρόθεσμες αποφάσεις (ορίζοντας εβδομάδας, μέρας ή και ώρας)
Στρατηγικό επίπεδο	<p>Αποθήκευση</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Χωροθέτηση ➤ Δυναμικότητα ➤ Τύπος <p>Προκατεργασία</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Χωροθέτηση ➤ Δυναμικότητα ➤ Τύπος <p>Βιοδιυλιστήρια</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Χωροθέτηση ➤ Δυναμικότητα ➤ Τύπος <p>Βιομάζα</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Πηγές ➤ Τρόποι αγοράς <p>Μεταφορά</p> <p>Τρόποι μεταφοράς</p>	<p>Σχεδιασμός αποθεμάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Θεριζόμενες ποσότητες σε κάθε αγρό ➤ Θεριζόμενες ποσότητες σε κάθε περίοδο <p>Έλεγχος αποθεμάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ποσότητες παραγγελιών ➤ Χρόνος παραγγελιών <p>Διαχείριση στόλου οχημάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Μέγεθος κάθε αποστολής ➤ Ο αριθμός των οχημάτων που θα απαιτηθούν ➤ Διαδρομές ➤ Προγραμματισμός αποστολών <p>Επιλογή μεθόδων συλλογής και αποθήκευσης</p>	<p>Σχεδιασμός αποθεμάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ο χρονικός προγραμματισμός της συλλογής σε μια δεδομένη μέρα <p>Διαχείριση στόλου οχημάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Καθημερινός προγραμματισμός οχημάτων
	Τακτικό επίπεδο		Διαχειριστικό επίπεδο

1.3 Σχεδιάζοντας αειφόρα παραγωγικά συστήματα

Ο σχεδιασμός κι η εν συνεχεία βελτιστοποίηση της αλυσίδας παραγωγής αξίας στο πλαίσιο εφαρμογών βιο-οικονομίας, είναι μία ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία που απαιτεί μεγάλο όγκο πληροφοριών. Θα πρέπει ποικίλες ανάγκες και παράμετροι να αξιολογηθούν, σε συνάρτηση πάντα και με τα τοπικά στοιχεία της περιοχής που θα φιλοξενήσει την εφαρμογή.

Ένα κρίσιμο σημείο κατά την μοντελοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ο ορισμός των κρίσιμων παραμέτρων ποιότητας της πρώτης ύλης με βάση και τις τεχνολογίες προκατεργασίας και μετατροπής που θα επιλεγούν. Στην περίπτωση των βιοχημικών μετατροπών η ανάγκη η πηγή άνθρακα να βρίσκεται σε συγκεκριμένη μορφή, ως ζυμώσιμοι υδατάνθρακες, δημιουργεί ένα επιπλέον επίπεδο πολυπλοκότητας, καθώς η διατήρηση αυτών καθ' όλο το μήκος της αλυσίδας αποτελεί έναν από τους παράγοντες ελέγχου όλου του συστήματος. Τα κύρια ζητήματα που απασχολούν, στην περίπτωση της αλυσίδας παραγωγής βιο-υδρογόνου παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.8.



Σχήμα 1.8: Παράμετροι σχεδιασμού εφοδιαστικής αλυσίδας

Ο σχεδιασμός μίας τέτοιας αλυσίδας θα απαιτήσει τη συσχέτιση των παραμέτρων αυτών με:

- ◀ Την χωρική διάσταση
 - διασπορά πηγών βιόμαζας,
 - χωρική τοποθέτηση των διεργασιών προκατεργασίας (κεντρικές ή

αποκεντρωμένες μονάδες προκατεργασίας),

- χαρακτηριστικά δικτύου μεταφοράς

◀ Την χρονική διάσταση

- εποχικότητα διάθεσης πρώτων υλών,

- χρόνος που απαιτείται για τη συλλογή των πρώτων υλών,

- χρονική διαθεσιμότητα εξοπλισμού,

- σταθερότητα ποιότητας πρώτων υλών με τον χρόνο (που θα ορίσει τη μορφή, τη διάρκεια και τις συνθήκες αποθήκευσης)

◀ Την περιβαλλοντική διάσταση

- ενεργειακές δαπάνες αλυσίδας,

- εκπομπές CO₂-eq της αλυσίδας,

- διατήρηση ποιοτικών χαρακτηριστικών εδάφους,

- διαχείριση υδάτινων πόρων,

◀ Την κοινωνική διάσταση

- απασχόληση,

- οικονομικοί δείκτες,

- δεκτικότητα καινοτομίας,

- κοινωνικά χαρακτηριστικά σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο

Βιβλιογραφία

- [1] OECD International Futures Programme; The bioeconomy to 2030 : designing a policy agenda; Organization for Economic Co-operation and Development, 2009.
- [2] Directorate-General for Research and Innovation and Directorate E: Biotechnologies, Agriculture and Food; Innovating for Sustainable Growth - A Bioeconomy for Europe; European Commission, 2012.
- [3] L. Diamantopoulou, L. Karaoglanoglou, E. Koukios, “bm2bh: Selecting biomass feedstocks for biohydrogen production - A new approach”; in 15th EU BC&E, 2007, p. 2025.
- [4] G. Zaimes, N. Vora, S. Chopra, A. Landis, and V. Khanna, “Design of Sustainable Biofuel Processes and Supply Chains: Challenges and Opportunities”; Processes, vol. 3, no. 3, pp. 634–663, 2015.
- [5] S. D. Ekşioğlu, A. Acharya, L. E. Leightley, and S. Arora, “Analyzing the design and management of biomass-to-biorefinery supply chain”; Comput. Ind. Eng., vol. 57, no. 4, pp. 1342–1352, Nov. 2009.
- [6] T. Agorasti, I. Eleftherios, and V. Dimitrios, “Modelling of Agricultural Waste Biomass Supply Chains for Energy Production”; pp. 535–546, 2010.
- [7] N. Z. Atashbar, N. Labadie, and C. Prins, “Modeling and optimization of biomass supply chains: A review and a critical look”; IFAC-PapersOnLine, vol. 49, no. 12, pp. 604–615, 2016.
- [8] I. Lewandowski, “Securing a sustainable biomass supply in a growing bioeconomy,” Glob. Food Sec., vol. 6, pp. 34–42, 2015.
- [9] J. E. G. van Dam, B. de Klerk-Engels, P. C. Struik, and R. Rabbinge, “Securing renewable resource supplies for changing market demands in a bio-based economy”; Ind. Crops Prod., vol. 21, no. 1, pp. 129–144, Jan. 2005.
- [10] R. van den B. Goran Berndesa, Monique Hoogwijk, “The Contribution of Biomass in the Future Global Energy Supply: A Review of 17 studies”; Biomass and Bioenergy, vol. 25, pp. 1–28, 2003.
- [11] B. Batidzirai, E. M. W. Smeets, and A. P. C. Faaij, “Harmonising bioenergy resource potentials - Methodological lessons from review of state of the art bioenergy potential assessments”; Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 16, no. 9, pp. 6598–6630, 2012.
- [12] G. Fischer and L. Schrattenholzer, “Global bioenergy potentials through 2050”; Biomass and Bioenergy, vol. 20, pp. 151–159, 2001.
- [13] W. J. Hall DO, Rosillo-Calle F, Williams RH, “Biomass for Energy: Supply

- Prospects. Renewable energy—sources for fuels and electricity”; Washington, 1993.
- [14] H. Yamamoto, et al. , “Evaluation of bioenergy potential with a multiregional global land use and energy model”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 20, pp. 151–9, 2001.
- [15] K. Ericsson and L. J. Nilsson, “Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource-focused approach,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 30, no. 1, pp. 1–15, Jan. 2006.
- [16] M. Hoogwijk, A. Faaij, R. van den Broek, G. Berndes, D. Gielen, and W. Turkenburg, “Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 25, no. 2, pp. 119–133, 2003.
- [17] H. Haberl, T. Beringer, S. C. Bhattacharya, K.-H. Erb, and M. Hoogwijk, “The global technical potential of bio-energy in 2050 considering sustainability constraints,” *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, vol. 2, pp. 394–403, 2010.
- [18] European Environment Agency, Report on “Maximising the environmental benefits of Europe’s bioenergy potential”, Bioenergy Task 43, 2008.
- [19] B. Koch, “Summary Report on Illustration Cases”; Biomass Energy Europe Project Deliverable; 2010.
- [20] E. Krasuska, C. Cadórniga, J. L. Tenorio, G. Testa, and D. Scordia, “Potential land availability for energy crops production in Europe,” *Biofuels, Bioprod. Biorefining*, vol. 4, no. 6, pp. 658–673, Nov. 2010.
- [21] R. Pudelko, M. Borzecka-Walker, and A. Faber, “The feedstock potential assessment for EU-27 + Switzerland in NUTS-3”; "BioBoost" project deliverable; pp. 1–162, 2013.
- [22] R. Golecha and J. Gan, “Effects of corn stover year-to-year supply variability and market structure on biomass utilization and cost,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 57, pp. 34–44, 2016.
- [23] J. B. Holm-Nielsen and E. A. Ehimen, Eds., "Biomass Supply Chains for Bioenergy and Biorefining"; 1st ed. Woodhead Publishing Ltd, 2016.
- [24] D. Nilsson, “Dynamic Simulation of Straw Harvesting Systems: Influence of Climatic, Geographical and Biological Factors on Performance and Costs,” *J. Agric. Eng. Res.*, vol. 76, no. 1, pp. 27–36, May 2000.
- [25] J. Allen, M. Browne, A. Hunter, J. Boyd, and H. Palmer, “Logistics management and costs of biomass fuel supply”; *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, vol. 28, no. 6, pp. 463–477, Aug. 1998.
- [26] A. Celma, S. Rojas, and F. Lopez Rodriguez, “Waste-to-energy possibilities for

- industrial olive and grape by-products in Extremadura”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 31, no. 7, pp. 522–534, Jul. 2007.
- [27] J. C. Sun, P. X. Li, and L. N. Hou, “Game equilibrium of agricultural biomass material competition -Its assumptions, conditions and probability”; *Energy Procedia*, vol. 5, pp. 1163–1171, 2011.
- [28] R. P. Overend, “The average haul distance and transportation work factors for biomass delivered to a central plant”; *Biomass*, vol. 2, no. 1, pp. 75–79, 1982.
- [29] M. H. Nguyen and R. G. H. Prince, “A simple rule for bioenergy conversion plant size optimisation: Bioethanol from sugar cane and sweet sorghum”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 10, no. 5–6, pp. 361–365, 1996.
- [30] J. K. Gigler, E. M. T. Hendrix, R. A. Heesen, V. G. W. Van Den Hazelkamp, and G. Meerdink, “On optimisation of agri chains by dynamic programming”; *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 139, no. 3, pp. 613–625, 2002.
- [31] L. Halasz, G. Povoden, and M. Narodoslowsky, “Sustainable processes synthesis for renewable resources”; *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 44, no. 3 SPEC. ISS., pp. 293–307, 2005.
- [32] E. Iakovou, A. Karagiannidis, D. Vlachos, A. Toka, and A. Malamakis, “Waste biomass-to-energy supply chain management: a critical synthesis”; *Waste Manag.*, vol. 30, no. 10, pp. 1860–70, Oct. 2010.
- [33] A. Kumar, J. B. Cameron, and P. C. Flynn, “Biomass power cost and optimum plant size in western Canada”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 24, no. 6, pp. 445–464, Jun. 2003.
- [34] D. Nilsson, “SHAM—a simulation model for designing straw fuel delivery systems. Part 1: model description”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 16, no. 1, pp. 25–38, Jan. 1999.
- [35] D. Nilsson, “SHAM - a simulation model for designing straw fuel delivery systems. Part 2: model applications”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 16, no. 1, pp. 39–50, Jan. 1999.
- [36] J. K. Gigler, G. Meerdink, and E. M. . Hendrix, “Willow supply strategies to energy plants”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 17, no. 3, pp. 185–198, Sep. 1999.
- [37] A. C. Caputo, M. Palumbo, P. M. Pelagagge, and F. Scacchia, “Economics of biomass energy utilization in combustion and gasification plants: effects of logistic variables”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 28, no. 1, pp. 35–51, Jan. 2005.
- [38] W. Huisman, P. Venturi, and J. Molenaar, “Costs of supply chains of *Miscanthus giganteus*”; *Ind. Crops Prod.*, vol. 6, no. 3–4, pp. 353–366, Aug. 1997.
- [39] W. Huisman, “Optimising Harvesting and Storage Systems for Energy Crops in

- The Netherlands”; Paper presented at the International Conference on Crop Harvesting and Processing, February 9-11, 2003, Louisville, Kentucky, USA
- [40] J. S. Cundiff, N. Dias, and H. D. Sherali, “A linear programming approach for designing a herbaceous biomass delivery system”; *Bioresour. Technol.*, vol. 59, no. 1, pp. 47–55, Jan. 1997.
- [41] I. Tatsiopoulou, “Economic aspects of the cotton-stalk biomass logistics and comparison of supply chain methods”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 24, no. 3, pp. 199–214, Mar. 2003.
- [42] B. Möller and P. S. Nielsen, “Analysing transport costs of Danish forest wood chip resources by means of continuous cost surfaces”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 31, no. 5, pp. 291–298, May 2007.
- [43] J. W. Worley, D. H. Vaughan, and J. S. Cundiff, “Energy analysis of ethanol production from sweet sorghum”; *Bioresour. Technol.*, vol. 40, no. 3, pp. 263–273, Jan. 1992.
- [44] R. L. Graham, B. C. English, and C. E. Noon, “A Geographic Information System-based modeling system for evaluating the cost of delivered energy crop feedstock”; *Biomass and Bioenergy*, vol. 18, no. 4, pp. 309–329, Apr. 2000.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Χαρτογράφηση δυναμικού βιόμαζας: Μεθοδολογία και προοπτικές αξιοποίησης για παραγωγή βιοκαυσίμων

Οποιαδήποτε προσπάθεια δημιουργίας μίας εφοδιαστικής αλυσίδας για την παραγωγή βιοκαυσίμων θα πρέπει να ξεκινήσει από τη διασφάλιση της πρώτης ύλης με τεchnοοικονομικά βιώσιμο και κοινωνικο-περιβαλλοντικά αειφόρο τρόπο. Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει μία προσπάθεια δημιουργίας ενός πλαισίου και γενικών αρχών για την χαρτογράφηση του θεωρητικού δυναμικού βιόμαζας για βιοκαύσιμα μέσω συγκεκριμένης τεχνολογικής διαδρομής, εντός συγκεκριμένων γεωγραφικών ορίων. Υπό αυτό το πρίσμα δημιουργήθηκε ο χάρτης πρώτων υλών που θα μπορούσαν να παρέχουν υδατάνθρακες για τη ζυμωτική παραγωγή βιο-υδρογόνου στις χώρες της Ε.Ε., κι έγινε η αξιολόγηση των δυνατοτήτων αξιοποίησής τους. Η χαρτογράφηση αυτή έγινε με την επεξεργασία στοιχείων χρήσης γης, αγροτικής και αγροβιομηχανικής παραγωγής, τόσο σε επίπεδο χωρών της Ε.Ε. όσο και εν συνεχεία σε επίπεδο περιφερειών που μελετήθηκαν (βλ. Κεφάλαιο 4). Η ανακτησιμότητα των υδατανθράκων, και οι όποιοι σχετικοί περιορισμοί που θα οφείλονται στο επιλεχθέν τεχνολογικό μονοπάτι που θα μελετηθεί, αποτέλεσαν περαιτέρω ζητήματα που εξετάστηκαν προκειμένου να αξιολογηθούν οι πρώτες ύλες. Η προσαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης σε διαφορετικού τύπου εφαρμογές, μολονότι αυτή έχει δημιουργηθεί για συγκεκριμένη τεχνολογική διαδρομή μετατροπής, θα είναι εύκολη υπό την προϋπόθεση ότι θα έχουν οριστεί οι τεχνικές απαιτήσεις ως προς την πρώτη ύλη. Η ενσωμάτωση στοιχείων χρονικής διαθεσιμότητας της κάθε υποψήφιας πρώτης ύλης, καθώς και επιλογών πολιτικής, όπως η αλλαγή χρήσης γης, είναι επίσης εφικτή και μπορεί να εμπλουτίσει τη χρηστικότητα της μεθοδολογίας.

Λέξεις κλειδιά: βιολογικές πρώτες ύλες, βιολογική παραγωγή υδρογόνου, εφοδιαστική αλυσίδα, δυναμικό βιόμαζας

2.1 Εισαγωγή

Η αύξηση του παγκόσμιου ενδιαφέροντος για την περαιτέρω ανάπτυξη εφαρμογών Βιο-οικονομίας οι οποίες θα βασίζονται στη βιόμαζα ως πρώτη ύλη καθιστά αναγκαία την καλύτερη κατανόηση της έννοιας του διαθέσιμου και αξιοποιήσιμου δυναμικού. Μία ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας (βλ. και Κεφάλαιο 1) δείχνει αφενός τον μεγάλο αριθμό μελετών που εστιάζουν σε αυτή τη διάσταση αφετέρου το τεράστιο εύρος των σχετικών εκτιμήσεων. Το δεύτερο καταδεικνύει και σειρά αβεβαιοτήτων που διαπερνούν τις εκτιμήσεις αυτές, ως προς:

- τις αειφόρες πρακτικές για χρήσεις γης,
- τις αναγκαίες ποσότητες οργανική ύλης για την αειφόρο χρήση εδαφών,
- τις δυνατότητες συλλογής και αξιοποίησης,
- τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των πρώτων υλών,
- τις τεχνολογικές δυνατότητες για την πρόσβαση, συλλογή, προκατεργασία, μετατροπή των πρώτων υλών βιόμαζας, και την διάθεση του τελικού ενεργειακού προϊόντος,
- τις πολιτικές που θα ενθαρρύνουν τις χρήσεις χωρίς να οδηγούν σε υπερεκμετάλλευση κι εν τέλει εξάντληση των πόρων,
- τις ανάγκες για άλλες χρήσεις, με πρωτεύουσα αυτή των προϊόντων διατροφής,
- τον τρόπο που οι εθνικές ή περιφερειακές πολιτικές επηρεάζουν την παγκόσμια κατάσταση,

Ως εκ τούτου, οι εκτιμήσεις βασίζονται σε σενάρια που προσπαθούν να παρέχουν τον απαιτούμενο οδικό χάρτη για την σταδιακή βελτιστοποίηση της χρήσης βιόμαζας για ενεργειακές και άλλες εφαρμογές. Η προσπάθεια εναρμόνισης προκειμένου να προτυποποιηθεί η όποια εκτίμηση, προς τα παρόν δεν φαίνεται να είναι εφικτή. Ωστόσο, η ανάγκη αφενός για εκτιμήσεις όπου θα αντιμετωπίζεται το σύστημα στο σύνολο του, δηλαδή με ταυτόχρονη παραγωγή τροφίμων, ζωοτροφών, ενέργειας κι άλλων εφαρμογών [1], αφετέρου η όποια εκτίμηση δυναμικού να έχει διατυπωμένες με διαφανή τρόπο τις παραδοχές στις οποίες βασίζεται, φαίνεται να είναι τα βασικότερα ζητούμενα [2].

Η προσέγγιση που ακολουθείται σε αυτό το κεφάλαιο στοχεύει στο να γίνει μια εκτίμηση δυναμικού για τις χώρες της Ε.Ε. και για την Ε.Ε. στο σύνολο της, με επίκεντρο ένα συγκεκριμένο τεχνολογικό μονοπάτι, αυτό της παραγωγής Βιο-υδρογόνου μέσω ζύμωσης δύο σταδίων (βλ. Κεφάλαιο 0) [3] [4]. Πρέπει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία θεωρείται μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική

τεχνολογία για την παραγωγή υδρογόνου από βιόμαζα [5][6][7]. Δύο Ευρωπαϊκά έργα στα οποία συμμετείχε το Εργαστήριο Οργανικής Χημικής Τεχνολογίας αποτέλεσαν και την αφορμή για την ανάπτυξη και την εφαρμογή του μοντέλου της συγκεκριμένης εκτίμησης [3] [4] [8].

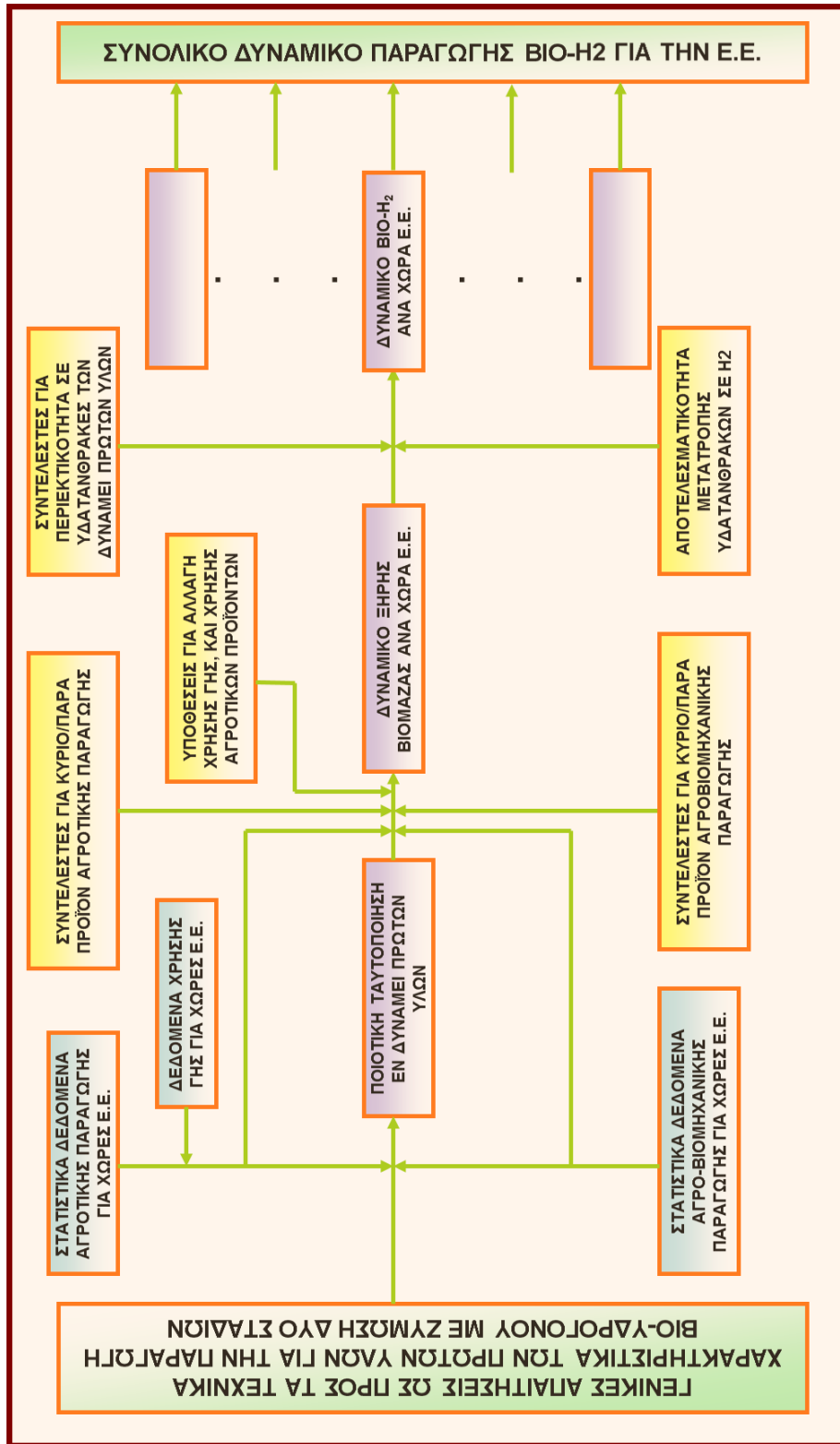
Εστιάζοντας στην προαναφερθείσα τεχνολογία, θεωρητικά στο πεδίο του ενδιαφέροντος μας εμπύπτουν όλες οι εν δυνάμει πηγές υδατανθράκων από αγροτικές ή αγροβιομηχανικές δραστηριότητες [9]. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι για την συγκεκριμένη εκτίμηση, τα παραπροϊόντα της διαχείρισης των δασικών πόρων, καθώς και αυτά των δασικών βιομηχανιών αφέθηκαν εκτός, αφενός επειδή διαθέτουν ήδη την πολύ πιο καθιερωμένη αγορά των θερμοχημικών τεχνολογιών (καύση, αεριοποίηση κτλ.), αφετέρου επειδή η ανάκτηση ζυμώσιμων σακχάρων από τις συγκεκριμένες πρώτες ύλες απαιτεί πολύ μεγαλύτερη προσπάθεια, και πιο σύνθετα μονοπάτια επεξεργασίας, με άμεση επίπτωση στο τελικό κόστος και στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα τους.

Η μετάβαση από το θεωρητικό δυναμικό παραγωγής BioH_2 σε αυτό που θα βασίζεται στις πραγματικά αξιοποιήσιμες πρώτες ύλες απαιτεί τη μελέτη μιας σειράς παραγόντων που θα περιορίζαν την διαθεσιμότητα, όπως οι ανταγωνιστικές χρήσεις, η ανακτησιμότητα των υδατανθράκων, κίνητρα διάθεσης των παραγωγών κτλ. Μια τέτοια εκτίμηση, θα είχε οποιαδήποτε πρακτική αξία, εφόσον εφαρμοστεί σε γεωγραφικά εντοπισμένο χώρο, π.χ. σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο, και με συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα καθώς μόνο σε αυτό το επίπεδο οι όποιες αβεβαιότητες θα περιοριστούν σε ένα διαχειρίσιμο επίπεδο. Υπό αυτό το πρίσμα, η μεθοδολογία που θα περιγραφεί, στην πλήρη έκταση της, θα εφαρμοστεί στην περιοχή της Θεσσαλίας και για χρονικό ορίζοντα 20 χρόνων, στο Κεφάλαιο 4, όπου την αρχική εκτίμηση του θεωρητικού δυναμικού θα την ακολουθήσει η διερεύνηση των προοπτικών αξιοποίησης αυτού του δυναμικού σε τοπικό επίπεδο για την παραγωγή βιο-υδρογόνου.

2.2 Μεθοδολογία

2.2.1 Το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο

Η συνολική μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του δυναμικού παραγωγής BioH_2 στην Ε.Ε. μπορεί να χαρακτηριστεί “bottom-up” και παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.1. Η εφαρμογή της μπορεί να λάβει χώρα με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, όταν πρόκειται και για μικρότερης γεωγραφικής έκτασης εκτιμήσεις, όπου καθώς η πρόσβαση στα τοπικά δεδομένα θα είναι πιο άμεση η κατάστρωση των ισοζυγίων μάζας καθίσταται και πιο εύκολη.

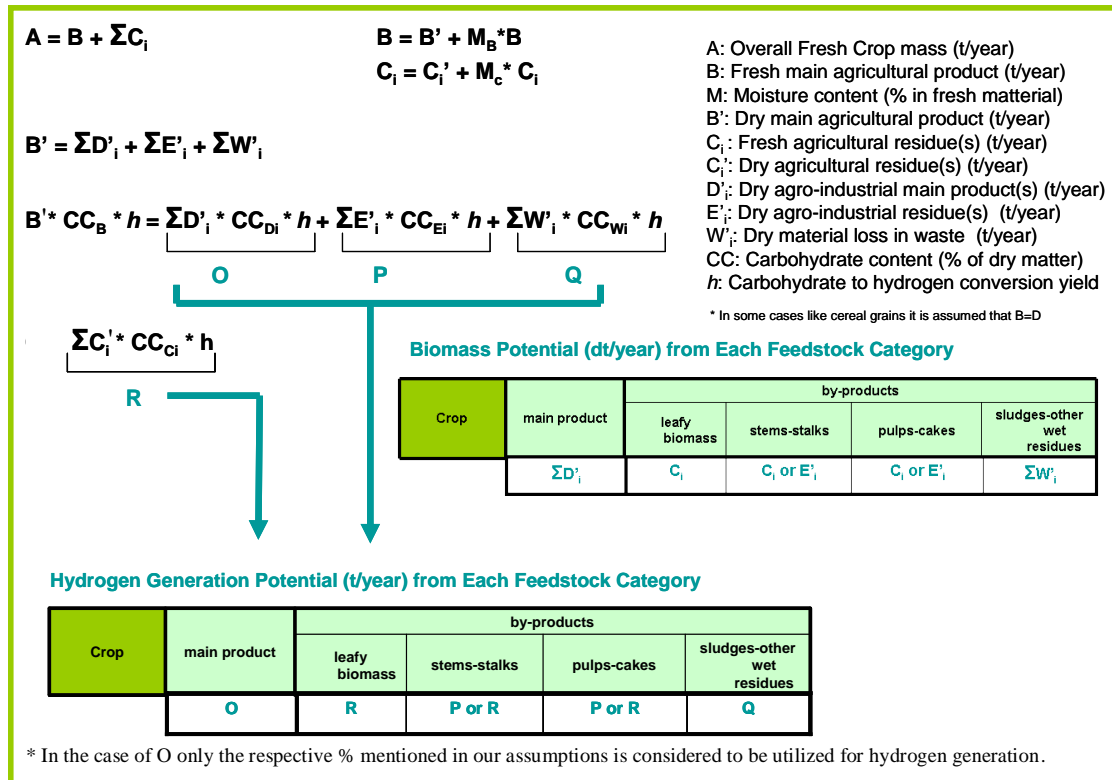


Σχήμα 2.1: Προσέγγιση αναλυτικής χαρτογράφησης του δυναμικού

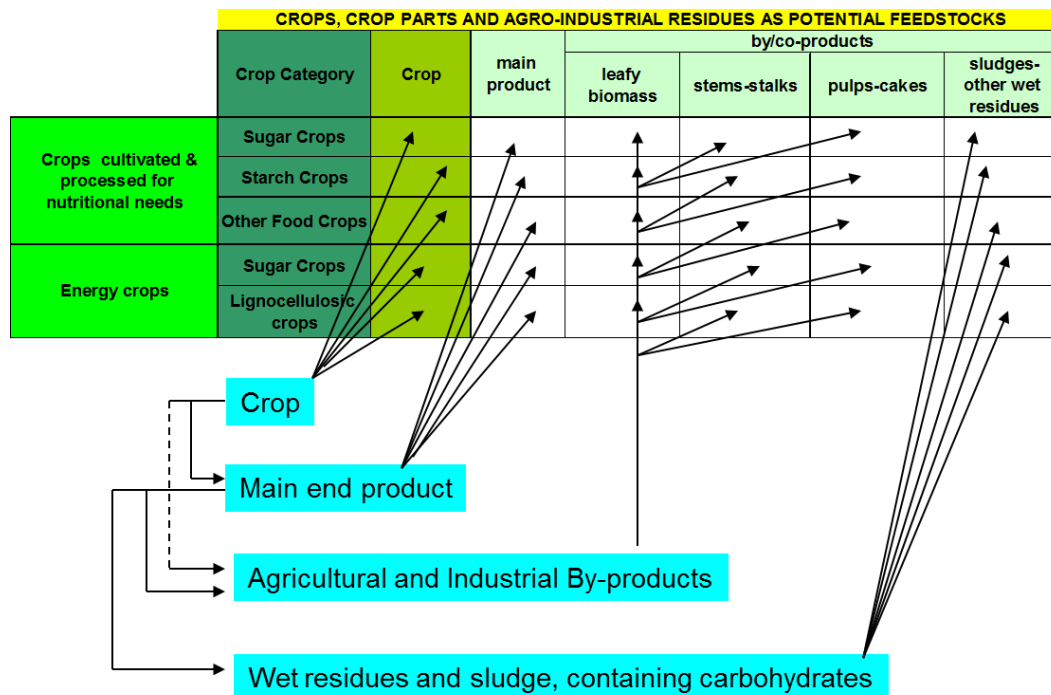
Σύμφωνα με το παραπάνω σχήμα το προτεινόμενο μοντέλο εκτίμησης έχει τα παρακάτω εισερχόμενα:

- ◀ Τις ελάχιστες απαιτήσεις ως προς τα χαρακτηριστικά των πρώτων υλών με βάση την υπό μελέτη τεχνολογία παραγωγής BioH₂
- ◀ Τα ιστορικά και τρέχοντα στατιστικά δεδομένα για την αγροτική παραγωγή στις χώρες της Ε.Ε. [10]
- ◀ Τα ιστορικά και τρέχοντα στατιστικά δεδομένα για τις αγρο-βιομηχανικές δραστηριότητες στις χώρες της Ε.Ε. [11]
- ◀ Παραδοχές για αλλαγές χρήσης γης (από αγρανάπαυση σε παραγωγή ενεργειακών φυτών) και χρήσης γεωργικών προϊόντων (από τρόφιμα σε ενέργεια)
- ◀ Σε αρκετές περιπτώσεις πρωτογενή στοιχεία που να ορίζουν τα δευτερεύοντα προϊόντα/παραπροϊόντα και απόβλητα των φυτών και της βιομηχανικής τους επεξεργασίας δεν είναι διαθέσιμα. Έτσι ορίστηκαν συνετελεστές που να συσχετίζουν το κύριο αγροτικό ή αγροβιομηχανικό προϊόν με τα υπόλοιπα προϊόντα/απόβλητα της αλυσίδας του. Οι συνετελεστές που χρησιμοποιούμε για να ορίσουμε τη σχέση κύριου και παραπροϊόντος για τα διάφορα υπό μελέτη αγροτικά και αγροβιομηχανικά προϊόντα, σύμφωνα τόσο με τις τρέχουσες πρακτικές της σχετικής αγοράς όσο και με βάση πειραματικά δεδομένα αποτελούν επίσης εισερχόμενο του μοντέλου [12][13][14]. Οι σχετικές παραδοχές παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα 2 (Πίνακες Π2.2α&β).
- ◀ Πειραματικά δεδομένα [15], βιβλιογραφικά στοιχεία και εκτιμήσεις ειδικών για τη σύσταση της κάθε υπό εξέταση πρώτης ύλης και ειδικότερα για την περιεκτικότητα υδατανθράκων [13]
- ◀ Η τεχνολογία παραγωγής BioH₂ βάση της οποίας προκύπτει η απόδοση της μετατροπής των υδατανθράκων σε υδρογόνο. Στην πρώτη φάση της εκτίμησης η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί είναι το θεωρητικό μέγιστο. [16]

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε εντός του πλαισίου υπολογισμών που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.2.



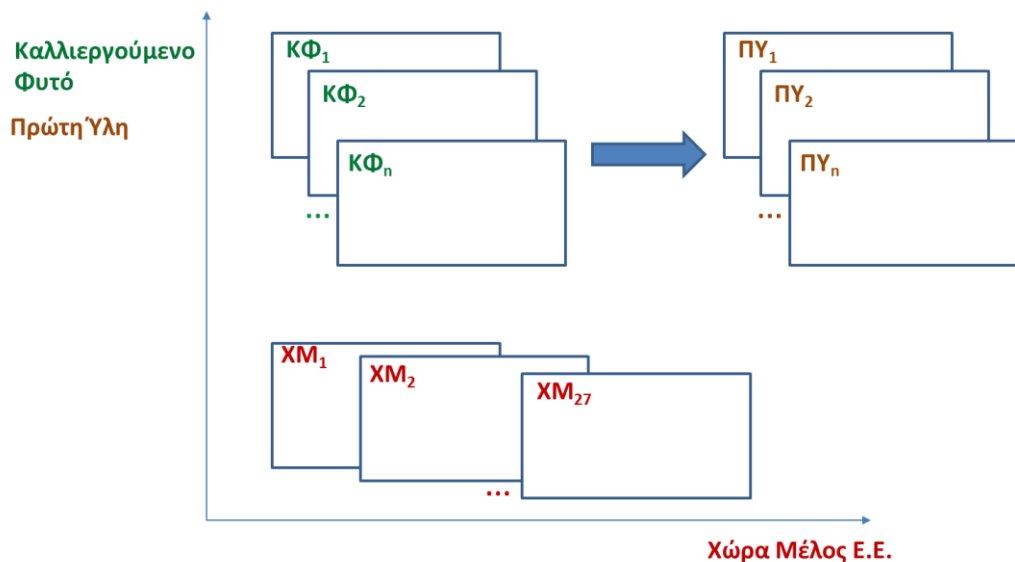
Σχήμα 2.2: Υπολογισμοί του μοντέλου εκτίμησης δυναμικού με αναλυτική χαρτογράφηση πρώτων υλών



Σχήμα 2.3: Διάρθρωση Πινάκων Χαρτογράφησης Δυναμικού (ΠΧΔ)

Το μοντέλο στην έξοδο του θα δώσει:

- Τους Πίνακες Χαρτογράφησης Δυναμικού (ΠΧΔ). Η διάρθρωση των πινάκων αυτών παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.3, ενώ οι ποσοτικοί υπολογισμοί θα βασίζονται στο μοντέλο που περιγράφεται στο Σχήμα 2.2. Το παράδειγμα της Ε.Ε., σε αυτό το κεφάλαιο, και της περιφέρειας της Θεσσαλίας στο Κεφάλαιο 4, είναι τα δυο παραδείγματα που θα παρουσιαστούν σε πρώτη φάση. Σημειώνεται ότι όλες οι εν δυνάμει πρώτες ύλες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή του βιο-υδρογόνου, αντιμετωπίστηκαν με την προσέγγιση ενός βιο-διυλιστηρίου. Κατά την χαρτογράφηση, όλες αυτές οι διαφορετικές πρώτες ύλες που θα μπορούσαν να είναι διαθέσιμες από κάθε φυτό, αποτυπώνονται αρχικά ποιοτικά κι εν συνεχεία ποσοτικά στον ΠΧΔ.
- ◀ Φακέλους για την κάθε χώρα και τις διαθέσιμες της πρώτες ύλες, καθώς και φακέλους για το κάθε φυτό και πρώτη ύλη (βλ. Σχήμα 2.4) Για το κάθε φυτό δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων όπου λήφθηκαν υπόψιν τόσο το κύριο προϊόν όσο και τα παραπροϊόντα του, όπως αυτά δημιουργούνται είτε κατά την αγροτική του παραγωγή/επεξεργασία, είτε κατά την αγρο-βιομηχανική του αξιοποίηση. Ο φάκελος για το κάθε φυτό αποτελεί ένα ενεργό φύλλο ταυτότητας του φυτού (βλ. Παράρτημα 2, Πίνακα Π2.1) όπου εισάγονται τα κρίσιμα τεχνικά χαρακτηριστικά του και στατιστικά δεδομένα παραγωγής του για κάθε υπό μελέτη γεωγραφική περιοχή. Στην περίπτωση μας η ανάλυση έγινε σε επίπεδο NUTS1 (Χωρών Μελών της Ε.Ε.). Σημειώνεται ότι για τα τεχνικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιήθηκαν «generic» τιμές, καθώς η εξειδίκευση έστω και σε επίπεδο χώρας της Ε.Ε δεν ήταν τεχνικά εφικτή.



Σχήμα 2.4: Φάκελοι που θα προκύψουν στην έξοδο του εφαρμοζόμενου μοντέλου

- ◀ Αναλυτικό τοπίο δυνατότητας παραγωγής ΒιοH₂ εντός της υπό εξέταση περιοχής, υπό μορφή διαγράμματος πίτας όπου φαίνεται η συνεισφορά της κάθε χώρας στο συνολικό δυναμικό της Ε.Ε.,

- ◀ Εκτίμηση του συνολικού δυναμικού παραγωγής BioH₂ στην υπό μελέτη περιοχή

Η ακρίβεια κι η αξιοπιστία όλων των παραπάνω υπολογισμών είναι προφανές ότι θα εξαρτώνται από την αξιοπιστία των πρωτογενών στοιχείων. Κατά προέκταση όσο πιο συγκεκριμένη κι ακριβής είναι η γνώση του αγροτικού κι αγροβιομηχανικού προφίλ μίας περιοχής τόσο μεγαλύτερη θα είναι κι η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

2.2.2 Ταυτοποίηση εν δυνάμει πρώτων υλών

Μολονότι οι ακριβείς απαιτήσεις για την καταλληλότητα των πρώτων υλών αποτελεί αντικείμενο αναλυτικότερης μελέτης, η οποία έχει λάβει χώρα στο πλαίσιο σειράς εργασιών ([17][18][19][20][21]), και για την οποία παρέχονται περαιτέρω μεθοδολογικά στοιχεία στο Κεφάλαιο 5, με μια πιο απλουστευμένη προσέγγιση, τα ελάχιστα απαιτούμενα από τις πρώτες ύλες του ενδιαφέροντος μας είναι [22]:

- ◀ Βιόμαζα με υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες: Δεδομένου ότι αυτοί είναι που θα μεταβολιστούν από τα θερμοφιλά βακτήρια,
- ◀ Εύκολα υδρολύσιμοι υδατάνθρακες: Ως μία γενική προσέγγιση απαιτούνται πηγές υδατοδιαλυτών μόνο- και ολιγοσακχαριτών, για το πρώτο στάδιο της ζύμωσης,
- ◀ Χαμηλή περιεκτικότητα σε λιγνίνη: Προκειμένου να αποφευχθούν τόσο η παρεμποδιστική δράση της λιγνίνης και των παραγώγων της, όσο και τα στάδια απομάκρυνσής της.

Οι πιο συγκεκριμένες και λεπτομερείς απαιτήσεις ως προς τα χαρακτηριστικά των πρώτων υλών, όπως π.χ. τυχών παρεμποδιστικές δράσεις, και αποτελεσματικότητα των διεργασιών μετατροπής, δεν λαμβάνονται ως περιοριστικοί παράγοντες σε αυτή την αρχική φάση εκτίμησης του θεωρητικού δυναμικού. Κατά προέκταση οποιαδήποτε πηγή υδατανθράκων, σακχαρούχου, αμυλούχου ή κυτταρινούχου μορφής, αγροτικής ή βιομηχανικής προέλευσης, που παράγεται εντός της Ε.Ε., θεωρήθηκε ως εν δυνάμει πρώτη ύλη. Ωστόσο, εφαρμόστηκαν κι ορισμένοι επιπλέον περιορισμοί προκειμένου να απλοποιηθούν οι υπολογισμοί, χωρίς να υπάρξει σημαντική επίπτωση στην ακρίβεια των εκτιμήσεων. Αυτοί οι περιορισμοί κατά την εκτίμηση του δυναμικού για τις χώρες της Ε.Ε., στόχευσαν στο να ληφθούν υπόψιν πρώτες ύλες που πληρούσαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ◀ Να έχουν μεγάλη διασπορά εντός των χωρών τη Ε.Ε.
- ◀ Να έχουν την μέγιστη βιομηχανική αξιοποίηση στην παρούσα φάση
- ◀ Να υπάρχει ήδη προϋπάρχουσα υποδομή για την εφοδιαστική τους αλυσίδα

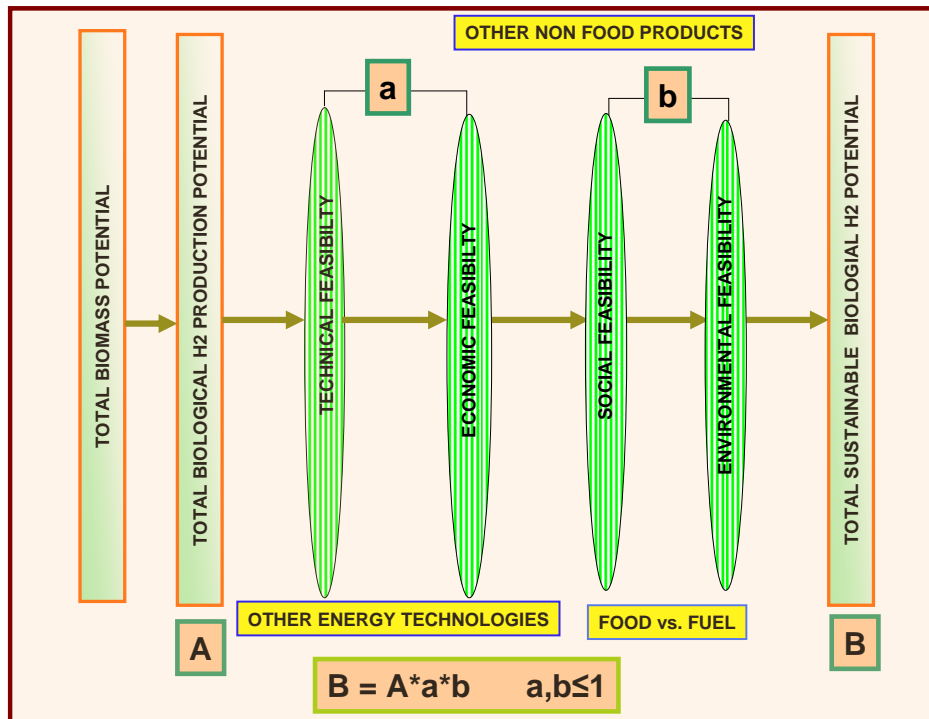
Κατά την εξειδίκευση του μοντέλου για μια πιο περιορισμένη περιοχή, π.χ. σε περιφερειακό επίπεδο, είναι δυνατό να προστεθούν περαιτέρω είδη φυτών, τοπικού ενδιαφέροντος, με τα κύρια προϊόντα και τα παραπροϊόντα τους, όταν αυτά κρίνονται σημαντικά ή και να αποκλειστούν κατηγορίες πρώτων υλών, όταν είναι γνωστό ότι η βιομηχανική επεξεργασία του φυτού δεν λαμβάνει χώρα στη συγκεκριμένη περιφέρεια.

Όσον αφορά στην μελλοντική προοπτική της καλλιέργειας ενεργειακών φυτών, ο Μίσχανθος για την Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη και το σακχαρούχο σόργο για την Νότια Ευρώπη, επιλέχθηκαν ως πρότυπα φυτά για τους υπολογισμούς του συγκεκριμένου μοντέλου, δεδομένων των υποσχόμενων αποδόσεων που έχουν βρεθεί για τις αντίστοιχες περιοχές της Ε.Ε. για το κάθε φυτό. Η κατά χώρα ή περιοχή εξειδίκευση των στρεμματικών αποδόσεων δεν ήταν εφικτή, οπότε και χρησιμοποιήθηκε μία μέση απόδοση για το κάθε φυτό.

Το δυναμικό που υπολογίζεται μέσα από αυτή τη διαδικασία θεωρούμε ότι αποτελεί ένα ανώτατο όριο, θεωρητικής διαθεσιμότητας βιομάζας, για οποιαδήποτε βιοχημική τεχνολογία μετατροπής, για την οποία θα απαιτηθούν υδατάνθρακες ως πρώτη ύλη, όπως συμβαίνει στην υπό μελέτη περίπτωση του Βιο-υδρογόνου.

2.2.3 Περαιτέρω περιορισμοί για τον υπολογισμό του αξιοποιήσιμου δυναμικού

Η αποτίμηση του ρεαλιστικά αξιοποιήσιμου μέρους του θεωρητικού δυναμικού, όπως αυτό εκτιμήθηκε σύμφωνα με τα παραπάνω, απαιτεί την αναγνώριση και ποσοτικοποίηση περαιτέρω περιοριστικών παραγόντων. Το γενικότερο σχήμα μετάβασης από το θεωρητικό δυναμικό σε αυτό του αξιοποιήσιμου με αειφόρο τρόπο δίνεται στο Σχήμα 2.5:



Σχήμα 2.5: Από το θεωρητικό δυναμικό βιόμαζας στην αιεφόρο παραγωγή Βιο-υδρογόνου

Η όσο το δυνατόν πιο ακριβής εκτίμηση των συντελεστών τεχνο-οικονομικά βιώσιμου (a) και κοινωνικο-περιβαλλοντικά αιεφόρου (b) δυναμικού, καθώς και η βαρύνουσα σημασία του καθενός από αυτούς στην διαμόρφωση του πραγματικά αξιοποιήσιμου δυναμικού, μπορεί να λάβει χώρα μόνο υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Τα γεωγραφικά όρια του συστήματος να κρατηθούν αρκετά περιορισμένα, π.χ. σε κλίμακα περιφέρειας, όπου η συλλογή δεδομένων, με απευθείας επαφή με την τοπική οικονομία και κοινωνία θα δώσει μία πιο ξεκάθαρη εικόνα των ιδιοτήτων της περιοχής,
- Να εφαρμοστούν περαιτέρω τεχνικά (ανάκτηση υδατανθράκων, ζυμωσιμότητα σε Βιο-υδρογόνο κτλ.) και οικονομικά (κόστος πρωτογενούς παραγωγής, διαχείριση και προκατεργασία σε ζυμώσιμα σάκχαρα) κριτήρια προκειμένου τόσο να περιοριστεί ο ευρύς κατάλογος πρώτων υλών σε έναν μικρότερο, όσο και να ενσωματωθούν πληροφορίες για την πραγματική, κατά περίπτωση αποτελεσματικότητα των διεργασιών προκατεργασίας.

Η μελέτη περιπτώσεων που πραγματοποιήθηκε υπό αυτό το πρίσμα, και αφορά την Θεσσαλία στην Ελλάδα και την ευρύτερη περιοχή του Ρόντερνταμ για την Ολλανδία, παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 4.

2.3 Αποτελέσματα και συζήτηση αποτελεσμάτων

2.3.1 Ποιοτική αποτίμηση των εν δυνάμει πρώτων υλών

Σύμφωνα με την τρέχουσα κατάσταση της αγροτικής παραγωγής στην Ε.Ε. και τον τρόπο που γίνεται η περαιτέρω επεξεργασία και αξιοποίηση της, λαμβάνοντας υπόψιν και την καλλιέργεια των δύο ενεργειακών φυτών, όπως αναφέρθηκε στις υποθέσεις, 14 διαφορετικά φυτά, ή κατηγορία φυτών, π.χ. φρούτα, βρέθηκε να είναι σχετικά για αξιοποίηση στην παραγωγή βιο-υδρογόνου με την υπό μελέτη τεχνολογία. Οι εν δυνάμει πρώτες ύλες που μπορούν να προκύψουν από αυτά είναι 57, και παράγονται ως προϊόντα ή παραπροϊόντα κατά την υπάρχουσα αγροτική και αγροβιομηχανική πρακτική αξιοποίησής τους (Σχήμα 2.6).

CROPS, CROP PARTS AND AGRO-INDUSTRIAL RESIDUES AS POTENTIAL FEEDSTOCKS							
Crop Category	Crop	main product	by-products				
			leafy biomass	stems-stalks	pulps-cakes	sludges-other wet residues	
Crops already cultivated for nutritional needs	Sugar Crops	sugar beet	sugar	leaves	-	pulp	molasses
							sludge
	Starch Crops	potato	tuber	leaves	-	peels	starch
		wheat	grain	-	straw	husks,hulls,bran	wet milling wastes
		barley	grain	-	straw	husks,hulls,bran	wet milling wastes
		maize	grain	-	straw	corn-oil cake	wet milling wastes
					cob		
		other cereals	grain	-	straw	husks,hulls,bran	wet milling wastes
	rice	grain	-	straw	husks,hulls,bran	wet milling wastes	
	Other Food Crops	grapes	wine, juice	-	vine	pulp	wet residue
		apples	canned prod., juice	-	wood, trimmings	pulp	wet residue
		other fruits	canned prod., juice	-	wood, trimmings	pulp	wet residue
		vegetables	canned prod., juice	leaves	-	pulp/peels	wet residue
						pulp	
oil seeds		veg. oil	-	straw	oil cake	wet residue	
Energy crops	Sugar Crops	sw. sorghum	sugar	leaves	bagasse	-	sludge
	Lignocellulosic crops	miscanthus	stems/stalks	leaves	-	-	-

Σχήμα 2.6: Ποιοτικός ΠΧΔ - πρώτες ύλες που μπορούν να παρέχουν υδατάνθρακες

Η δομή της παραπάνω μήτρας χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια για την αναπαράσταση και των ποσοτικών τιμών δυναμικού της καθεμιάς πρώτης ύλης.

2.3.2 Ποσοτική εκτίμηση δυναμικού παραγωγής βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε.

Η συνεισφορά της καθεμιάς πρώτης ύλης στο συνολικό δυναμικό αποτιμήθηκε με βάση της παραδοχές που αναφέρθηκαν στην μεθοδολογία και παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα 2 (Πίνακες Π2.2α και β) καθώς και τα διαθέσιμα αγροτικά

και βιομηχανικά στατιστικά δεδομένα σε επίπεδο χωρών μελών της Ε.Ε. Η άθροιση των επιμέρους ΠΧΔ της κάθε χώρας (για αυτόν της Ελλάδας βλ. Παράρτημα 2, Πίνακα Π2.3 και Π2.4) παρείχε τον ΠΧΔ για το σύνολο της Ε.Ε. (Σχήμα 2.7)

ANNUAL BIOMASS PRODUCTION (10*6 d.t)								
Crop Category	Crop	main product	by-products				Total Annual Production	
			leafy biomass	stems-stalks	pulps-cakes	sludges-other wet residues		
Crops already cultivated for nutritional needs	Sugar Crops	sugar beet	16,7	4,6	-	6,7	5,0	33,8
							0,8	
	Starch Crops	potato	13,6	10,0	-	2,0	0,7	24,3
		wheat	125,2	-	100,2	12,5	6,3	244,1
		barley	55,7	-	44,6	5,6	2,8	100,3
							2,8	
		maize	46,8	-	37,4	11,3	1,7	107,6
					23,4			
	other cereals	10,5	-	8,4	2,6	0,5	18,9	
	rice	2,0	-	1,6	0,5	0,1	4,2	
	Other Food Crops	grapes	6,2	-	9,3	6,5	0,4	15,4
		apples	0,3	-	2,3	0,2	0,1	2,6
		other fruits	1,1	-	11,3	0,6	0,2	12,4
vegetables		-	6,2	-	0,2	0,1	6,5	
				-	-	-		
oil seeds		-	-	47,4	6,1	0,3	53,8	
Energy crops	Sugar Crops	sw. sorghum	21,0	5,2	-	8,4	1,0	35,7
	Lignocellulosic crops	miscanthus	12,6	2,9	-	-	-	15,4
Total Annual Production			311,6	29,0	285,8	54,9	22,8	675,0
Total Annual Production for crop main products			Total Annual Production for Agricultural Wastes		Total Annual Production for AgroIndustrial Wastes			

Σχήμα 2.7: Ετήσιο δυναμικό βιόμαζας για την Ε.Ε.

Το περιεχόμενο σε υδατάνθρακες για καθένα από τα είδη που λήφθηκαν υπόψιν αναπαρίσταται στον Πίνακα 2.1, τα δεδομένα του οποίου βασίστηκαν σε πειραματικά δεδομένα χαρακτηρισμού πρώτων υλών, καθώς και σε σχετική βιβλιογραφία [13]. Όπου οι πληροφορίες δεν ήταν διαθέσιμες αξιοποιήθηκαν εκτιμήσεις ειδικών, ή χαρακτηριστικά παρόμοιων πρώτων υλών ή παρόμοιων ενδιάμεσων προϊόντων διεργασιών.

Πίνακας 2.1: Συντελεστές περιεχομένου σε υδατάνθρακες για κάθε πρώτη ύλη*

Περιεχόμενο σε υδατάνθρακες σε ξηρή βάση					
	main product	leafy biomass	stems-stalks	pulps-cakes	sludges-other wet residues
sugar beet	100%	70%	-	70%	50%
					80%
potato	75%	70%	-	70%	100%
wheat	70%	-	70%	70%	50%
barley	70%	-	70%	70%	50%
					80%
maize	70%	-	70%	70%	50%
			70%		
rice	70%	-	70%	70%	50%
grapes	90% **	-	70%	80%	70%
apples	90% **	-	70%	80%	50%
fruits	90% **	-	70%	80%	50%
vegetables	90% **	70%	-	70%	50%
	90% **		-	-	-
oil seeds	0%	-	70%	70%	50%
sw. sorghum	100%	70%	70%	-	50%
miscanthus	65%	70%	-	-	-

* Ο πίνακας των συντελεστών θα πρέπει να διαβαστεί σε συνδυασμό με τον ΠΧΔ της ποιοτικής αναπαράστασης των εν δυνάμει πρώτων υλών.

** Σημειώνεται ότι στην περίπτωση των φρούτων θεωρούμε ότι το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό της ξηρής μάζας του κύριουβιομηχανικού προϊόντος τους, στη συγκεκριμένη περίπτωση των χυμών, είναι υδατάνθρακες.

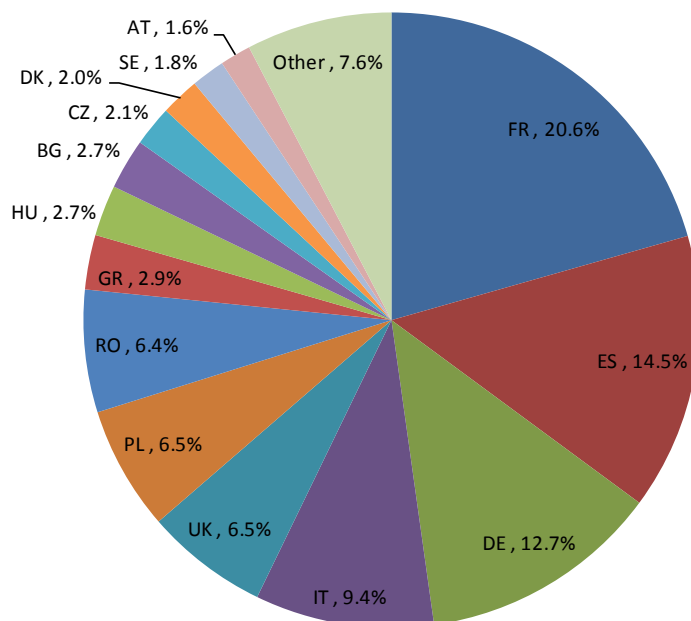
Το συνολικό δυναμικό σε υδατάνθρακες, όπως αυτό προκύπτει από τους δυο προηγούμενους πίνακες, με βάση τις συγκεκριμένες παραδοχές για την χρήση γης, εκτιμάται στους **330 Mt ανά έτος** για την Ε.Ε.. Η συνεισφορά του κάθε φυτού, αλλά και κάθε εν δυνάμει πρώτης ύλης σε αυτό το δυναμικό παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.8, όπως αυτή εκφράζεται σε δυναμικό παραγωγής BioH₂, κι εκτιμήθηκε με χρήση του συντελεστή μέγιστης θεωρητικής μετατροπής των υδατανθράκων σε υδρογόνο.

	Crop Category	Crop	10% of the main product production as feedstock for hydrogen	by-products				Total Hydrogen Production Potential
				leafy biomass	stems-stalks	pulps-cakes	sludges-other wet residues	
Crops already cultivated for nutritional needs	Sugar Crops	sugar beet	0,17	0,16	-	0,52	0,17	1,08
							0,07	
	Starch Crops	potato	0,10	0,70	-	0,14	0,07	1,01
		wheat	0,88	-	7,01	1,31	0,31	9,51
		barley	0,39	-	3,12	0,39	0,14	4,26
		maize	0,33	-	2,62	0,79	0,08	5,46
					1,64			
		other cereals	0,07	-	0,59	0,18	0,03	0,87
	rice	0,01	-	0,11	0,03	0,00	0,16	
	Other Food Crops	grapes	0,05	-	0,65	0,39	0,01	1,10
		apples	0,00	-	0,16	0,02	0,00	0,18
		other fruits	0,09	-	0,79	0,05	0,01	0,94
		vegetables	-	0,43	-	0,01	0,00	0,45
					-	-	-	-
oil seeds		-	-	3,32	0,43	0,02	3,76	
Energy crops	Sugar Crops	sw. sorghum	2,10	0,37	-	0,59	0,05	3,10
	Lignocellulosic crops	miscanthus	0,88	0,20	-	-	-	1,08
Total Hydrogen production Potential			5,1	1,9	20,0	4,3	1,2	33,0

colour scale	<0.05	
	0.05-0.50	
	0.51-1.00	
	>1.00	

Σχήμα 2.8: Ετήσιο δυναμικό παραγωγής ΒιοΗ₂ στην Ε.Ε. (εκατ. τόνοι)

Η κατανομή αυτού του δυναμικού ανάμεσα στις χώρες της Ε.Ε. αναδεικνύει έναν «χάρτη» του μελλοντικού τοπίου παραγωγής ΒιοΗ₂ στην Ευρώπη (Σχήμα 2.9). Αναλυτικότερα στοιχεία δίνονται στο Παράρτημα 2 (βλ. Πίνακα Π2.5)



Σχήμα 2.9: Συνεισφορά των χωρών στο δυναμικό παραγωγής BioH₂ στην Ε.Ε.

Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι η υπό μελέτη τεχνολογία μετατροπής στοχεύει πρωτίστως στη δημιουργία μικρών και ευέλικτων μονάδων παραγωγής υδρογόνου. Ως εκ τούτου, ακόμη και χώρες που εμφανίζονται να συνεισφέρουν λίγο στο συνολικό δυναμικό μπορούν σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο να έχουν ικανές ποσότητες για σημαντική ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής.

2.4 Συμπεράσματα

Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση στοχεύει στο να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο κατά την λήψη αποφάσεων και τον σχεδιασμό σε τεχνικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Μπορεί να εφαρμοστεί, μετά από κατάλληλη προσαρμογή, σε οποιαδήποτε αλυσίδα παραγωγής βιο-ενεργειακών προϊόντων, και να παρέχει το δυναμικό παραγωγής του. Αυτές οι προσαρμογές θα αφορούν τα κρίσιμα τεχνικά χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης που θα επηρεάζουν άμεσα την προκατεργασία και τις διεργασίες μετατροπής για την παραγωγή των βιοενεργειακών προϊόντων (ζυμώσιμα σάκχαρα για τις βιοχημικές μεθόδους, περιεκτικότητα σε έλαια για το βιοντίζελ, θερμογόνος δύναμη για θερμοχημικές μεθόδους κτλ.), και τα οποία θα πρέπει να οριστούν εξαρχής. Ακόμη, στην αναλυτική αυτή χαρτογράφηση όπως παρουσιάστηκε, τροποποιήσεις των επιλεγμένων, εν δυνάμει, πρώτων υλών, θα είναι απαραίτητες στην περίπτωση που η μελέτη αφορά σε άλλη τεχνολογία μετατροπής, π.χ. δασικά υπολείμματα και ξυλεία θα έπρεπε να συμπεριληφθούν στην περίπτωση που η μελέτη θα αφορά θερμοχημική μετατροπή για το τελικό προϊόν.

Ο οποιοσδήποτε σχεδιασμός θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν ότι η αγροτική, και κατά συνέπεια και η αγροβιομηχανική παραγωγή εμφανίζει σημαντικές διακυμάνσεις από έτος σε έτος. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορούν να οφείλονται σε μετεωρολογικούς παράγοντες, στην αγροτική πολιτική, αλλά και σε παράγοντες της αγοράς που θα καθορίζουν τη ζήτηση και τις χρήσεις. Η μελλοντική ταυτόχρονη και ανομοιογενής ανάπτυξη διαφόρων τεχνολογιών παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων, σε συνθήκες πλήρους ανταγωνισμού θα επηρεάσουν αναπόφευκτα και τη διαθεσιμότητα των πρώτων υλών για την παραγωγή BioH₂ όπως έχουν εκτιμηθεί στο παρόν κεφάλαιο. Κατά προέκταση οι απόλυτες τιμές του εκτιμώμενου δυναμικού που βασίζονται στα πιο πρόσφατα στατιστικά δεδομένα για την Ε.Ε., τις χώρες ή τις περιφέρειες αποτελούν δεδομένα περιορισμένης και προσωρινής χρηστικότητας. Από την άλλη, η συγκεκριμένη μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί για σειρά παρελθόντων ετών και με βάση συγκεκριμένα σενάρια χρήσης γης και τεχνολογικής εξέλιξης. Αυτό θα επέτρεπε την αναγνώριση τάσεων αλλά θα αποτελούσε κι οδηγό για δυνατότητα παρεμβάσεων πολιτικής.

Η μεθολογική προσέγγιση για την εκτίμηση δυναμικού που εφαρμόστηκε, δείχνει ότι ένα σύστημα Βιο-οικονομίας, όπου τα βιοκαύσιμα ενσωματώνονται σε ένα πλαίσιο ευρύτερης αξιοποίησης πόρων και παράγονται χωρίς άμεσο ανταγωνισμό με προϊόντα τροφίμων, παραμένει σημαντικό σε μέγεθος. Το δυναμικό πηγών υδατανθράκων εκτιμήθηκε να υπερβαίνει τους 300 Mt/a, με το μεγαλύτερο του μέρος (περίπου 80%) να προέρχεται από αγροτικά και αγροβιομηχανικά απόβλητα και παραπροϊόντα, χωρίς να προϋποτίθεται η αλλαγή χρήσης γης, και χωρίς άμεση επίδραση στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων. Ωστόσο, δεν πρέπει να υποτιμηθεί η έμμεση επίδραση που μπορεί να υπάρξει από την ανάγκη αντικατάστασης της τρέχουσας χρήσης των υπολειμμάτων που μπορεί να παρουσιαστεί, δεδομένου ότι αρκετά συχνά αυτή σχετίζεται με ζωοτροφές.

Το θεωρητικό δυναμικό, όπως υπολογίζεται στο κεφάλαιο αυτό, δεν λαμβάνει υπόψιν τις ανταγωνιστικές χρήσεις, είτε πρόκειται για άλλες τεχνολογίες βιο-ενεργειακών προϊόντων, είτε για συμβατικές εφαρμογές της τρέχουσας οικονομίας. Αλλά ακόμη και με αυτό τον ανταγωνισμό, ένα σημαντικό κλάσμα του δυναμικού (αυτό με την χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και υψηλή υγρασία), εκτιμάται ότι θα παραμένει διαθέσιμο στην Ε.Ε. για χρήση στην τεχνολογία παραγωγής BioH₂ που μελετήθηκε. Ωστόσο, η τεχνική καταλληλότητα, και η αποτελεσματικότητα στην μετατροπή σε BioH₂ είναι ένα ζήτημα που θα πρέπει να εξεταστεί περαιτέρω και θα συζητηθεί σε μεγαλύτερο βάθος στο Κεφάλαιο 5. Τα αποτελέσματα αυτής της διερεύνησης πρακτικά θα βελτιώσουν τους συντελεστές για την εκτίμηση ενός ρεαλιστικά αξιοποιήσιμου δυναμικού, αλλά θα δώσουν και μια εικόνα για τα αναμενόμενα παραπροϊόντα των νέων αλυσίδων που θα προκύψουν.

Τα σακχαρούχα φυτά, είτε πρόκειται για το σακχαρούχο σόργο, είτε για το σακχαρότευτλο, ή άλλα μελλοντικά εναλλακτικά φυτά, αναμένεται να λειτουργήσουν ως πρωτοπόροι των μελλοντικών εφαρμογών, με δεδομένη την ευκολία στη ζύμωση των σακχάρων που προσφέρουν, αλλά και την εν δυνάμει διαθεσιμότητά τους. Σημειώνεται ότι και η αναδιάρθρωση της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής της Ε.Ε. θα συμβάλει επίσης προς αυτή την κατεύθυνση. Ακόμη, τα αγροτικά υπολείμματα που προέρχονται από δημητριακά, όπως τα άχυρα, αποτελούν επίσης σημαντικό «παίκτη» στην αλυσίδα παραγωγής ΒιοΗ₂, λαμβάνοντας ωστόσο υπόψιν τις αρκετές ανταγωνιστικές περιοχές εφαρμογής και τις πρόσθετες διεργασίες προκατεργασίας.

Τέλος, το αξιοποιήσιμο δυναμικό, όταν υπολογιστούν και οι τεχνο-οικονομικοί περιορισμοί (καταλληλότητα πρώτης ύλης, οικονομική βιωσιμότητα, τεχνολογία ανάκτησης υδατανθράκων κτλ.) θα είναι κατά πολύ μικρότερο όπως μπορούμε να το δούμε και στο Κεφάλαιο 4. Ως εκ τούτου, η περαιτέρω έρευνα ως προς τη συγκεκριμένη τεχνολογία που μελετάμε, θα πρέπει να επικεντρωθεί:

- στον εμπλουτισμό του εύρους των τεχνο-οικονομικά κατάλληλων πρώτων υλών, με έμφαση στις υπολειμματικές μορφές πρώτων υλών, που φαίνεται να έχουν και σημαντική θεωρητική διαθεσιμότητα, ώστε να διευρυνθεί το αξιοποιήσιμο μέρος του δυναμικού αυτού,
- στην βελτίωση των τεχνολογιών ανάκτησης υδατανθράκων και μετατροπής σε υδρογόνο,
- στη ταυτόχρονη αξιοποίηση του μη ζυμώσιμου μέρους των χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών, σε εφαρμογές υψηλής προστιθέμενης αξίας, κυρίως όταν πρόκειται για πρώτες ύλες με μικρό ποσοστό ανακτήσιμων σακχάρων, ώστε να βελτιωθούν οι δείκτες τεχνο-οικονομικής βιωσιμότητας αυτών των πρώτων υλών,
- στη συνολικότερη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της υπό μελέτη τεχνολογίας, γεγονός που θα αύξανε τη διαθεσιμότητα των πρώτων υλών για τη συγκεκριμένη τεχνολογία έναντι των ανταγωνιστικών της.

Βιβλιογραφία

- [1] Wicke B. et al., "Indirect land use change: Review of existing models and strategies for mitigation"; *Biofuels*, vol. 3, no. 1, pp. 87–100, 2012.
- [2] B. Batidzirai, E. M. W. Smeets, and A. P. C. Faaij, "Harmonising bioenergy resource potentials - Methodological lessons from review of state of the art bioenergy potential assessments"; *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 16, no. 9, pp. 6598–6630, 2012.
- [3] P. a. M. Claassen, "Non thermal hydrogen production from biomass"; in *Hydrogen and Fuel cells conference in Birmingham*, 2008.
- [4] P. A. M. Claassen, T. de Vrije, E. Koukios, E. van Niel, I. Eroglu, M. Modigell, A. Friedl, W. Wukovits, and W. Ahrer, "Non-thermal production of pure hydrogen from biomass: HYVOLUTION"; *J. Clean. Prod.*, vol. 18, pp. S4–S8, Dec. 2010.
- [5] P. C. Hallenbeck and D. Ghosh, "Advances in fermentative biohydrogen production: the way forward?"; *Trends Biotechnol.*, vol. 27, no. 5, pp. 287–297, May 2009.
- [6] D. Levin, "Biohydrogen production: prospects and limitations to practical application," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 29, no. 2, pp. 173–185, Feb. 2004.
- [7] M. D. Redwood, M. Paterson-Beedle, and L. E. Macaskie, "Integrating dark and light bio-hydrogen production strategies: towards the hydrogen economy," *Rev. Environ. Sci. Bio/Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 149–185, Jun. 2009.
- [8] "Star AgroEnergy." [Online]. Available: <http://www.star-agroenergy.eu/>. [Accessed: 08-Jan-2017].
- [9] T. Claassen, P.A.M., Budde, M.A.W., van der Wal, F.J., Kádár, Z., van Noorden, G.E., de Vrije, "Biological hydrogen production from biomass by thermophilic bacteria," in *12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection*, 2002, pp. 529–532.
- [10] "EU agriculture - Statistical and economic information (Archive) | Agriculture and rural development." https://ec.europa.eu/agriculture/statistics/agricultural_en. [Accessed: 15-Mar-2016].
- [11] <http://ec.europa.eu/eurostat/web/prodcom/data/database>. [Accessed: 08-Jan-2016].
- [12] K. Waldron, *Handbook of waste management and co-product recovery in food processing*, Volume I. Woodhead Publishing Limited, 2007.
- [13] W. Oreopoulou, V., Russ, *Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry*; Springer Science & Business Media, LLC, 2007.

- [14] P. R. Ashurst, *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices*. Blackwell Publishing, 2005.
- [15] Καραογλάνογλου, Λ, Διαμαντοπούλου, Λ., Κούκιος, Ε, “Τελική έκθεση έργου ΕΝΕΡΚΑΛ: Εκτίμηση παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών στην Κύπρο,” 2005.
- [16] K. Urbaniec and R. Grabarczyk, “Raw materials for fermentative hydrogen production,” *J. Clean. Prod.*, vol. 17, no. 10, pp. 959–962, Jul. 2009.
- [17] Panagiotopoulos, IA, Bakker RR, de Vrije T., van Niel EWJ, Koukios EG, Claassen PAM, “Exploring critical factors for fermentative hydrogen production from various types of lignocellulosic biomass,” *J. Japan Inst. Energy*, vol. 90, pp. 363–368, 2010.
- [18] J. A. Panagiotopoulos, R. R. Bakker, T. de Vrije, E. G. Koukios, and P. A. M. Claassen, “Prospects of utilization of sugar beet carbohydrates for biological hydrogen production in the EU”; *J. Clean. Prod.*, vol. 18, pp. S9–S14, 2010.
- [19] I. A. Panagiotopoulos, L. S. Karaoglanoglou, D. P. Koullas, R. R. Bakker, P. A. M. Claassen, and E. G. Koukios, “Technical suitability mapping of feedstocks for biological hydrogen production”; *J. Clean. Prod.*, vol. 102, pp. 521–528, 2015.
- [20] Claassen P.A.M., de Vrije T., Koukios E., van Niel E., Eroglu I., Modigell M., Friedl A., Wukovits W., “Non-thermal production of pure hydrogen from biomass: HYVOLUTION,” *J. Clean. Prod.* 18 S4-S8, vol. 18, pp. s4–s8, 2010.
- [21] Λ. Διαμαντοπούλου, “Ολοκληρωμένη τεχνική οικονομική και περιβαλλοντική διερεύνηση του κύκλου ζωής για την παραγωγή και χρήση βιο-υδρογόνου στην Ελλάδα,” Ε.Μ.Π., 2012.
- [22] P. A. M. Claassen, J. B. van Lier, A. M. Lopez Contreras, E. W. J. van Niel, L. Sijtsma, A. J. M. Stams, S. S. de Vries, and R. A. Weusthuis, “Utilisation of biomass for the supply of energy carriers,” *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 52, no. 6, pp. 741–755, Nov. 1999.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Σημασία της περιφερειακής διάστασης: Τύποι Ευρωπαϊκών περιφερειών για μία Βιώσιμη Βιο-οικονομία

Στο Κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία προσπάθεια χαρτογράφησης κι ομαδοποίησης των Ευρωπαϊκών χωρών, όσον αφορά στη δυναμική και στον εν δυνάμει τρόπο αξιοποίησης των διαθέσιμων βιολογικών πόρων τους για την εισαγωγή εφαρμογών Βιο-οικονομίας. Θα προσδιοριστούν οι κρίσιμοι παράγοντες που θα επηρεάσουν την εισαγωγή τεχνολογιών αξιοποίησης βιόμαζας για την παραγωγή ενεργειακών προϊόντων και τον τρόπο που αυτή θα λάβει χώρα. Θα αποτιμηθεί η εξέλιξη του χώρου μετά από την δημοσίευση της πρώτης Ευρωπαϊκής οδηγίας (2003) για τα Βιοκαύσιμα, και τον τρόπο που η εξέλιξη αυτή συνάδει με την προτεινόμενη ομαδοποίηση των Ευρωπαϊκών χωρών.

Λέξεις κλειδιά: Τυπολογία χωρών Ε.Ε., σύστημα καινοτομίας, δείκτες δεκτικότητας βιο-οικονομίας

3.1 Εισαγωγή

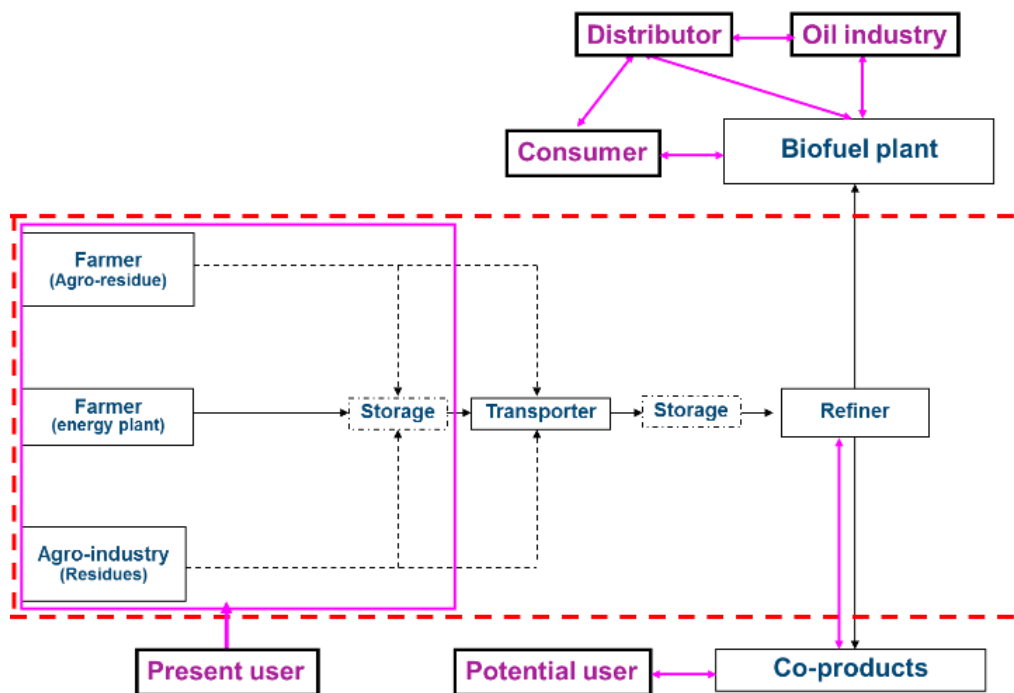
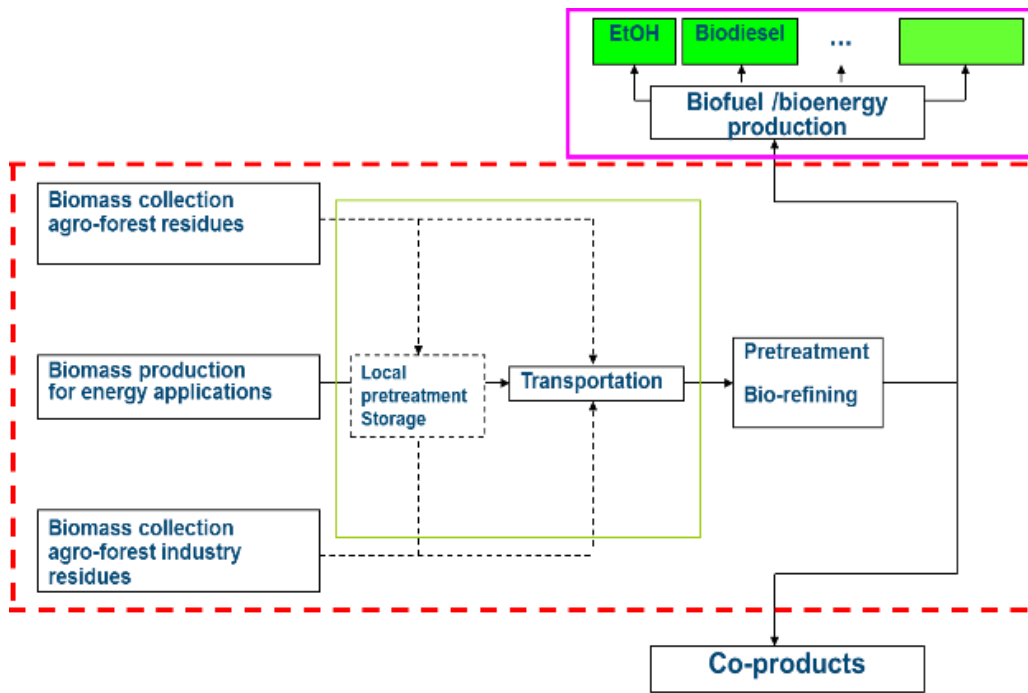
Η αξιόπιστη γνώση του διαθέσιμου δυναμικού βιόμαζας στην Ευρώπη, είναι το πρωταρχικό και στοιχειώδες ζητούμενο τόσο από τους φορείς πολιτικής όσο και τους εν δυνάμει επενδυτές, προκειμένου να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις αξιοποίησης του και να επιτευχθούν οι φιλόδοξοι Ευρωπαϊκοί στόχοι στον τομέα τόσο της Βιο-οικονομίας όσο και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.[1]

Οι εκτιμήσεις για το δυναμικό βιόμαζας στην Ε.Ε. και των αντίστοιχων ποσοτήτων βιοκαυσίμων κι άλλων ενεργειακών προϊόντων που μπορούν να παραχθούν από αυτήν, ποικίλουν, κι εξαρτώνται κυρίως από το σκοπό και τα κριτήρια βελτιστοποίησης. Ως στόχος ορίζεται είτε να βελτιστοποιηθεί το συνολικό σύστημα για να έχουμε την παραγωγή συγκεκριμένου ενεργειακού προϊόντος, όπως π.χ. βιοκαύσιμα, θερμότητα/ηλεκτρισμός κτλ., είτε να υπάρχει οικονομικά το βέλτιστο αποτέλεσμα, είτε να μεγιστοποιηθούν τα περιβαλλοντικά οφέλη ή και να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανές επιπτώσεις στην διαθεσιμότητα τροφίμων. Μία ανασκόπηση των σχετικών μελετών γίνεται στο Κεφάλαιο 1, ενώ η σχετική εκτίμηση που έγινε στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διατριβής παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 2.

Ωστόσο, το απόλυτο κριτήριο επιτυχίας όταν υιοθετείται και εφαρμόζεται, πλέον στην πράξη, μία τεχνολογία αξιοποίησης βιόμαζας, είναι η δυναμική κι ο βαθμός ένταξης της τεχνολογίας αυτής στο υπάρχον αγροτικό και αγροβιομηχανικό σύστημα, αλλά και η αποδοχή της από το τοπικό κι ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Μια απλοποιημένη αναπαράσταση ενός συστήματος βιοκαυσίμων και προϊόντων βιοενέργειας σε φάση πλήρους ανάπτυξης τους, καθώς κι όλων των εν δυνάμει εμπλεκόμενων φορέων καθ'όλο το μήκος της παραγωγικής κι εφοδιαστικής αλυσίδας παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.1.

Οι προοπτικές επιτυχίας της υπό μελέτη τεχνολογίας, εντός του πλαισίου και των γεωγραφικών συνόρων της Ε.Ε, πέραν από αυτούς καθαυτούς τους τεχνικούς, οικονομικούς, περιβαλλοντικούς κι άλλους περιορισμούς, της ίδιας της τεχνολογίας, όπως αυτοί έχουν ήδη αναπτυχθεί [2][3][4], θα εξαρτηθούν επίσης από το σύστημα στο οποίο θα κληθούν να ενταχθούν.

Ο στόχος του παρόντος κεφαλαίου, όπου γίνεται μία στρατηγική ανάλυση, είναι να δοθεί μία εικόνα για τις μελλοντικές εν δυνάμει εναλλακτικές επιλογές «βιο-οικονομίας». Τα αποτελέσματα και συμπεράσματα, τα οποία εξειδικεύονται στην χρήση βιόμαζας για την παραγωγή βιο-υδρογόνου, είτε μέσα από παραλλαγές της υπό μελέτη τεχνολογίας, δηλ. αυτής της ζύμωσης δύο σταδίων, είτε μέσω άλλων ανταγωνιστικών μονοπατιών, μέσω βιοαερίου, βιοαιθανόλης, αερίου σύνθεσης κτλ. [5], μπορούν να γενικευτούν συμπεριλαμβάνοντας τόσο άλλες διαθέσιμες τεχνολογίες παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων, όσο και την παραγωγή άλλων προϊόντων βασισμένων σε βιόμαζα.



Σχήμα 3.1: Μοντέλο συνολικής εφοδιαστικής αλυσίδας παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων

Οι πιθανοί σύνδεσμοι ανάμεσα στα συμφέροντα και τις βλέψεις των κοινωνικο-οικονομικών παικτών, και τη βιωσιμότητα και αειφορία της βιο-οικονομίας, θα πρέπει να μελετηθούν για τις διαφορετικές κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες που διαπερνούν την Ε.Ε. Το ζητούμενο είναι να δημιουργηθούν συνέργειες, μέσα από αυτό που θα μπορούσε να ονομαστεί «Κουλτούρα Βιο-οικονομίας», ή εξειδικεύοντας το για την περίπτωση του βιο-υδρογόνου, «Κουλτούρα Βιο-υδρογόνου». Το προϋπάρχον υπόβαθρο και οι υποδομές θα ορίσουν τα κίνητρα, τις δυσκολίες και τον ιδιαίτερο χαρακτήρα αυτής της «κουλτούρας», η οποία θα αναπτυχθεί σε κάθε περιοχή/χώρα.

Υπό αυτό το πρίσμα το συγκεκριμένο κεφάλαιο, στη συνέχεια της μεθοδολογίας εκτίμησης του θεωρητικού δυναμικού σε επίπεδο Ευρωπαϊκών χωρών και Ε.Ε., που αναπτύχθηκε ήδη, θα εστιάσει σε δυο περαιτέρω διαστάσεις του ζητήματος:

- Στη διατύπωση της ιδέας της επίδρασης των κοινωνικο-οικονομικών και περιβαλλοντικών υποδομών καθώς και της «κουλτούρας» μίας περιοχής στη υιοθέτηση μίας συγκεκριμένης τεχνολογικής επιλογής και στην ενσωμάτωση της στο μελλοντικό της ενεργειακό σύστημα, και
- Στο δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου υπό συγκεκριμένους περιορισμούς διαθεσιμότητας πρώτων υλών, που θα προέρχονται από την αναπόφευκτη ανταγωνιστική ή συνεργιστική συνύπαρξη με άλλες τεχνολογίες αξιοποίησης των ίδιων πρώτων υλών, για την παραγωγή άλλων ενεργειακών προϊόντων, αλλά και της διατροφικής αλυσίδας και των αναγκών που σχετίζονται με αυτήν.

Η ομαδοποίηση των Ευρωπαϊκών περιοχών με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους, που θα προκύψει ως το κύριο προϊόν του συγκεκριμένου κεφαλαίου, αποσκοπεί στο να παίξει έναν διττό ρόλο στην ανάπτυξη των εφαρμογών βιο-οικονομίας. Από την μια να συμβάλλει στην ανάπτυξη των στοχευμένων στρατηγικών και πολιτικών που θα ενισχύσουν και θα δώσουν τα απαραίτητα κίνητρα στις προσπάθειες της κάθε κατηγορίας περιοχών, αφετέρου να καταστήσει πολύ πιο εύκολη τη μετάδοση των καλών πρακτικών και επιτυχημένων παραδειγμάτων ανάμεσα στις ομοειδείς περιοχές.

3.2 Ενσωμάτωση καινοτομικών «βιο-εφαρμογών» στο υπάρχον παραγωγικό και κοινωνικό σύστημα

3.2.1 Πράσινη οικονομία και Βιο-οικονομία στην Ε.Ε.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει ένα μακροπρόθεσμο στόχο για την ανάπτυξη μίας ανταγωνιστικής οικονομίας μέχρι το 2050, που θα αξιοποιεί με αποτελεσματικότητα

τους πόρους και θα έχει χαμηλή κατανάλωση άνθρακα. Η ιδέα της Πράσινης Οικονομίας ενσωματώθηκε σε διάφορα επίπεδα του πλαισίου πολιτικής της Ε.Ε., ως ένα εργαλείο για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Η Πράσινη Οικονομία, ορίζεται ως «χαμηλού άνθρακα, αποτελεσματική στην χρήση πόρων, και κοινωνικά δίκαιη», που ως γενικότερο στόχο έχει «την αύξηση της ευημερίας, τον δικαιότερο καταμερισμό της στην κοινωνία, με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών διακινδυνεύσεων και των οικολογικών ελλείψεων». Στοχεύει στον «εξορθολογισμό των παραγωγικών δράσεων», ώστε να προωθηθεί η ανταγωνιστικότητα του πρωτογενούς και του δευτερογενούς τομέα, διευκολύνοντας την επιτυχία τους στην, ολοένα περισσότερο, παγκοσμιοποιημένη οικονομία. Το όραμα είναι η «έξυπνη» (μέσα από την έρευνα και την τεχνολογία), «αιεφόρος» (οικονομία μειωμένου άνθρακα και αποτελεσματικής αξιοποίησης πόρων) και «περιεκτική» (απασχόληση, κοινωνική και χωρική συνοχή) ανάπτυξη.

Η Βιο-οικονομία κι η περαιτέρω ανάπτυξή της εντάσσονται στο ευρύτερο αυτό πλαίσιο, όπου η έμφαση δίνεται στις νέες ευκαιρίες ανάπτυξης τόσο σε παραδοσιακούς τομείς, όσο και σε αναδυόμενους [6] [7]. Η Βιο-οικονομία για τον 21^ο αιώνα μπορεί και πρέπει να γίνει ότι ήταν η πετρελαϊκή και πετροχημική βιομηχανία για τον 20^ο αιώνα. Τα εν δυνάμει δημόσια οφέλη από την ανάπτυξη της Βιο-οικονομίας είναι πολύ μεγάλα και διατυπώνονται στο Σχήμα 3.2 υπό μορφή ομόκεντρων κύκλων, όπου στον πυρήνα βρίσκεται ο αγροτικός τομέας [8]. Η αειφορία στον τρόπο που αξιοποιούνται οι πηγές βιόμαζας, η αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών κι η δημιουργία των μηχανισμών που θα κινητοποιήσουν την χρήση των συγκεκριμένων πηγών αποτελούν σημαντικούς προβληματισμούς για την επίτευξη των στόχων.



Σχήμα 3.2: Μία ολοκληρωμένη ανασκόπηση της Βιο-οικονομίας, από τη βάση της στην γεωργία μέχρι τα προϊόντα και τα οφέλη. [8]

Πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι τα πιο κρίσιμα ζητήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η Ε.Ε., τα προσεχή χρόνια, είναι η επάρκεια τροφίμων, η εξάντληση των φυσικών πόρων, η εξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα, και η κλιματική αλλαγή. Η αντιμετώπιση όλων αυτών μπορεί να γίνει μόνο εφόσον οι μεμονωμένες πολιτικές (όπως αυτές για την κλιματική αλλαγή, την αγροτική και βιομηχανική ανάπτυξη, την έρευνα και καινοτομία, το περιβάλλον, κ.α.) εναρμονιστούν κι αντιμετωπίσουν τα ζητήματα αυτά με έναν ολιστικό και συστημικό τρόπο. Σε όλα αυτά τα ζητήματα η Βιο-οικονομία θα πρέπει να παρέχει απαντήσεις, συνεισφέροντας ταυτόχρονα στην ανάπτυξη τόσο των αγροτικών όσο και των βιομηχανικών περιοχών, οι οποίες ταλανίζονται από τη συρρίκνωση των παραγωγικών τους δραστηριοτήτων.

Η Βιο-οικονομία έχει ήδη ένα από τα σημαντικότερα μερίδια στην οικονομία της Ευρώπης, όπου η αρχική εκτίμηση του μεγέθους της ήταν 2 τρισεκατομμύρια Ευρώ, και 20 εκατομμύρια θέσεις εργασίας για το 2009. Νεότερα δεδομένα ανεβάζουν τα μεγέθη αυτά σε 2.4 τρισεκατομμύρια Ευρώ, και 22 εκατομμύρια θέσεις εργασίας [6] [9]. Ωστόσο, πρέπει να σημειώσουμε ότι υπάρχει ένα έλλειμμα προτυποποίησης στον τρόπο που εκτιμάται το μέγεθος της Βιο-οικονομίας στην Ε.Ε. [9] Οι τομείς που περιλαμβάνονται κάτω από την ομπρέλα της Βιο-οικονομίας είναι: αγροτική παραγωγή, τρόφιμα και ποτά, αγρο-βιομηχανικά προϊόντα, ιχθυοκαλλιέργειες και υδατοκαλλιέργειες, δασοκομία και βιομηχανία ξύλου, βιοφαρμακευτικά προϊόντα, βιοκαύσιμα και βιοενέργεια. Το μέγεθος των επιμέρους δραστηριοτήτων παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Συνεισφορά επιμέρους δραστηριοτήτων στα οικονομικά μεγέθη της Βιο-οικονομίας στην Ε.Ε. το 2012 [6]

Sector	Annual turnover (€ billion)	Value added (€ billion)	Employment (1000 s)
Agriculture	404	157	10200
Food and beverage	1040	207	468
Agro-industrial products	231	62	2092
Fisheries and aquaculture	36.6	9.7	199
Forestry logging	42	22	636
Wood-based industry	473	136	3452
Bio-chemicals	50		120
Bioplastics	0.4	1.4	
Biolubricants	0.4	0.6	
Biosolvents	0.4	0.4	
Biosurfactants	0.7	0.9	
Enzymes	1.2		
Biopharmaceuticals	30	50	142
Biofuels	16		132
Bioenergy	34		350
Total	2357		21790

Οι απαιτήσεις για αιεφόρες πρακτικές, σταδιακά, θα επεκταθούν σε όλο το φάσμα των προϊόντων, με την εφαρμογή των ίδιων, αυστηρών, κριτηρίων, είτε πρόκειται για τρόφιμα, είτε για άλλα προϊόντα κι ενέργεια. Η εκτεταμένη, στην πράξη, εφαρμογή της ιδέας των βιο-διυλιστηρίων θα διευκόλυνε τόσο την ενιαία αυτή αντιμετώπιση όσο και την βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων. [6] [7]

Όπως φαίνεται και στις εκτιμήσεις του μεγέθους της αγοράς της, η βιο-οικονομία είναι ένα υπερσύνολο δραστηριοτήτων όπου τα βιοενεργειακά προϊόντα αποτελούν ένα μικρό υποσύνολο της, το οποίο όμως θεωρείται ότι αποτελεί έναν σημαντικό και καθοριστικό για τα επόμενα χρόνια παίκτη. Οι τρέχουσες εφαρμογές βιοενέργειας έχουν σχετικά μικρή δυναμική προσφοράς άμεσης εργασίας στην τοπική τους οικονομία, λόγω της εντάσεως κεφαλαίου που απαιτούν.

Οι νέες, βιομηχανίες βιο-οικονομίας υψηλής τεχνολογίας, θα έχουν, επίσης, μάλλον χαμηλό αριθμό θέσεων απασχόλησης. Υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι η μικρή άμεση συνεισφορά του χώρου, αντισταθμίζεται από τους μεγαλύτερους, σε σχέση με άλλους κλάδους, πολλαπλασιαστές απασχόλησης, μολονότι κι αυτό σε αρκετές περιπτώσεις βιοενεργειακών προϊόντων έχει υπερεκτιμηθεί.

Τα επιθυμητά πλεονεκτήματα της Βιο-οικονομίας εκτιμάται ότι θα γίνουν πραγματικότητα μόνο αν υπάρξουν:

- δικλείδες ασφαλείας για την πιο εκτεταμένη χρήση των ανανεώσιμων πηγών
- μηχανισμοί που θα διασφαλίζουν την δίκαιη κατανομή των επιβραβεύσεων από τις επενδύσεις
- τρόποι η Βιο-οικονομία να αναπτυχθεί με αποτελεσματική διασπορά δραστηριοτήτων κι εφαρμογών, όπου ή «έξυπνη» εξειδίκευση περιοχών με βάση τις υποδομές και τους πόρους τους θα είναι το κλειδί.

Οι παραπάνω συνθήκες δεν πρόκειται να εκπληρωθούν αποκλειστικά με την λειτουργία των μηχανισμών της αγοράς. Ως εκ τούτου, απαιτείται στρατηγική καθοδήγηση από φορείς πολιτικής. Για την ανάπτυξη της Βιο-οικονομίας θα πρέπει να ευθυγραμμιστούν οι στόχοι ενός μεγάλου αριθμού φορέων, σε τοπικό επίπεδο [10] όπου ένας συνδυασμός από επιθετική εθνική πολιτική, επενδύσεις δημόσιου κι ιδιωτικού τομέα, και της απαραίτητης επιστήμης και τεχνολογίας, θα οδηγήσουν σε θετικές επιπτώσεις σε ένα σχετικά λογικό χρονικό ορίζοντα. [8]

3.2.2 Τα βιοενεργειακά προϊόντα στο πλαίσιο της Βιο-οικονομίας στην Ε.Ε.

Ο τομέας της ενέργειας ορίζεται από τρία διακριτά χαρακτηριστικά:

- Το εξαιρετικά μεγάλο μέγεθος του, που πρακτικά σημαίνει ότι ακόμη και με αλματώδη εξέλιξη των εναλλακτικών μορφών ενεργειακών προϊόντων όπως αυτά που μπορούν να προκύψουν από την ανάπτυξη της Βιο-οικονομίας, αυτά θα καλύψουν ένα πραγματικά πολύ μικρό τμήμα των ενεργειακών αναγκών. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι ή όποια εξάπλωση τους μετά από την περίοδο του 2020 θα εξαρτηθεί από τις ενέργειες που γίνονται σήμερα στο επίπεδο της πολιτικής και των πρωτοβουλιών,

- Οι νέες τεχνολογίες δεν έχουν εύκολη εισχώρηση στην αγορά, δεδομένου ότι έχουν μειωνεκτήματα κόστους, και δεν προσφέρουν άμεσα αντισταθμιστικά οφέλη στους χρήστες τους, ενώ οι τεχνολογίες που είναι ήδη εγκατεστημένες στην αγορά έχουν επιδοτηθεί με άμεσο ή, κυρίως, έμμεσο τρόπο στο παρελθόν. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμά ότι το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τα συμβατικά μέσα θα είχε διπλασιαστεί αν λαμβανόταν υπόψιν τα εξωτερικά κόστη της αλυσίδας,
- Αρκετά συχνό είναι το φαινόμενο οι παίκτες του κατεστημένου ενεργειακού συστήματος να μπλοκάρουν την διάχυση των νέων τεχνολογιών, ασκώντας επιρροή στο θεσμικό πλαίσιο. [11]

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι, περισσότερα από 30 χρόνια προσπαθειών ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν δώσει πολύ πενιχρά αποτελέσματα, και το μερίδιο τους στην αγορά ενέργειας εξακολουθεί κι είναι περιθωριακό, παρότι έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες στήριξης τους από πολλές κυβερνήσεις [11]. Θα πρέπει να υπάρξει μία ριζική αλλαγή ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητοί γρήγοροι ρυθμοί ανάπτυξης των τεχνολογιών αυτών, για τα επόμενα χρόνια. Η μετάβαση θα πρέπει να περιλαμβάνει πολλαπλές καινοτομίες, σε πολλαπλά αλληλοσυσχετιζόμενα κοινωνικά πεδία, που περιλαμβάνουν όχι μόνο τεχνολογικά αλλά εξίσου και οικονομικά, πολιτικά, πολιτισμικά, και γενικότερα την κοινωνία σε όλες της της εκφάνσεις.

Το πρόβλημα με αυτή την μετάβαση φαίνεται ότι είναι πως περιλαμβάνει διεργασίες τεράστιας πολυπλοκότητας που εξελίσσονται σε μεγάλο χρονικό ορίζοντα, μέσα σε ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών δομών, και συχνά επεκτεινόμενες σε μεγάλο γεωγραφικό πλάτος. [12] [13]

Η ρευστότητα των συστημάτων καινοτομίας που μόλις αναδύονται καθιστά την στήριξη των αιφόρων τεχνολογιών ενέργειας, να είναι μία ιδιαίτερη πρόκληση. [9] Το γεγονός ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξακολουθούν και είναι πρακτικά πολύ περιορισμένες δείχνει όχι μόνο την έλλειψη μιας καλά λειτουργούσας αγοράς, αλλά ένα ανώριμο σύστημα προσφοράς/ζήτησης καθώς και φτωχές ή ακατάλληλες υποδομές στήριξης, όσον αφορά στην τεχνολογία, την πολιτική, την χρηματοδότηση, της κοινότητας χρηστών κτλ. Ακόμη και στις περιπτώσεις που εμφανιστούν τεχνολογίες που κερδίζουν την εμπιστοσύνη ως προς την αποτελεσματικότητά τους, παραμένει ασαφής ο τρόπος που αυτές θα πρέπει να στηριχθούν. [14]–[16] [17]

Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται μία συσχέτιση ανάμεσα στην επικράτηση διαφορετικών μονοπατιών αξιοποίησης της βιόμαζας και του προϋπάρχοντος συστήματος αγροτικής παραγωγής και περιφερειακής-αγροτικής ανάπτυξης.

Η παραγωγή βιοκαυσίμων μεταφορών χαρακτηρίζεται από την οικονομία κλίμακος, το πρότυπο του παραγωγού και μία παγκοσμιοποιημένη αγορά, ενώ για την περίπτωση του ξύλου και του βιοαερίου, το υπόδειγμα της περιφερειακής και τοπικής οικονομίας είναι αυτό που επικρατεί. Στην περίπτωση του βιοντίζελ, για παράδειγμα, η παραγωγή εξαρτάται από την οικονομία κλίμακας, ενώ ο ρόλος των αγροτών περιορίζεται μόνο στην προμήθεια της πρώτης ύλης. Μολονότι η αυξημένη ζήτηση και οι υψηλές τιμές για το προϊόν τους, τους προσέφερε κάποια οφέλη, η παρούσα θέση τους στην αλυσίδα παραγωγής αξίας, τους αποκλείει από τις φάσεις περαιτέρω επεξεργασίας και παραγωγής καυσίμων, όπου και βρίσκονται τα μεγαλύτερα περιθώρια κέρδους.

Όσον αφορά στις πολιτικές καινοτομίας στον χώρο των βιοενεργειακών προϊόντων, μπορούν να εντοπιστούν δύο κύριοι στόχοι:

- Έρευνα κι Ανάπτυξη για την τεχνολογική βελτίωση της διαθεσιμότητας και αξιοποιησιμότητας των πρώτων υλών, ώστε να διασφαλιστεί η οικονομική βιωσιμότητα,
- Την μεταφορά των τεχνολογιών που έχουν αναπτυχθεί, στην περιφέρεια όπου θα πρέπει να επιτευχθεί η εμπλοκή τοπικών ή βιομηχανικών φορέων. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στη διάχυση των κοινωνικών και οργανωτικών καινοτομιών. Μολονότι η τεχνολογική εξέλιξη είναι πολύ σημαντική για την επιτυχή εγκατάσταση διαφορετικών τεχνολογιών χρήσης βιόμαζας, υπάρχουν περιπτώσεις έργων βιοενεργειακών προϊόντων που στοχεύουν αποκλειστικά στην αειφόρο αγροτική ανάπτυξη, και επιδιώκουν την ταυτόχρονη επίτευξη κοινωνικών, οικονομικών, και περιβαλλοντικών στόχων. Αυτό, καθότι στη βάση της εφαρμογής πολιτικών βιοενέργειας, ουσιαστικά βρίσκονται μία σειρά από κοινά προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν και τα οποία σχετίζονται με την ενέργεια, το περιβάλλον, την αγροτική/περιφερειακή ανάπτυξη και αντικατοπτρίζουν τις αλλαγές και τις νέες στοχεύσεις της γεωργίας. [18]

3.2.3 Χαρακτηρισμός του συστήματος υποδοχής των καινοτομικών εφαρμογών Βιο-οικονομίας

Η ανάγκη για διεπιστημονική έρευνα για την βιο-οικονομία είναι προφανής, η οποία δεν θα περιορίζεται μόνο στις φυσικές επιστήμες και σε τεχνολογικά θέματα, αλλά θα πρέπει να ασχολείται και με κοινωνικο-οικονομικές προκλήσεις, όπως οι κοινωνικές προσδοκίες που επηρεάζουν την υιοθέτηση νέων προϊόντων και διεργασιών βιο-οικονομίας. Η καινοτομία μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες κοινού τεχνολογικού και επιστημονικού υποβάθρου σε τομείς που μέχρι προσφάτως θεωρούνταν διακριτοί. Για παράδειγμα, η ανάγκη της αύξησης της παραγωγικότητας του αγροτικού τομέα, και η ανάγκη χρήσης ανανεώσιμων πρώτων υλών που

προέρχονται από την χημική βιομηχανία είναι αυτόνομες ανάγκες που οδηγούν στον ίδιο σκοπό. Οι συγκλίσεις αυτές είναι και το ζητούμενο που μπορεί να δώσει την απαιτούμενη ώθηση για τις καινοτομικές εφαρμογές της Βιο-οικονομίας. Παρ'όλ'αυτά, ο αριθμός των επιστημονικών ερευνών που ασχολούνται με την Βιο-οικονομία στο επίπεδο των τελικών χρηστών και των επιχειρήσεων είναι ιδιαίτερα περιορισμένος. [9]

Τα συστήματα καινοτομίας αποσκοπούν στην διευκόλυνση των αλλαγών και στην προσαρμογή του υπάρχοντος συστήματος στην νέα κατάσταση. Όταν οι κοινωνικές προσδοκίες κι ο ρόλος του αγροτικού τομέα και της περιφέρειας αλλάζουν, είναι ιδιαίτερα κρίσιμο οι αγρότες και η τοπική επιχειρηματικότητα να έχουν τα απαιτούμενα εργαλεία για να προσαρμοστούν σε αυτή τη νέα εποχή. Μια κρίσιμη πρόκληση για το σύστημα γνώσης και καινοτομίας είναι η στήριξη βελτιώσεων και καινοτομιών στις δυνατότητες επεξεργασίας, προώθησης και προσθήκης αξίας του αγροτικού και δασικού τομέα, καθώς και η διερεύνηση ευκαιριών για νέες αγροτικές και περιβαλλοντικές υπηρεσίες και παραγωγή προϊόντων που δεν θα καταναλωθούν ως τρόφιμα. Η συμμετοχή των αγροτών στην εφοδιαστική αλυσίδα κι η δίκαιη κατανομή της παραγόμενης υπεραξίας είναι πολύ σημαντικά ζητήματα. Οι προσεγγίσεις διαφόρων παικτών ως προς τους στόχους της αγροτικής πολιτικής δίνουν μία γεύση από την πολυπλοκότητα των θεμάτων (βλ Πίνακα 3.2)

Διαπιστώνεται αρκετά συχνά μία στενή σχέση ανάμεσα στο γενικό κοινωνικο-τεχνικό πλαίσιο, τις συνθήκες που επικρατούν στην παρούσα φάση, και τις κινητήριες δυνάμεις της καινοτομίας. Σε δομικό επίπεδο, οι γεωγραφικοί παράγοντες, η δημογραφική κατάσταση, καθώς και οι αγροτικοί παράγοντες και το κυρίαρχο παραγωγικό μοντέλο επιδρά στις επιδόσεις καινοτομικότητας. Το πλαίσιο στήριξης, η δομή του συστήματος καινοτομίας, και η ακολουθούμενη πολιτική καινοτομίας σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο θα καθορίσει αν θα ενισχυθούν ή θα παρεμποδιστούν οι καινοτομικές δραστηριότητες. [7]

Τα τελευταία χρόνια υπήρξαν ριζικές αλλαγές στην οργάνωση της αγροτικής παραγωγής και στην αντιμετώπιση της περιφέρειας. Βασικές μεταβλητές αυτής της αλλαγής ήταν η απελευθέρωση των αγορών γεωργικών προϊόντων, η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση στα περιβαλλοντικά ζητήματα, η τάση της ολοένα και περισσότερο αναγνώρισης της πολυλειτουργικότητας του αγροτικού χώρου, και της ποικιλομορφίας των αγροτικών και ευρύτερων περιφερειακών δραστηριοτήτων.

Μολονότι η αειφορία αποτελεί κοινό ζητούμενο, παρατηρείται η συνύπαρξη διαφόρων παραδειγμάτων σε επίπεδο χωρών της Ε.Ε., όσον αφορά στην περιφερειακή κι αγροτική ανάπτυξη. Αυτά τα μοντέλα και οι δρόμοι, φέρνουν στο προσκήνιο διαφορετικές μορφές καινοτομίας και ποικίλους τρόπους στήριξης, όπου το βασικότερο μήνυμα είναι ότι μπορούν επιτυχώς να συνυπάρχουν αποκλίνουσες πρακτικές ανάπτυξης.

Πίνακας 3.2: Διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς τους στόχους της περιφερειακής αγροτικής πολιτικής για την καινοτομία

	Από την οπτική του Δημόσιου Τομέα	Από την οπτική του Ιδιωτικού Τομέα
Το πρότυπο του παραγωγού	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση των αρνητικών «εξωτερικεύσεων» (externalities) • Στήριξη που δεν θα διαταράσσει τις ισορροπίες της αγοράς • Αποτελεσματικότητα των δημόσιων δαπανών • Ασφάλεια ακολουθούμενων πρακτικών και παραγόμενων προϊόντων 	<ul style="list-style-type: none"> • Ανάπτυξη και παραγωγικότητα • Συμμόρφωση με τα πρότυπα και το κανονιστικό πλαίσιο • Ικανοποίηση απαιτήσεων πελατών • Άνοιγμα σε μεγαλύτερες αγορές
Το πρότυπο της ολοκληρωμένης ανάπτυξης	<ul style="list-style-type: none"> • Αειφόρος χρήση των φυσικών πόρων • Μετάβαση σε (βιο-)οικονομία χαμηλών καταναλώσεων άνθρακα • Συμπαγωγή δήμοσιων αγαθών (π.χ. τηλεθέρμανση) • Δημιουργία συνεργειών μεταξύ διαφορετικών δραστηριοτήτων • Δίκαιη κατανομή • Διατήρηση της ποιότητας και της ποσότητας των τροφίμων και των ζωοτροφών 	<ul style="list-style-type: none"> • Αύξηση της ανταγωνιστικότητας μέσα από αειφόρες πρακτικές • Έμφαση στην προστιθέμενη αξία • Επέκταση σε νέες αγορές και μετάβαση σε εναλλακτικές εφοδιαστικές αλυσίδες • Μετάβαση σε έξυπνες, αειφόρες τεχνολογίες, και ανανεώσιμες πηγές (ενέργειας και υλικών)

Η διακυβέρνηση του συστήματος καινοτομίας, αλλάζει προς την κατεύθυνση της ολοένα και μεγαλύτερης επικράτησης των συνεργασιών δημόσιου κι ιδιωτικού τομέα (ΣΔΙΤ). Οι φορείς της καινοτομίας ποικίλουν: αγρότες, τελικοί χρήστες, κυβέρνηση και νομοθετικό σώμα, πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα, ιδιωτικές εταιρείες με το τμήμα έρευνας κι ανάπτυξης τους, βιομηχανικά ερευνητικά κέντρα κτλ. Μπορούν να είναι ιδιωτικού ή δημόσιου συμφέροντος και να κινητοποιήσουν ιδιωτικά ή δημόσια κεφάλαια. [18]

Σύμφωνα με το πρόταγμα του οικολογικού εκσυγχρονισμού οι καθαρές τεχνολογίες και η οικο-καινοτομικότητα είναι το κλειδί για την ανάπτυξη μίας κατάστασης «win-win», όπου θα διασφαλίζονται τόσο η οικονομική ανταγωνιστικότητα όσο, και η περιβαλλοντική αειφορία μεμονωμένων τομέων, αλλά και του συνόλου της οικονομίας. Οι καθαρότερες τεχνολογίες και μέθοδοι αναγνωρίζονται ως ένας κοινός τύπος καινοτομίας, καθώς προαπαιτούν τεχνολογικές, οργανωτικές και θεσμικές αλλαγές στην προϋπάρχουσα γνώση του λειτουργούντος παραγωγικού συστήματος.

Η κατανόηση της καινοτομίας ως μίας κοινωνικής, διαδραστικής διαδικασίας μάθησης, είναι το καθοριστικό χαρακτηριστικό της συστημικής προσέγγισης στην καινοτομία. Ακόμη, η συστημική προσέγγιση στην καινοτομία κατανοεί ότι συγκεκριμένα μονοπάτια αλληλεπιδράσεων είναι περισσότερο εφικτά από άλλα, καθώς η συμπεριφορά των οργανισμών και οι στρατηγικές διαμορφώνονται μέσα από το ευρύτερο πλαίσιο των νόμων, κανόνων, κανονισμών, ρυθμίσεων που αποτελούν το περιβάλλον μέσα στο οποίο θα κληθεί να αναπτυχθεί η καινοτομία.

Ένα σύστημα τεχνολογικής καινοτομίας, είναι ένας συνδυασμός αλληλοσυνδεόμενων τομέων και εταιρειών, ένα σύστημα θεσμών και κανονισμών, που χαρακτηρίζουν τους κανόνες συμπεριφοράς και την γνωσιακή υποδομή που σχετίζεται με αυτούς. Οι περισσότερες πολιτικές καινοτομίας λειτουργούν ικανοποιητικά όταν πρόκειται να στηρίξουν το υπάρχον τεχνολογικό σύστημα, αλλά λιγότερο ικανοποιητικά όταν θα πρέπει να κινητοποιήσουν τη λειτουργία ενός νέου [19] [20].

Για μια αναδυόμενη «ρευστή» τεχνολογία η ευθυγράμμιση της με την περιβάλλουσα υποδομή είναι εκ των πραγμάτων χαλαρή, καθώς οι παρούσες επιδόσεις της δεν είναι ακόμη στο επιθυμητό επίπεδο. Μολονότι η αξιολόγηση αυτών των επιδόσεων δεν γίνεται με απολύτως ορθολογικό τρόπο, καθώς οι επιδόσεις αξιολογούνται με κριτήρια που σχετίζονται με τις επικρατούσες τεχνολογίες του παρόντος, οι οποίες ωστόσο, στο μέλλον πρόκειται να μην υπάρχουν.

Οι αναδυόμενες τεχνολογίες και οι βιομηχανίες που επενδύουν σε αυτές σε πρώτη φάση χαρακτηρίζονται από καινοτομία προϊόντων, ενώ ακολουθεί η καινοτομία στις διεργασίες, ώστε να βελτιστοποιηθεί η παραγωγική διαδικασία. Ως γενική αρχή, η καινοτομία σε επίπεδο προϊόντων επιφέρει ποιοτική αλλαγή σε σχέση με την χρήση του προϊόντος, ενώ οι καινοτομίες στις διεργασίες κυρίως τη μείωση κόστους.

Η προσέγγιση συστήματος για τον καθορισμό του τρόπου που μπορούν οι καινοτομικές εφαρμογές να ενσωματωθούν σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικο-οικονομο-τεχνολογικό πλαίσιο παρέχει την απαραίτητη ολιστική εικόνα για την χαρτογράφηση των επιθυμητών παρεμβάσεων.

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται ότι μπορούν να αναγνωριστούν κατηγορίες λειτουργιών του συστήματος που οδηγούν τις εξελίξεις σε ένα συγκεκριμένο τεχνολογικό πεδίο. Οι 7 κατηγορίες λειτουργιών που θεωρούνται οι βασικότερες για την εξέλιξη ενός συστήματος είναι:

Λειτουργία 1: Επιχειρηματικές δραστηριότητες

Λειτουργία 2: Ανάπτυξη γνώσης

Λειτουργία 3: Διάχυση γνώσης

Λειτουργία 4: Καθοδήγηση της έρευνας

Λειτουργία 5: Σχηματισμός της αγοράς

Λειτουργία 6: Κινητοποίηση πόρων

Λειτουργία 7: Στήριξη από δράσεις προώθησης συνασπιζόμενων φορέων

[12] [13]

Η εύρεση δεικτών που θα μπορούν με κάποιο τρόπο να παρακολουθούν τις κινητήριες αυτές λειτουργίες θα μπορούσε να δώσει σημαντικές πληροφορίες ως προς την χάραξη στρατηγικής και πολιτικής για την είσοδο καινοτομικών τεχνολογιών σε διαφορετικά συστήματα υποδοχής.

3.2.4 Ε.Ε. πολλαπλών ταχυτήτων: Θεσμικοί κι άλλοι παράγοντες διαφοροποίησης

Το θεσμικό πλαίσιο για την καινοτομία στον χώρο των βιοενεργειακών προϊόντων χαρακτηρίζεται από μία ποικιλία δημόσιων φορέων. Είναι περίπλοκο και κατακερματισμένο, καθώς περιλαμβάνει πολλές περιοχές πολιτικής και λήψης αποφάσεων. Σε κάθε χώρα μπορούμε να διαπιστώσουμε τρία επίπεδα: το επίπεδο της Ε.Ε., του κράτους μέλους και της τοπικής-περιφερειακής διοίκησης. Η πολιτική ενέργειας, γεωργίας, περιφερειακής ανάπτυξης, δασοπονίας, χωροταξίας αποτελούν κάποιες από τις επιμέρους πολιτικές που σχετίζονται με τις εφαρμογές τεχνολογιών βιοενεργειακών προϊόντων.

Οι στόχοι, και η παρακολούθηση της υλοποίησής τους, καθώς και τα σχετικά κίνητρα που θα δοθούν ακολουθούν μια ιεραρχική δομή, που ξεκινούν από την Ε.Ε. στην κορυφή, μεταδίδονται στα κράτη μέλη, κι από εκεί σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο, όπου ορίζονται οι σχετικές προτεραιότητες κι εκεί.

Το πλαίσιο που περιγράφεται παραπάνω μπορεί να παρέμβει και στα τρία βήματα παραγωγής, που ορίζουν το σύστημα των βιοενεργειακών προϊόντων: την παραγωγή ή συλλογή βιόμαζας, την προκατεργασία και μετατροπή σε ενεργειακό προϊόν, την πώληση του ενεργειακού προϊόντος. Για παράδειγμα, ορισμένες φορές, κάποια

εργαλεία στήριξης που διευκολύνουν την πρόσβαση στην αγορά, μπορεί να βελτιώσουν τις βιοενεργειακές εφαρμογές που είναι περιορισμένες από το ρυθμιστικό πλαίσιο, ή κάποιες άλλες που υστερούν σε ανταγωνιστικότητα. Σε άλλες, υποστηρικτικά εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν να καλυφθεί το χάσμα ανάμεσα στις δημόσιες πολιτικές και στους στόχους της πολιτικής.

Η χρηματοδότηση των πρωτοβουλιών για βιοενεργειακά προϊόντα, μπορεί να συμπεριλαμβάνει, δημόσιους, ιδιωτικούς και θεσμικούς επενδυτές, ανάλογα με το σημείο που βρίσκεται η συγκεκριμένη εφαρμογή στην κλίμακα του κοινωνικο-τεχνικού συστήματος: καινοτομία, νησίδα αγοράς (niche market), ή κατεστημένη τεχνολογία (regime). [18]

Ένα σύστημα καινοτομίας κατά βάση αποτελείται από δύο κύρια μέρη: μια «δομή παραγωγής» και το «θεσμικό πλαίσιο». Η δομή παραγωγής εξαρτάται από τη βιομηχανική και παραγωγική δυναμική μίας δεδομένης περιοχής, και το θεσμικό πλαίσιο από κοινωνικό-οικονομικούς και πολιτικούς θεσμούς, που στηρίζουν και διαμορφώνουν τις τεχνολογικές διεργασίες. Τα δύο, ωστόσο, αυτά μέρη δεν αποτελούν και τα μοναδικά καθοριστικά στοιχεία, καθώς το κάθε σύστημα έχει ενδογενή και μοναδικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν ανεπανάληπτο, καθώς η καινοτομία νοείται και ως μια ιδιαίτερα σύνθετη κοινωνική διεργασία. [21]

Η καταγραφή των θεσμικών εμποδίων στις χώρες μέλη της Ε.Ε., όσον αφορά στην μετάβαση σε εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σημαντική, καθώς αποτελεί το πρώτο βήμα στην κατεύθυνση αλλαγών για να ξεπεραστούν τα εμπόδια αυτά και να σχεδιαστούν τα κατάλληλα σχέδια δράσης για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το ανομοιογενές πλαίσιο των χωρών της Ε.Ε. όσον αφορά στη μετάβαση σε τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας δημιουργεί στην πράξη μία ένωση πολλαπλών ταχυτήτων. Ο χάρτης του Σχήματος 3.3 είναι μία προσπάθεια χαρτογράφησης αυτών των διαφορετικών ταχυτήτων και της ομαδοποίησης των χωρών με παρεμφερές προφίλ.

Με βάση αυτή την προσέγγιση 6 ομάδες κρατών με διακριτές διαφορές ανάμεσα σε αυτές τις ομάδες, ταυτοποιήθηκαν. Οι ομάδες αυτές, με σειρά όπου η 1 έχει τα λιγότερα εμπόδια και η 6 τα περισσότερα, είναι:

Ομάδα 1: Δανία, Γερμανία, Φινλανδία, Σουηδία,

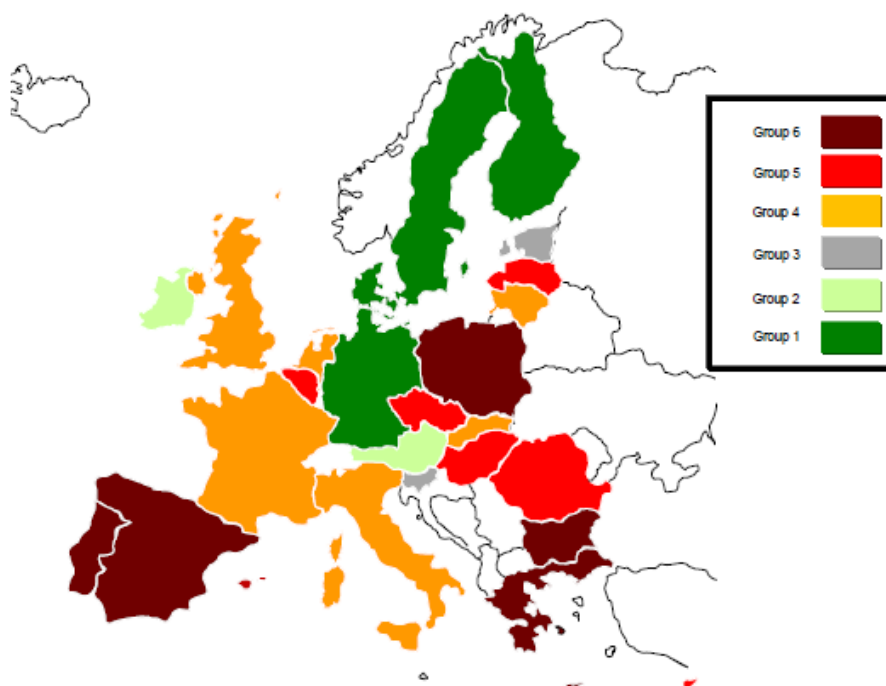
Ομάδα 2: Αυστρία και Ιρλανδία,

Ομάδα 3: Εσθονία και Σλοβενία,

Ομάδα 4: Γαλλία, Ιταλία, Ολλανδία, Λιθουανία, Σλοβακία, Ηνωμένο Βασίλειο,

Ομάδα 5: Βέλγιο, Τσεχία, Κύπρος, Ουγγαρία, Λετονία, Ρουμανία,

Ομάδα 6: Βουλγαρία, Ελλάδα, Πολωνία, Πορτογαλία, Ισπανία



Σχήμα 3.3: Χαρτογράφηση θεσμικού πλαισίου στις χώρες της Ε.Ε. [22]

Η εξάλειψη των εμποδίων μπορεί να χαρακτηριστεί το πιο εύκολα υλοποιήσιμο μέρος της ώθησης που μπορεί να δοθεί σε μία καινοτομική τεχνολογική εφαρμογή, καθώς σε αντίθεση με τα άμεσα οικονομικά κίνητρα δεν υπάρχει κάποιος που θα πρέπει να πληρώσει κόστος για την διαδικασία. [22]

Τέλος, στη βιβλιογραφία καταγράφεται ότι η ανταπόκριση στην καινοτομία σε επιχειρησιακό επίπεδο μπορεί να έχει τρεις τυπολογικές εκδοχές:

- να αγνοούν ή να αντιδρούν αρνητικά στην ευκαιρία
- να αντιλαμβάνονται την ευκαιρία ως κάτι θετικό για την επιχείρηση
- να ασκούν επιρροή στην υλοποίηση της ευκαιρίας άμεσα ή έμμεσα

Η ίδια ακριβώς τυπολογία μπορεί να θεωρηθεί ότι παρατηρείται και σε επίπεδο χωρών ή περιφερειών. Αντίστοιχα, και η αντίδραση τους στην ευκαιρία θα εξαρτηθεί από ορισμένες καθοριστικές παραμέτρους της κάθε χώρας:

- Διαθέσιμα μέσα και πηγές
- Η αντίληψη για το βαθμό διακινδύνευσης και το μέγεθος της ευκαιρίας

- Κουλτούρα, αξίες και κανόνες λειτουργίας
- Το πόσο ανοιχτή είναι στις αλλαγές, καθώς η αξιοποίηση της ευκαιρίας εμπεριέχει και αλλαγές διαφόρων τύπων στο ευρύτερο πλαίσιο
- Το όραμα, οι στόχοι και η στρατηγική
- Η δομή των σχέσεων εξουσίας, που θα επιδράσουν στην υιοθέτηση ή μη κάποιας καινοτομίας. [23]

3.3 Μεθοδολογία

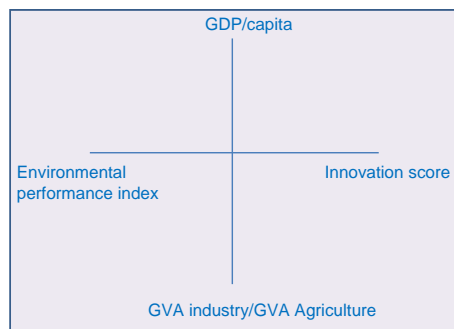
Η μεθοδολογική προσέγγιση για την καθεμιά από τις δύο διαστάσεις ανάπτυξης της βιο-οικονομίας, το πλαίσιο υποδοχής της καινοτομικής εφαρμογής και ο συνυπολογισμός επιπλέον περιοριστικών παραδοχών για το δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου, που αναφέρθηκαν στην Εισαγωγή, παρουσιάζονται παρακάτω:

3.3.1 Η διατύπωση του μοντέλου αξιολόγησης των κοινωνικο-οικονομικών και περιβαλλοντικών υποδομών στην Ε.Ε.:

Η αποτίμηση των κοινωνικο-οικονομικών αλληλεπιδράσεων και η ανάπτυξη και αποτίμηση πολιτικών κατά περίπτωση, για τις «βιο-οικονομίες» της Ε.Ε. θα μπορούσε να επιτευχθεί με την ομαδοποίηση περιφερειών και περιοχών της Ε.Ε. με βάση συγκεκριμένα κοινωνικο-οικονομικά και περιβαλλοντικά τους χαρακτηριστικά. Όπως παρουσιάστηκε αναλυτικά στο θεωρητικό μέρος του κεφαλαίου, η υπό μελέτη καινοτομική τεχνολογία βιο-υδρογόνου, αλλά και κάθε άλλη τεχνολογία εφαρμογών βιο-οικονομίας, θα ενταχθεί σε συγκεκριμένο «Σύστημα Τεχνολογικής Καινοτομίας». Στην Ευρώπη των πολλαπλών ταχυτήτων η αναφορά σε ένα ενιαίο «σύστημα υποδοχής» των εφαρμογών αυτών δεν θα είχε νόημα και δεν θα μπορούσε να δώσει την απαραίτητη στρατηγική προσέγγιση για την ανάπτυξη των εφαρμογών.

Έτσι, αναπτύξαμε ένα μοντέλο το οποίο βασίζεται σε τέσσερις δείκτες (βλ. Σχήμα 3.4) που χαρακτηρίζουν επαρκώς τις σημαντικότερες διαστάσεις για τα συστήματα που θα υποδεχθούν τις καινοτομικές εφαρμογές του συγκεκριμένου κλάδου.

Σημειώνεται ότι και ο παράγοντας του θεσμικού πλαισίου, όπως προαναφέρθηκε αποτελεί μία εξίσου σημαντική διάσταση, η οποία όμως θεωρήθηκε ότι διαπερνά οριζόντια και τους 4 δείκτες που έχουν οριστεί και δεν χρειάζεται να ενσωματωθεί ως επιπλέον διάσταση του μοντέλου. Σε κάθε περίπτωση, θα μπορούσε το μοντέλο αυτό να λειτουργήσει συνδυαστικά και με αξιολογική ιεράρχηση του θεσμικού πλαισίου που παρουσιάστηκε στο Θεωρητικό μέρος (βλ. Σχήμα 3.3)



Σχήμα 3.4: Προσομοίωση των συστημάτων παραγωγής βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε.

Η ποιοτική αποτίμηση των εν δυνάμει επιπτώσεων αυτών των τεσσάρων δεικτών, στην υλοποίηση των «βιο-οικονομιών» και στη συγκεκριμένη, δική μας περίπτωση, στην υιοθέτηση της υπό μελέτη τεχνολογίας βιο-υδρογόνου, συνοψίζεται παρακάτω:

3.3.1.1 Προσδοκώμενο εισόδημα

Το προσδοκώμενο εισόδημα είναι μία από τις σημαντικότερες διαστάσεις για να ξεκινήσει οποιαδήποτε καινοτομική εφαρμογή. Αυτό ισχύει για όλους τους φορείς της αλυσίδας παραγωγής, αλλά κυρίως για τους δύο βασικούς κινητήριους παίκτες, αυτούς που θα διαθέσουν την πρώτη ύλη και αυτούς που θα αναλάβουν την επιχειρηματική πρωτοβουλία και θα διαθέσουν τους οικονομικούς πόρους. Οι προσδοκίες, λοιπόν, είτε των καλλιεργητών/αγροτών, και των προμηθευτών βιόμαζας, είτε των επενδυτών που θα αποφασίσουν να χρηματοδοτήσουν ένα έργο βιο-οικονομικής εφαρμογής, στην περίπτωση μας της παραγωγής υδρογόνου με τη συγκεκριμένη τεχνολογία, θα είναι σε πλήρη συνάρτηση με το γενικότερο πλούτο που παράγεται στην περιοχή.

- Στην περίπτωση των προμηθευτών βιόμαζας θα αποτελέσει τον κρίσιμο παράγοντα που θα ορίσει την τιμή ευκαιρίας (opportunity cost) η οποία θα είναι αρκετή για να λειτουργήσει ως κίνητρο συμμετοχής τους στην καινοτομική αυτή εφοδιαστική αλυσίδα,
- Στην περίπτωση των επενδυτών, θα λειτουργήσει με τρόπο που θα ορίσει το ύψος των κερδών που θα ήταν αποδεκτά για να ξεκινήσουν το εγχείρημα, ορίζοντας ταυτόχρονα και τα επίπεδα διακινδύνευσης που θα ήταν έτοιμοι να δεχτούν για το συγκεκριμένο ύψος κερδών.

Συνεπώς, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, ορίστηκε ως ο πρώτος δείκτης, της οικονομικής διάστασης, που θα παρέχει τη ζητούμενη ένδειξη ως προς το προσδοκώμενο εισόδημα. Δεδομένα διαθέσιμα, ως προς αυτό το δείκτη, υπάρχουν τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο, τα οποία ανανεώνονται και σε τακτά διαστήματα [24].

3.3.1.2 Καινοτομία και επίπεδο τεχνολογικής ανάπτυξης

Μελέτες κι ενέργειες τόσο στον χώρο της παραγωγής υδρογόνου και κελιών καυσίμου στην Ε.Ε., όσο και εφαρμογών βιο-οικονομίας, αναγνωρίζουν ότι το περιφερειακό επίπεδο θα αποτελέσει το σημαντικότερο μηχανισμό ελέγχου που θα οδηγήσει σε μια οικονομία πιο πράσινη και με αποτελεσματικότερη αξιοποίηση πόρων. Το επίπεδο γνώσης κι ενεργοποίησης ως προς αυτές τις τεχνολογίες είναι πολύ υψηλότερο στις περιοχές που βρίσκονται υψηλά στην σχετική κατάταξη της Ε.Ε. για τον δείκτη καινοτομίας [25]. Δεδομένου ότι οι πιο καινοτόμες περιοχές έχουν μεγαλύτερη τάση να υιοθετήσουν νέα τεχνολογικά μονοπάτια με μεγαλύτερο βαθμό αβεβαιοτήτων κι ότι η υπό μελέτη τεχνολογία βιο-υδρογόνου, αλλά και οι περισσότερες τεχνολογικές εφαρμογές της Βιο-οικονομίας, είναι σε φάση πριν από την πλήρη εμπορική τους αξιοποίηση, η καινοτομικότητα της περιοχής εφαρμογής αναμένεται να παίξει κρίσιμο ρόλο στην μελλοντική τους ανάπτυξη. Ως ένδειξη λοιπόν αυτής της διάστασης χρησιμοποιήθηκε ο σχετικός δείκτης κατάταξης των χωρών της Ε.Ε., με τα κριτήρια που ορίζονται για την σχετική αξιολόγηση [26].

3.3.1.3 Διαχείριση Βιολογικών Πόρων

Οι τάσεις που θα επικρατήσουν σε διάφορες χώρες της Ε.Ε. όσον αφορά στη διαχείριση των βιολογικών πόρων, θα παίξει επίσης ένα σημαντικό ρόλο ως προς το βαθμό εισαγωγής σε μία συγκεκριμένη περιοχή, οποιασδήποτε εφοδιαστικής αλυσίδας βιόμαζας και προϊόντων βασισμένων σε αυτήν. Καθώς οι εφαρμογές της Βιο-οικονομίας και της αξιοποίησης της βιόμαζας, ως ένα υποσύνολο αυτών, εντάσσονται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο «πρασινίσματος» των παραγωγικών δραστηριοτήτων, οι συνολικές περιβαλλοντικές επιδόσεις, μίας περιοχής θα αποτελέσουν ένδειξη τόσο για τις υποδομές του συστήματος που θα υποδεχθεί τις καινοτομικές εφαρμογές, όσο και για το τρόπο που θα τείνουν να αναπτυχθούν αυτές.

Ο κοινώς αποδεκτός Δείκτης Περιβαλλοντικών Επιδόσεων (Environmental Performance Index [27]), με τις επιμέρους παραμέτρους που λαμβάνει υπόψιν για την αξιολόγηση χωρών και περιοχών, χρησιμοποιήθηκε ως μία ένδειξη ως προς την προσέγγιση που θα υπάρξει σε συγκεκριμένη περιοχή για τον τρόπο διαχείρισης των βιολογικών πόρων.

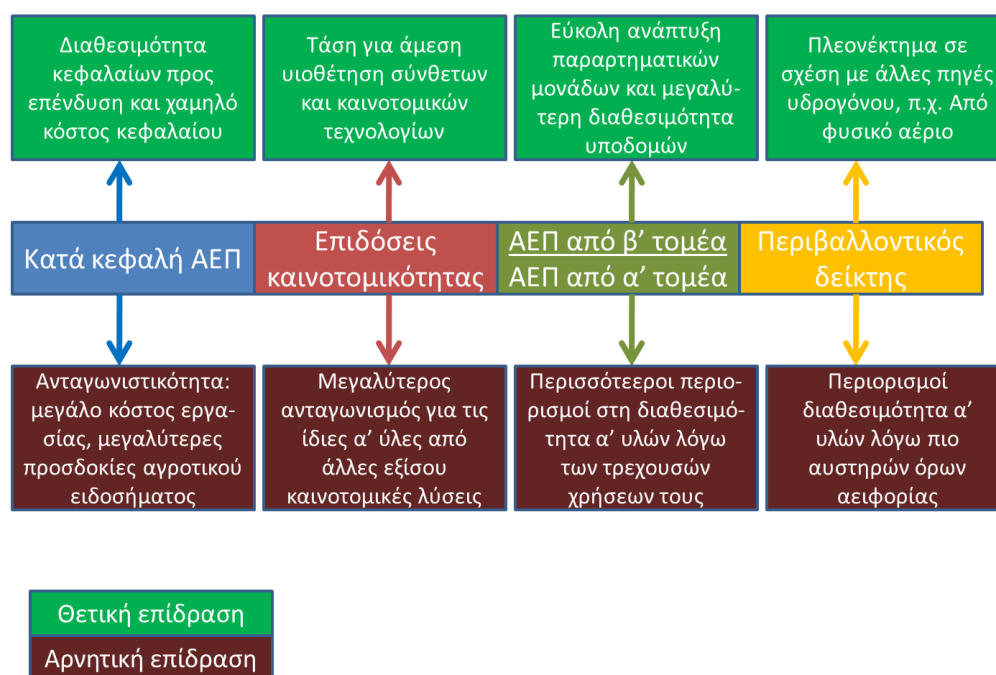
Μία περιοχή με υψηλότερο δείκτη μπορεί να θεωρηθεί ότι θα υιοθετήσει μία πιο αειφόρο προσέγγιση στις διαχειριστικές της πρακτικές, σε σύγκριση με κάποια άλλη που θα έχει χαμηλότερο δείκτη, όπου σε αυτήν είτε θα υπάρχει σχετική αδιαφορία ως προς τις λύσεις της Βιο-οικονομίας, είτε εξαντλητική αξιοποίηση των πόρων, με αρνητικές συνέπειες.

3.3.1.4 Η δομή της οικονομίας

Ο πρωτογενής ή δευτερογενής χαρακτήρας της οικονομίας για μία περιοχή, αναμένεται να παίξει καταρχήν ρόλο στην τυπολογία της βιομάζας που θα συναντάται σε αυτή. Ακόμη, αυτό θα έχει επίδραση τόσο στη διαθεσιμότητα όσο και στις συνεργιστικές τάσεις που θα εμφανιστούν είτε με τις βιομηχανικές είτε με τις γεωργικές δραστηριότητες της περιοχής. Η δυναμικότητα της μονάδας μετατροπής σε βιοενεργειακό προϊόν επίσης θα επηρεαστεί από την βαρύτητα του δευτερογενούς τομέα στην οικονομία, καθώς και η τυπολογία της μονάδας, δηλαδή αν θα πρόκειται για αυτόνομη μονάδα ή κομμάτι μίας προϋπάρχουσας αγροβιομηχανικής δραστηριότητας.

Σε ένα δεύτερο, αλλά εξίσου σημαντικό, επίπεδο, και λαμβάνοντας υπόψιν και τις βιομηχανικές δραστηριότητες που δεν σχετίζονται άμεσα με την αξιοποίηση βιολογικών πόρων, ο δείκτης αυτός θα αποτελέσει και μία ένδειξη της «κουλτούρας» της περιοχής, καθώς θα παρέχει πληροφορία ως προς την προϋπάρχουσα υποδομή, στην οικονομία και στην κοινωνία, αλλά και σε θεσμικό επίπεδο για τον ένα ή τον άλλο τομέα. Ο λόγος του ΑΕΠ που προέρχεται από τον δευτερογενή τομέα προς αυτό που προέρχεται από τον πρωτογενή χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης για αυτή τη διάσταση [28].

Στο Σχήμα 3.5 παρουσιάζονται συνοπτικά οι κυριότερες επιδράσεις που αναμένεται να έχει στη συμπεριφορά του συστήματος η υψηλή ή χαμηλή τιμή καθενός από τους δείκτες (θετική ή αρνητική ως προς την ανάπτυξη της βιο-οικονομίας, αντίστοιχα).



Σχήμα 3.5: Αναμενόμενη συμπεριφορά συστήματος υποδοχής τεχνολογίας με βάση τους επιλεχθέντες δείκτες

3.3.1.5 Προσδιορισμός τυπολογίας Ευρωπαϊκών περιοχών

Με βάση τις παραπάνω 4 διαστάσεις, δημιουργήθηκε ένας σύνθετος δείκτης με την συσχέτιση των τεσσάρων παραπάνω δεικτών. Για το σκοπό αυτό έγινε μία αρχική κανονικοποίησή τους, προκειμένου να επιτευχθεί η ομαδοποίηση των Ευρωπαϊκών περιοχών σε 4 κύριους τύπους συστημάτων, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3. Η αναλυτική περιγραφή της κατασκευής του σύνθετου αυτού δείκτη, καθώς και τα ποσοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από την σχετική βιβλιογραφία παρουσιάζονται στο Παράρτημα 3.

Πίνακας 3.3: Τύποι Ευρωπαϊκών περιοχών για την εφαρμογή της Βιο-οικονομίας

Type of system	Income expectation	Innovation & Tech. level	Bioresource management	Primary vs secondary sector
“Industrial North”	Very High	High	Max use	Secondary dominant
“Green West”	High	High	Best Practice	Secondary dominant
“Rural South”	Low	Low/Medium	Best Practice	Primary dominant
“Emerging East”	Very Low	Low	Max use	Primary dominant

Μολονότι ο γεωγραφικός προσδιορισμός που επιλέξαμε για να ορίσουμε τον καθέναν από τους τέσσερις τύπους είναι ενδεικτικός για την περιοχή στην οποία αναμένεται να είναι επικρατέστερος ο καθένας, ωστόσο, στην πράξη κάθε Ευρωπαϊκή χώρα αποτελεί ένα «υπερ-σύστημα» στο οποίο αναμένεται να συνυπάρχουν περιφέρειες που θα μπορούν να καταταχθούν σε διαφορετικό τύπο συστήματος. Ως εκ τούτου, οι πολιτικές που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τις αλληλεπιδράσεις και τις δυναμικές οι οποίες αναπτύσσονται ανάμεσα στους διαφορετικούς «παίκτες», με βάση τον τύπο στον οποίο εντάσσεται η περιοχή, σε περιφερειακό επίπεδο.

3.3.2 Δυναμικό παραγωγής υδρογόνου με την υπό μελέτη τεχνολογία

Το μέλλον της οποιασδήποτε εφαρμογής στο πλαίσιο της Βιο-οικονομίας, δεδομένης της αστάθειας κι αβεβαιότητας εφοδιασμού των βιολογικών πρώτων υλών, αλλά ακόμη και τη συνεχή ανάπτυξη ανταγωνιστικών, για την ίδια πρώτη ύλη, εφαρμογών, θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τον εμπλουτισμό της λίστας των αξιοποιήσιμων πρώτων υλών. Έτσι, σε ένα πρώτο επίπεδο, η μεθοδολογία εκτίμησης του συνολικού θεωρητικού δυναμικού, όπως αυτή παρουσιάστηκε λεπτομερώς στο Κεφάλαιο 2,

εφαρμόστηκε σε πρώτες ύλες, οι οποίες υπό συγκεκριμένους τεχνο-οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς περιορισμούς, μπορούν να παρέχουν ζυμώσιμους υδατάνθρακες, και με χρήση δεδομένων τόσο για την αγροτική όσο και την αγροβιομηχανική παραγωγή στην Ευρώπη [29], [30][31].

Για τους σκοπούς του παρόντος κεφαλαίου εξετάστηκαν ορισμένα σενάρια με εφαρμογή περαιτέρω περιορισμών, προκειμένου να υπάρξει μία εκτίμηση του πρακτικά ανακτήσιμου δυναμικού, το οποίο αποτελεί τμήμα του θεωρητικού δυναμικού. Για του περιορισμούς αυτούς ακολουθήθηκαν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις:

α) Αναπτύχθηκαν σενάρια με παραδοχές για τις διαστάσεις της διαθεσιμότητας και του τεχνολογικού επιπέδου, όπως αυτές συνοψίζονται παρακάτω (βλ. επίσης, τον Πίνακα 3.4):

Πίνακας 3.4: Παραδοχές για τον υπολογισμό του ανακτήσιμου δυναμικού

Υποθέσεις – Επιπλέον παραδοχές	
Διαθεσιμότητα πρώτων υλών	
50%	των αγροτικών-αγροβιομηχανικών υπολειμμάτων, εκτός από του τεύτλου
30%	πούλπας τεύτλου
30-50%	των υγρών αγροβιομηχανικών αποβλήτων
Προκατεργασία (ανάκτηση υδατανθράκων)	
90%	για σακχαρούχα φυτά
60%	για λιγνοκυτταρινούχα υπολείμματα
70%	για αμυλούχες – μεικτούς υδατάνθρακες
30-50%	για αγροβιομηχανικά απόβλητα
Αποτελεσματικότητα μετατροπής για 1 t υδατανθράκων	
0,07 t	υδρογόνου για σακχαρούχες πρώτες ύλες
0,05 t	υδρογόνου για μεικτές-αμυλούχες πρώτες ύλες
0,06 t	υδρογόνου για λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες
0,04 t	υδρογόνου για φυλλώδη βιόμαζα

- **Διαθεσιμότητα:** Κατά την εκτίμηση του θεωρητικού δυναμικού υιοθετήθηκε μία υπόθεση μέγιστης εφικτής διαθεσιμότητας. Ωστόσο, ακόμη και στην περίπτωση των αγροτικών και αγροβιομηχανικών υπολειμμάτων, αυτά δεν θα είναι διαθέσιμα στο 100%, είτε λόγω θεμάτων εφοδιαστικής αλυσίδας, ανταγωνιστικών χρήσεων ή και λόγους βιωσιμότητας,
- **Το παρόν τεχνολογικό επίπεδο:**
 - Ο βαθμός ανάκτησης των υδατανθράκων θα απέχει κατά πολύ από τους υδατάνθρακες που θεωρητικά μπορούν να παραληφθούν από την κάθε πρώτη ύλη. Για την εκτίμηση του, για τις εξεταζόμενες πρώτες ύλες, μέσω των εφαρμοζόμενων προκατεργασιών, τα πειραματικά αποτελέσματα που έχουν προκύψει για 4 επιλεγμένες πρώτες ύλες -τεύτλο, φλούδες πατάτας, άχυρο κριθαριού και πίτουρο-

χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα και για τις υπόλοιπες εν δυνάμει πρώτες ύλες, με βάση την τυπολογία των πρώτων υλών,

- ο βαθμός μετατροπής των υδαταθράκων σε υδρογόνο, επίσης, απέχει από τον θεωρητικό που αντιστοιχεί σε 0.1 t υδρογόνου για κάθε τόνο υδατάνθρακα. Και σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν υποθέσεις βασισμένες στα μέχρι στιγμής πειραματικά αποτελέσματα για τις διάφορες πρώτες ύλες.

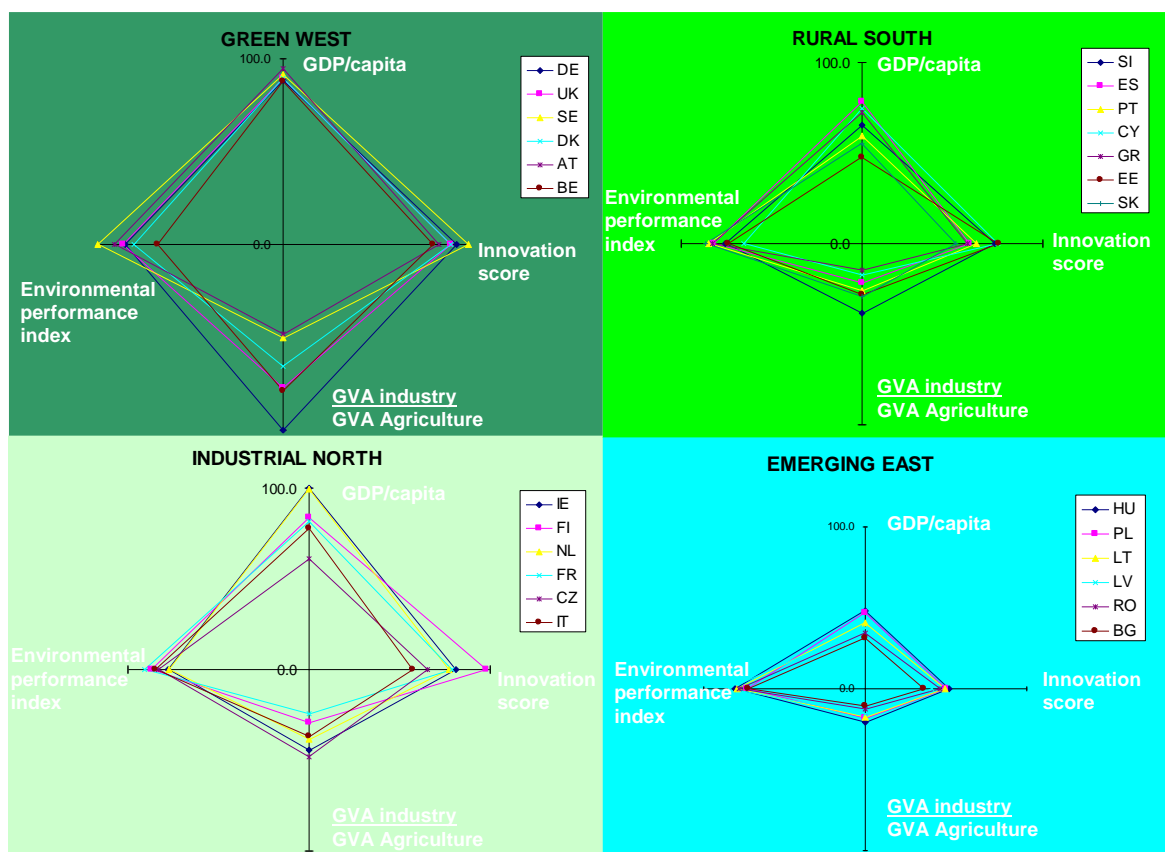
β) Εκτιμήθηκε το άμεσα αξιοποιήσιμο δυναμικό το οποίο βασίστηκε στις 4 πιο υποσχόμενες πρώτες ύλες με βάση τεχνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια: Ζάχαρη από σακχαρότευτλο, πίτουρο σιταριού, φλούδες πατάτας και άχυρο κριθαριού.

Έλαβε χώρα, επίσης, μία πρώτη προσπάθεια να συνεκτιμηθεί κι η επίδραση των τοπικών κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων και περιβαλλοντικών επιδόσεων κατά την εκτίμηση του δυναμικού. Έγινε η υπόθεση ότι περιοχές με μεγάλο βαθμό εκβιομηχάνησης και χαμηλό δείκτη περιβαλλοντικών επιδόσεων θα έχουν την τάση εντατικοποίησης της χρήσης των πρώτων υλών, και υπό αυτό το πρίσμα θεωρήθηκε ότι η εκμετάλλευση του δυναμικού θα κυμαίνεται μεταξύ 90% και 110%, σε σχέση με το δυναμικό που θα εκτιμηθεί με βάση τους παραπάνω πρόσθετους περιορισμούς του Πίνακα 3.4.

3.4 Αποτελέσματα - Συζήτηση αποτελεσμάτων

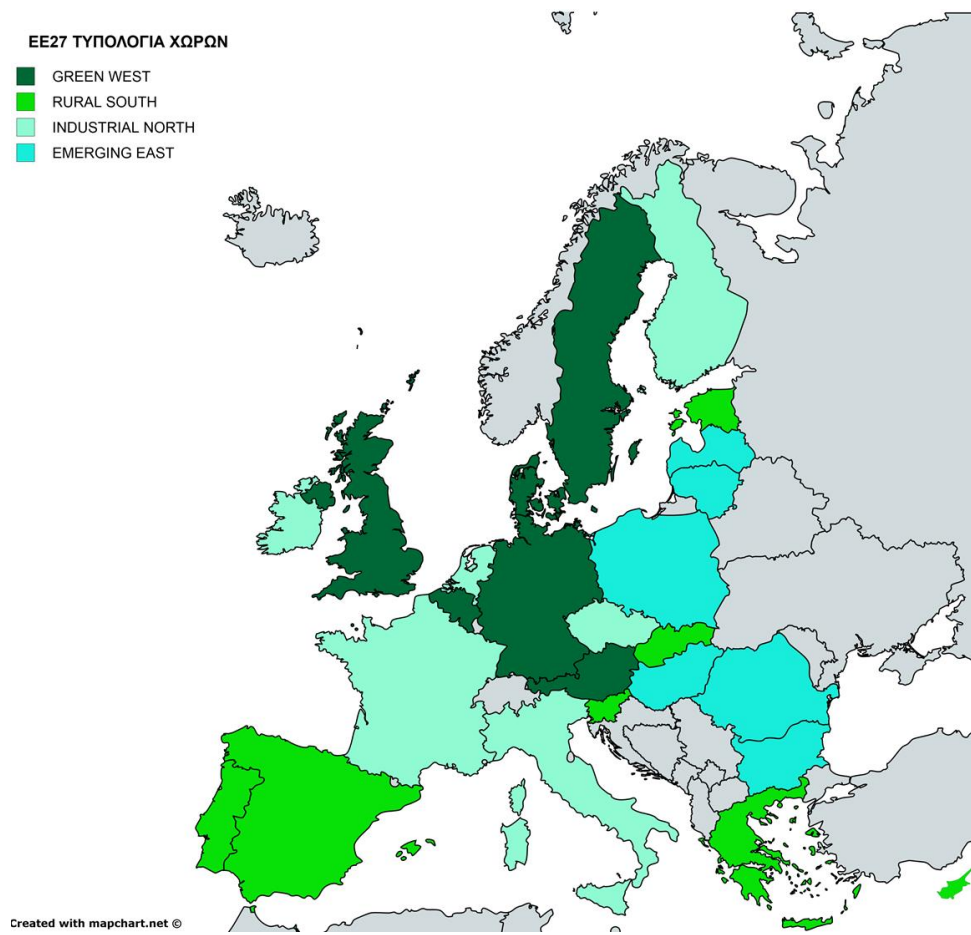
3.4.1 Κατανομή των χωρών της Ε.Ε. στους τύπους συστημάτων

Τα αποτελέσματα του μοντέλου που αναπτύχθηκε και οι 4 ομάδες χωρών που προέκυψαν από αυτό παρουσιάζονται στα Σχήματα 3.6 & 3.7. Ενώ λεπτομερέστερη εικόνα για τους σχετικούς υπολογισμούς και τον «χάρτη» της Ευρώπης που διαμορφώνεται δίνονται στο Πάραρτημα 3.



Σχήμα 3.6: Οι 4 τύποι συστημάτων της Ε.Ε. με βάση τους 4 δείκτες

Μέσα από αυτή την ομαδοποίηση των 4 κατηγοριών συστημάτων, μπορεί να γίνει η αξιολόγηση των κοινωνικο-οικονομικών επιδράσεων των μελλοντικών συστημάτων Βιο-οικονομίας, καθώς και να αναπτυχθούν κατά περίπτωση πολιτικές, για τη δημιουργία συστημάτων αξιοποίησης βιόμαζας για την παραγωγή βιο-υδρογόνου.



* Οι χώρες που είναι χρωματισμένες με γκριζο χρώμα είναι αυτές που παραμένουν εκτός του πεδίου της εργασίας.

Σχήμα 3.7: Χαρτογράφηση των χωρών της Ε.Ε. με βάση το μοντέλο

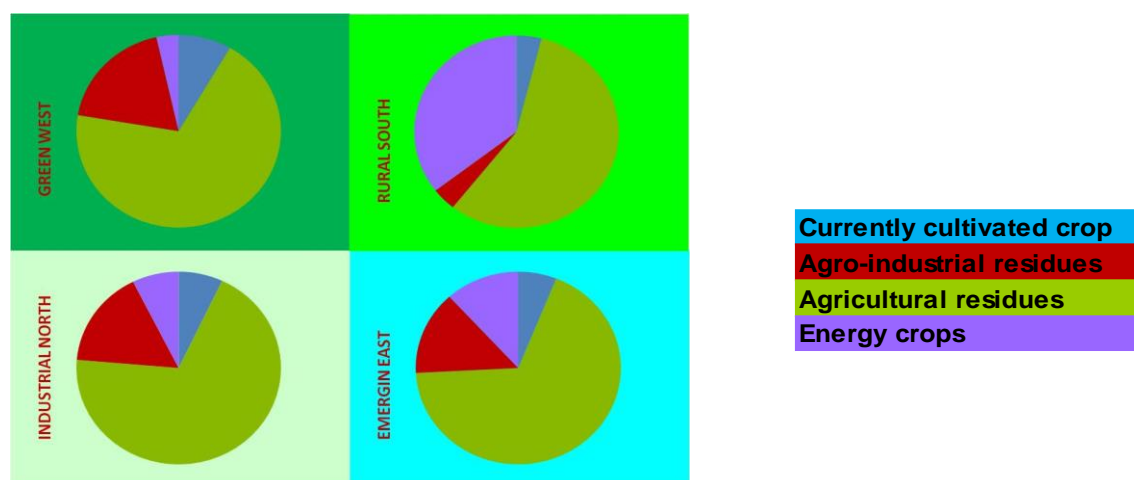
3.4.2 Χαρτογράφηση δυναμικού παραγωγής Βιο-υδρογόνου για τις 4 ομάδες χωρών της Ε.Ε.

Το συνολικό θεωρητικό δυναμικό παραγωγής Βιο-υδρογόνου, μέσω της υπό μελέτη τεχνολογίας εκτιμήθηκε, στο Κεφάλαιο 2, ότι είναι περίπου στους 33 Mt/a. Η κατανομή αυτού του δυναμικού στις χώρες της Ε.Ε, καθώς και στις 4 ομάδες, δίνεται στον Πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5: Κατανομή συνολικού δυναμικού παραγωγής Βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε.

	High GDP _ High innovation	Overall Biohydrogen generation potential from all feedstocks and energy crops(Mt/year)	Low GDP _ Low Innovation	Overall Biohydrogen generation potential from all feedstocks and energy crops(Mt/year)	
GREEN WEST	DE	4.2	SI	0.1	RURAL SOUTH
	UK	2.1	ES	4.8	
	SE	0.6	PT	0.5	
	DK	0.7	CY	0.0	
	AT	0.5	GR	0.9	
	BE	0.3	EE	0.1	
		SK	0.4		
Total	8.4	Total	6.7		
INDUSTRIAL NORTH	IE	0.2	HU	0.9	EMERGING EAST
	FI	0.3	PL	2.2	
	NL	0.3	LT	0.3	
	FR	6.7	LV	0.1	
	CZ	0.7	RO	2.1	
	IT	3.1	BG	0.9	
	Total	11.2	Total	6.5	

Η κατανομή αυτού του δυναμικού ανάλογα με τις διαφορετικές κατηγορίες και προελεύσεις των πρώτων υλών, παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.8. Αναλυτικότερα αποτελέσματα ανά χώρα παρέχονται στο Παράρτημα 3



Σχήμα 3.8 Η κατανομή του συνολικού δυναμικού παραγωγής Βιο-υδρογόνου στους 4 τύπους περιφερειών, σύμφωνα με την προέλευση της πρώτης ύλης

Το δυναμικό που εκτιμάται με βάση την παραπάνω μεθοδολογία μπορεί να θεωρηθεί το ανώτερο όριο για την κάθε χώρα. Χωρίς να λαμβάνονται υπόψιν οι ανταγωνιστικές χρήσεις, είτε ενεργειακές είτε άλλες, των ίδιων πρώτων υλών, οι οποίες εκ των πραγμάτων θα το περιορίζαν, αλλά ούτε και οι τεχνικοί περιορισμοί που στην παρούσα φάση υφίστανται.

Αν συμπεριλάβουμε περαιτέρω περιορισμούς, ως προς τη διαθεσιμότητα, τη τεχνολογία, και την εξειδίκευση με βάση την περιφέρεια, όπως αυτά

παρουσιάστηκαν στην μεθοδολογία (α), το αντίστοιχο δυναμικό θα περιοριστεί στους περίπου 8 Mt/a υδρογόνου. (βλ. Αναλυτικά στο Παράρτημα Πίνακα Π3.3)

Το πιο άμεσα εφαρμόσιμο δυναμικό (α), από τις 4 υποσχόμενες πρώτες ύλες ανέρχεται στους περίπου 4 Mt/a. Η ανάλυση αυτού του δυναμικού ανά χώρα και ανά ομάδα χωρών παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.6.

Πίνακας 3.6: Άμεσα ανακτήσιμο δυναμικό βιο-υδρογόνου μέσω ζύμωσης

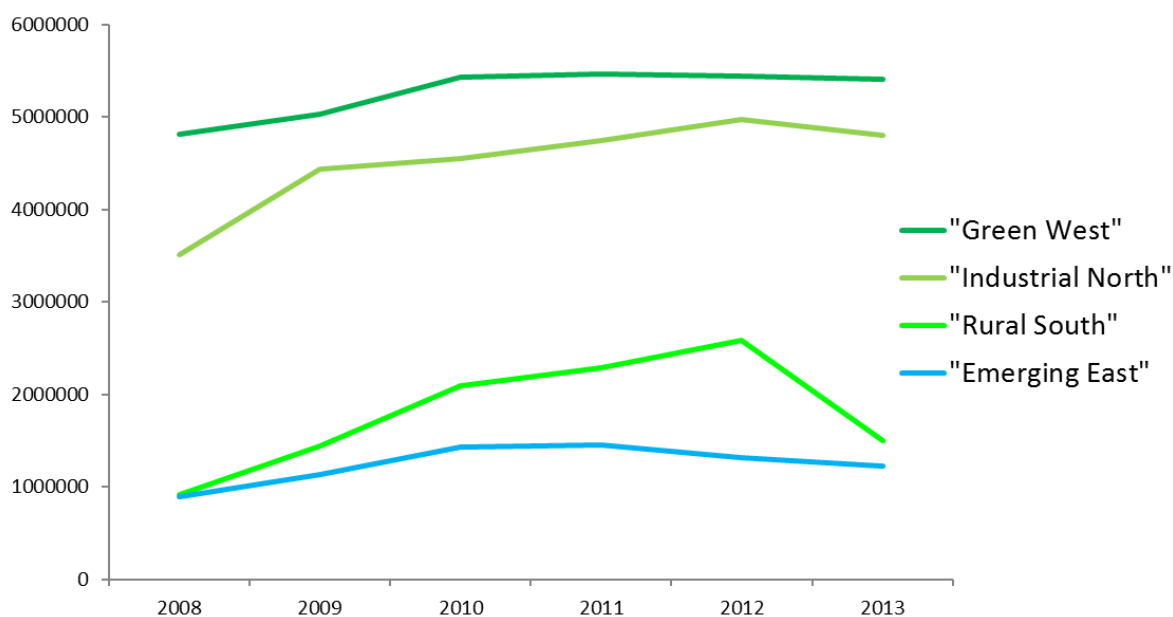
	Countries	Estimated application tendency (kt H ₂ /year)	Countries	Estimated application tendency kt H ₂ /year)	
GREEN WEST	DE	873.7	SI	0.3	RURAL SOUTH
	UK	104.7	ES	407.1	
	SE	65.7	PT	20.2	
	DK	15.8	CY	0.0	
	AT	23.4	GR	8.9	
	BE	4.7	EE	0.8	
			SK	2.9	
	Total	1088.0	Total	440.2	
INDUSTRIAL NORTH	IE	0.7	HU	20.4	EMERGING EAST
	FI	35.9	PL	163.0	
	NL	8.6	LT	3.9	
	FR	1219.7	LV	3.5	
	CZ	20.7	RO	97.5	
	IT	189.7	BG	8.5	
		Total	1475.3	Total	

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι περιορισμοί που οφείλονται στην προκατεργασία και μετατροπή συνεπάγονται την αντίστοιχη αύξηση παραπροϊόντων και αποβλήτων του συστήματος. Έτσι, για το δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου που μόλις υπολογίστηκε, θα αντιστοιχούν 6 Mt παραπροϊόντων, αποτελούμενα από λιγνίνη, μη υδρολυμένους υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, κτλ.

3.5 Συμπεράσματα

Ορισμένα από τα σημαντικότερα συμπεράσματα του κεφαλαίου αυτού παρουσιάζονται παρακάτω:

Υπάρχει μία ποσοτική επικράτηση ως προς το διαθέσιμο δυναμικό της ομάδας “Industrial North”, μολονότι οι τρέχουσες τάσεις στην παραγωγή προϊόντων ενέργειας από βιόμαζα δείχνουν ότι η ομάδα “Green West” αποτελεί τον κύριο παίκτη του χώρου. (βλ. Σχήμα 3.9)



Σχήμα 3.9: Χρονική εξέλιξη κατανάλωσης βιοκαυσίμων μεταφοράς στους 4 τύπους χωρών (σε toe) [32]–[37]

Η ομάδα “Emerging East” φαίνεται να διαθέτει τις μεγαλύτερες δυνατότητες για την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλων εκτάσεων αγρανάπαυσης στην περιοχή αυτή.

Η περίπτωση της ομάδας “Rural South”, επίσης, εμφανίζει μεγάλες προοπτικές για ενεργειακές καλλιέργειες, ακόμη και χωρίς να ληφθούν υπόψιν εκτάσεις που ενδέχεται να απελευθερωθούν κατά τις δομικές αλλαγές της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής.

Ο ρόλος κι η συνεισφορά των αγροτικών υπολειμμάτων σε οποιονδήποτε από τους 4 τύπους συστημάτων είναι κεφαλαιώδους σημασίας. Αυτό επανεπιβεβαιώνει την αναμενόμενη μελλοντική επίδραση των λιγνοκυτταρινούχων πρώτων υλών στην εκτεταμένη εφαρμογή οποιασδήποτε τεχνολογίας προϊόντων βιοενέργειας.

Στο καθένα από τους 4 διαφορετικούς τύπους συστημάτων διακρίνονται μία ή δύο χώρες οι οποίες θα αποτελέσουν την ατμομηχανή ως προς τη δυνατότητα παραγωγής βιο-υδρογόνου. Αυτό οφείλεται κυρίως στον ήδη υπαρκτό ισχυρό πρωτογενή ή/και δευτερογενή τομέα των χωρών αυτών. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα πιο πρόσφατα στατιστικά δεδομένα για τις χώρες αυτές, ως προς την έκταση των παραγόμενων ενεργειακών προϊόντων που βασίζονται στη βιόμαζα. Σε αυτό το πλαίσιο: η Γερμανία κι η Αγγλία στην ομάδα “Green West”, η Γαλλία κι η Ιταλία στην “Industrial North”, η Ισπανία στην “Rural South”, κι η Πολωνία και Ρουμανία στην “Emerging East”, μπορούν να θεωρηθούν οι κρίσιμοι παίκτες, κι η αλλαγή των χαρακτηριστικών τους με βάση το μοντέλο που έχει αναπτυχθεί, που θα τις οδηγούσε

να ανήκουν σε μία από τις υπόλοιπες ομάδες θα άλλαζε σημαντικά τον χάρτη της βιοοικονομίας στην Ε.Ε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η αύξηση της ταυτόχρονης παραγωγής συν-προϊόντων/παρα-προϊόντων και μάλιστα σε αντιστρόφως ανάλογο βαθμό με την αποτελεσματικότητα των διεργασιών, καθιστά πολύ σημαντική την εύρεση αποτελεσματικού τρόπου αξιοποίησης τους για την βιωσιμότητα κι αειφορία της τεχνολογίας που μελετάται. Η εύρεση νέων αγορών για αυτά, όπως π.χ. νέα χημικά από την λιγνίνη, ή επαναπροώθηση τους σε αγορά από την οποία γίνεται ο «δανεισμός τους», π.χ. αγορά ζωοτροφών, και εδαφοβελτιωτικών αποτελεί τις προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει η έρευνα.

Η κινητοποίηση και των τεσσάρων ομάδων χωρών, ή ακόμη καλύτερα των 4 τύπων περιοχών όπως αυτές θα διαμορφώνονται σε περιφερειακό επίπεδο, μέσω εξειδικευμένων πολιτικών και στρατηγικών εργαλείων φαίνεται να είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός διάχυσης των τεχνολογιών βιοκαυσίμων και προϊόντων βιοενέργειας στην Ε.Ε. Η τρέχουσα κατάσταση δείχνει ότι μέχρι στιγμής λίγες είναι οι χώρες που σηκώνουν το βάρος της μαζικής παραγωγής σχετικών προϊόντων ανά την Ευρώπη.

Το πεδίο μελέτης αυτού του κεφαλαίου περιορίστηκε σε επίπεδο ανάλυσης NUT0. Περαιτέρω μελέτη που θα εστιάζει σε επίπεδο NUT1 ή ακόμη και NUT2, θα διευκολύνει την ομαδοποίηση Ευρωπαϊκών περιφερειών, όπου εξειδικευμένες πολιτικές σε περιφερειακό επίπεδο θα μπορούν να αναπτυχθούν ευκολότερα, ώστε να υπάρξει ευκολότερη ενσωμάτωση εφαρμογών της Βιο-οικονομίας στην Ε.Ε. Αλλά, ακόμη, θα μπορεί να υπάρξει διάχυση των θετικών κι αρνητικών παραδειγμάτων ανάμεσα στις ομοειδείς περιοχές.

Βιβλιογραφία

- [1] <http://www.eu-bee.eu/>. [Accessed: 15-Mar-2016].
- [2] I. A. Panagiotopoulos, L. S. Karaoglanoglou, D. P. Koullas, R. R. Bakker, P. A. M. Claassen, and E. G. Koukios, "Technical suitability mapping of feedstocks for biological hydrogen production"; *J. Clean. Prod.*, vol. 102, pp. 521–528, 2015.
- [3] L. K. Diamantopoulou, L. S. Karaoglanoglou, and E. G. Koukios, "Biomass Cost Index: Mapping biomass-to-biohydrogen feedstock costs by a new approach," *Bioresour. Technol.*, vol. 102, no. 3, pp. 2641–2650, 2011.
- [4] L. Diamantopoulou, L. Karaoglanoglou, E. Koukios, "Biomass for transportation biofuels-The creation of decision support tools for complicated processes to sustainable systems"; in *Proceedings of the 4th National RENES Conference*, 2010.
- [5] EU, D.G. for Energy & Transport, "Hydrogen Energy and Fuel Cells-A vision of our future" Report; 2003.
- [6] N. Scarlat, J. F. Dallemand, F. Monforti-Ferrario, and V. Nita, "The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts," *Environ. Dev.*, vol. 15, pp. 3–34, 2015.
- [7] G. Philippidis, R. M'barek, E. Ferrari, "Drivers of the European Bioeconomy in Transition: an exploratory, model-based assessment"; JRC Report; 2016.
- [8] R. W. F. Hardy, "Trends in new crops and new uses"; ASHS Press, Alexandria, VA., 2002.
- [9] B. Golembiewski, N. Sick, and S. Bröring, "The emerging research landscape on bioeconomy: What has been done so far and what is essential from a technology and innovation management perspective?," *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, vol. 29, pp. 308–317, 2015.
- [10] T. G. Johnson and I. Altman, "Rural development opportunities in the bioeconomy," *Biomass and Bioenergy*, vol. 63, pp. 341–344, 2014.
- [11] S. Jacobsson, "Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology," *Ind. Corp. Chang.*, vol. 13, no. 5, pp. 815–849, Oct. 2004.
- [12] R. A. A. Suurs, "Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems"; (PhD thesis), February, 2009.
- [13] S. O. Negro, M. P. Hekkert, and R. E. Smits, "Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion-A functional analysis"; *Energy Policy*, vol. 35, no. 2, pp. 925–938, 2007.
- [14] IEA, "Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA Countries";

- International Energy Agency Report, 2004.
- [15] Unruh G.C., “Understanding carbon lock-in”; *Energy Policy*, vol. 28, no. 12, p. 817, 2000.
- [16] P. A. L. Coates V., Farooque M., Klavans R., Lapid K., Linstone H.A., Pistorius C., “On the future of technological forecasting,” *Technol. Forecast. Soc. Chang.*, vol. 67, pp. 1–17, 2001.
- [17] R. A. A. Suurs and M. P. Hekkert, “Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 76, no. 8, pp. 1003–1020, Oct. 2009.
- [18] K. Knickel, T. Tisenkopfs, and S. Peter, “Innovation processes in agriculture and rural development: Results of a cross-national analysis of the situation in seven countries , research gaps and recommendations”; *Insight Project Final Report*; 2009.
- [19] L. Coenen and F. J. Díaz López, “Comparing systems approaches to innovation and technological change for sustainable and competitive economies: an explorative study into conceptual commonalities, differences and complementarities,” *J. Clean. Prod.*, vol. 18, no. 12, pp. 1149–1160, Aug. 2010.
- [20] M. P. Hekkert, R. a. a. Suurs, S. O. Negro, S. Kuhlmann, and R. E. H. M. Smits, “Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 74, no. 4, pp. 413–432, May 2007.
- [21] S. Borrás, “Analytical Framework: System of innovation theory and the European Union”; *Distance Educ.*, vol. 31, no. 6, pp. 1–17, 2002.
- [22] Ecorys Nederland BV, “Assessment of non-cost barriers to renewable energy growth in EU Member States - AEON”; *Final report*, p. 129, 2010.
- [23] A. Bergek, "Shaping and Exploiting Technological Opportunities : The Case of Renewable Energy Technology in Sweden Department of Industrial Dynamics"; 2002.
- [24] “GDP at regional level - Statistics Explained.” [Online]. Available: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/GDP_at_regional_level. [Accessed: 10-June-2016].
- [25] A. N. Madsen and P. D. Andersen, “Innovative regions and industrial clusters in hydrogen and fuel cell technology”; *Energy Policy*, vol. 38, no. 10, pp. 5372–5381, 2010.
- [26] “European Innovation Scoreboard - European Commission.” [Online]. Available: http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en. [Accessed: 05-June-2016].

- [27] “Environmental Performance Index - Development.” [Online]. Available: <http://epi.yale.edu/>. [Accessed: 05-June-2016].
- [28] “World Development Indicators | Data.” [Online]. Available: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>. [Accessed: 07-June-2016].
- [29] K. E. Karaoglanoglou L, Diamantopoulou L., “At the crossroads of feasibility and sustainability: Building biomass-to-biohydrogen supply chains,” in 16th EU BC&E, 2008.
- [30] “EU agriculture - Statistical and economic information (Archive) | Agriculture and rural development.” [Online]. Available: https://ec.europa.eu/agriculture/statistics/agricultural_en. [Accessed: 08-Jan-2017].
- [31] <http://ec.europa.eu/eurostat/web/prodcom/data/database>. [Accessed: 08-Jan-2017].
- [32] EurObserv’ER, “Barometer”; Le Journal des Energies Renouvelables, vol. 216, no. July, pp. 48–63, 2013.
- [33] EurObserv’ER, “Barometer”; Le Journal des Energies Renouvelables, vol. 210, no. July, pp. 42–62, 2012.
- [34] EurObserv’ER, “Barometer”; Le Journal des Energies Renouvelables, vol. 216, no. July, pp. 48–63, 2014.
- [35] EurObserv’ER, “Barometer”, “Biofuels barometer – eurobserv’er – july 2015,” no. July, pp. 1–16, 2015.
- [36] EurObserv’ER, “Barometer”, Le Journal Des Énergies Renouvelables; vol 198, pp. 72-96, 2010.
- [37] EurObserv’ER, “Barometer”, Le Journal Des Énergies Renouvelables; vol 198, pp. 68–93, 2011.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σημασία της περιφερειακής διάστασης στην ανάπτυξη εφαρμογών Βιο-οικονομίας: Η περίπτωση του Βιο-υδρογόνου

Στο Κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία προσπάθεια να αναδειχθεί η σημασία της περιφερειακής διάστασης στην ανάπτυξη εφαρμογών βιο-οικονομίας, μέσα από το συγκεκριμένο παράδειγμα της ανάπτυξης εφαρμογών βιο-υδρογόνου. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν δύο Ευρωπαϊκές περιφέρειες, αυτή της Θεσσαλίας και του Ρότερνταμ. Σε πρώτη φάση θα γίνει ταυτοποίηση των παραμέτρων που αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο τόσο κατά την αρχική φάση ανάπτυξης της τεχνολογίας, όσο κι όταν αυτή θα έχει εδραιωθεί. Στη συνέχεια θα διερευνηθούν οι τοπικές ιδιαιτερότητες οι οποίες θα επιδράσουν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής και πως αυτές θα επηρεάσουν τον τρόπο αξιοποίησης του δυναμικού βιόμαζας στις δυο περιοχές. Τέλος, για την περίπτωση της Θεσσαλίας, θα παρουσιαστεί ένας «οδικός χάρτης» για την διασφάλιση της αειφορίας κατά την ανάπτυξη εφαρμογών Βιοκαυσίμων.

Λέξεις κλειδιά: Περιφερειακή ανάπτυξη, αειφόρες εφαρμογές βιοκαυσίμων, μελέτη περιπτώσεων

4.1 Εισαγωγή

4.1.1 Η σημασία της περιφερειακής διάστασης

Στην παρούσα φάση της περιφερειακής ανάπτυξης των Ευρωπαϊκών περιφερειών οποιαδήποτε αναπτυξιακή προοπτική που θα μπορούσε να ενσωματωθεί στην υπάρχουσα κοινωνικο-οικονομική υποδομή με σχετική ευκολία θεωρείται ευπρόσδεκτη. [1]

Η επένδυση στη Βιο-οικονομία, με τη δημιουργία θέσεων εργασίας και παραγωγή πλούτου αφενός αυξάνει τις πιθανότητες ο τοπικός πληθυσμός να παραμείνει στις εστίες του, αφετέρου αυξάνει τις προοπτικές μελλοντικής αξιοποίησης των τοπικών πόρων.

Από την οπτική, λοιπόν, της τοπικής/περιφερειακής ανάπτυξης οι εφαρμογές Βιο-οικονομίας είναι σημαντικές καθώς θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην δημιουργία νέων παραγωγικών συστημάτων [2].

Οι εφαρμογές Βιο-οικονομίας θα έβρισκαν πρόσφορο έδαφος σε περιφέρειες με αγροτική ή αγροβιομηχανική δραστηριότητα, δεδομένης της τάσης οι βιομηχανικές επενδύσεις σε μία περιοχή να τείνουν να σχετίζονται με προ-υπάρχουσες δραστηριότητες [3].

Όπως έγινε αναφορά και στα πρακτικά μίας πρόσφατης ημερίδας του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας, τα βιοδιυλιστήρια, ως φορείς ανάπτυξης της Βιο-οικονομίας, θα πρέπει να ιδωθούν υπό μια περιφερειακή προοπτική. Αναμένεται να εμφανιστούν σε διαφορετικά σχήματα και δυνατότητες παραγωγής (εξειδικευμένα έναντι γενικών, κεντρικές μεγάλες μονάδες έναντι μικρών, φορητών κτλ.), προσφέροντας ποικίλες επιχειρηματικές δυνατότητες και απασχόληση, κυρίως σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο. Όλες αυτές οι επιλογές θα πρέπει να θεωρηθούν ως μέρος μίας «βιοποικιλότητας» του χώρου και θα πρέπει να έχουν την κατάλληλη υποστήριξη [4].

Για την επιτυχή εφαρμογή εγχειρημάτων βιο-οικονομίας, και ειδικότερα βιοενεργειακών εφαρμογών, υπάρχει ανάγκη γνώσης, σε τοπικό επίπεδο, των διαθέσιμων πόρων, της βιομηχανικής παράδοσης, των «παικτών» και των εν δυνάμει συμμάχων-συνεργατών στην περιοχή. Αλλά εξίσου απαραίτητη είναι και η τεχνογνωσία και η στρατηγική οικονομική στήριξη, οι οποίες εκ των πραγμάτων το πιθανότερο να προέρχονται εκτός των συνόρων της περιφέρειας. [2]

Σε κάθε περίπτωση, όταν αναφερόμαστε στις εφαρμογές Βιο-οικονομίας που βασίζονται στη βιόμαζα, πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν ότι τα φυσικά χαρακτηριστικά της ευνοούν την τοπική/περιφερειακή της χρήση. Η χαμηλή ενεργειακή της πυκνότητα, και η χαμηλή πυκνότητα μάζας της, καθιστούν αναγκαία τη μείωση της

απόστασης μεταφοράς των σχετικών πρώτων υλών, κρατώντας όσο το δυνατό πιο κοντινές τις αποστάσεις ανάμεσα στη συλλογή και την αρχική προκατεργασία. [5]

Η μελέτη, λοιπόν, περιπτώσεων, όπου διερευνούνται οι διαφορετικές στρατηγικές που θα πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να υπάρξουν οι προϋποθέσεις διαφορετικών κάθε φορά εφαρμογών, κατάλληλων όμως για τις υπό μελέτη περιοχές αποτελεί το αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου. Καταρχήν, ορίστηκαν κριτήρια επιλογής περιοχών, ώστε να υπάρχει η μέγιστη δυνατή διασπορά χαρακτηριστικών συστημάτων. Σε ένα δεύτερο στάδιο καθορίστηκαν τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν μία περιοχή και που σχετίζονται με την ανάπτυξη εφαρμογών Βιο-οικονομίας. Τα στοιχεία αυτά συλλέχθηκαν, για την περιοχή της Θεσσαλίας, και προσδιορίστηκαν οι κρίσιμοι παίκτες αλλά και ενδοπεριφερειακά ή εξωπεριφερειακά γεγονότα που θα μπορούσαν να επιδράσουν καταλυτικά στην ανάπτυξη εφαρμογών. Έγινε η εκτίμηση του τοπικού δυναμικού βιόμαζας και εξετάστηκαν διάφορα σενάρια αξιοποίησης του. Έγινε μία συγκριτική αξιολόγηση της αντίστοιχης περιπτώσης, για την Ολλανδία (ευρύτερη περιοχή Ρότερνταμ), ως μία περίπτωση με εκ διαμέτρου αντίθετα χαρακτηριστικά. Τέλος, ορίστηκαν παράμετροι αειφορίας, όπως αυτές αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της συνεισφοράς της διατριβής στην Τεχνολογική Πλατφόρμα Βιοκαυσίμων Θεσσαλίας, με βραχυπρόθεσμη, μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη προοπτική.

4.1.2 Ορισμός κριτηρίων επιλογής για τις περιοχές μελέτης

Η ευρύτητα του φάσματος, όσον αφορά στις Ευρωπαϊκές περιφέρειες, ως προς τα θέματα ανάπτυξης (κατά κεφαλήν ΑΕΠ, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά), καινοτομίας, υποδομών, αλλά κι ως προς το κλίμα, την αγροτική και αγροβιομηχανική τους παραγωγή, τις ενεργειακές τους ανάγκες και την κοινωνικο-πολιτισμική τους ποικιλομορφία, καθιστά αναγκαία την εισαγωγή και της περιφερειακής διάστασης [6] στο πεδίο έρευνας για την εφαρμογή οποιασδήποτε καινοτομικής τεχνολογίας βιοενέργειας. Η επιλογή των περιοχών μελέτης βασίστηκε στις δομικές (κοινωνικές, οικονομικές, τεχνολογικές) και οικο-περιβαλλοντικές τους ιδιότητες, οι οποίες θα πρέπει να παρέχουν το απαιτούμενο πλαίσιο πολιτικής για την ανάπτυξη εφαρμογών Βιο-οικονομίας σε διαφορετικές περιοχές της Ευρώπης. Πιο συγκεκριμένα, και με βάση την περαιτέρω εξειδίκευση του πλαισίου που δίνεται και στο Κεφάλαιο 3 οι ομοιότητες ή διαφορές των περιοχών επιλογής, αξιολογήθηκαν καταρχήν με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Κλιματική ζώνη [7],
- Κατά κεφαλήν ΑΕΠ [8],
- Επιδόσεις καινοτομικότητας [9],

- Σημασία πρωτογενούς τομέα στην οικονομία της περιοχής [10]

Το προφίλ της Θεσσαλίας και της ευρύτερης περιοχής του Ρότερνταμ ως προς το κατά κεφαλή εισόδημα και το δείκτη καινοτομικότητας, που αποτέλεσαν και τα δύο βασικά κριτήρια επιλογής τους για την μελέτη περίπτωσης, παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.1

Πίνακας 4.2: Προφίλ επιλεγμένων περιοχών

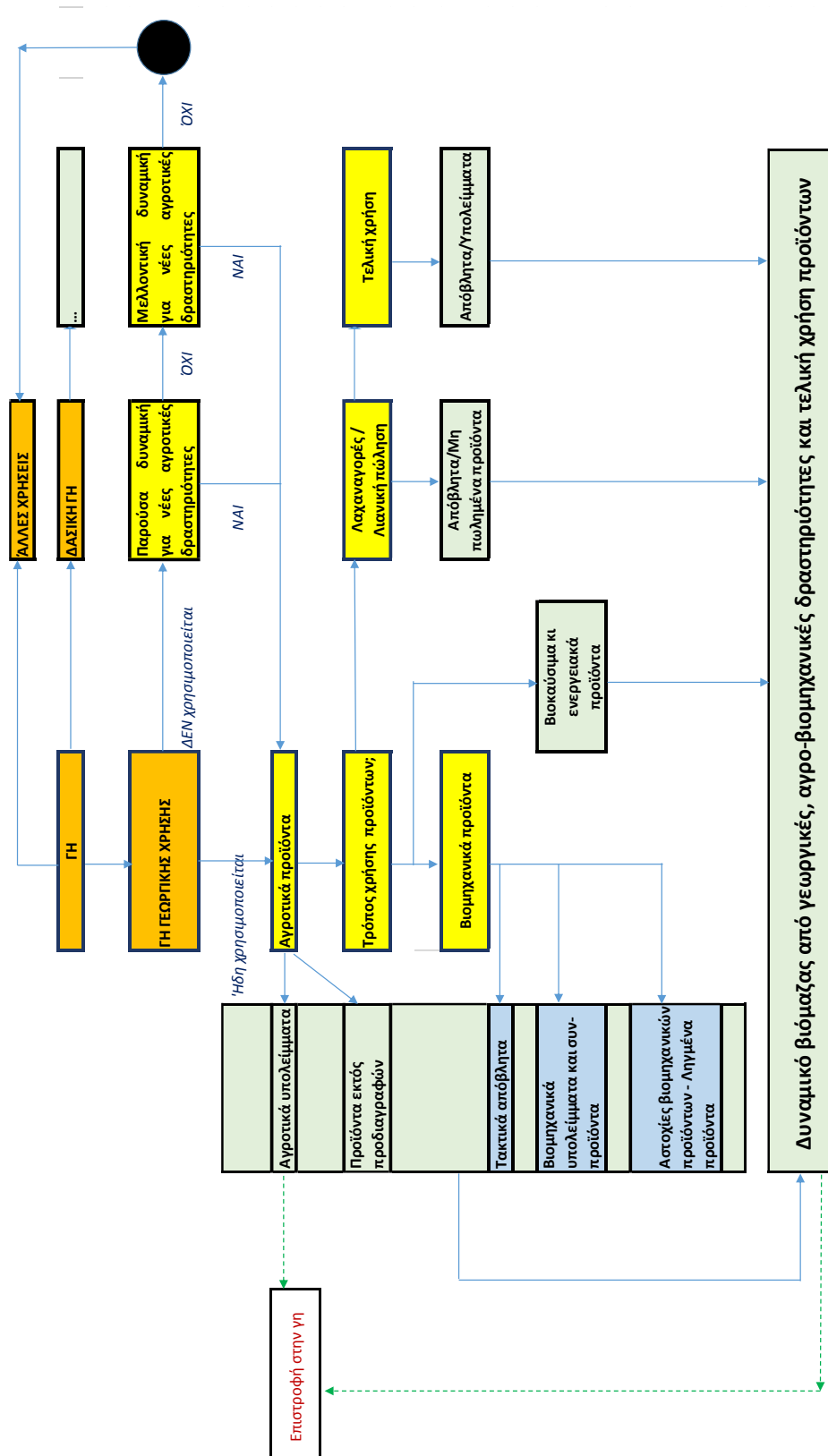
Innovation Score	
Thessaly	0,1 (200/203 Regions)
Zuid Holland	0,58 (38/203 Regions)
Range of Scores	0,01-0,90
GDP/Capita	
Thessaly	73,8
Zuid Holland	134,5
EU Average	100
Range of GDP/capita within EU	24-303

Ενώ σημειώνονται τόσο τα διαφορετικά κλιματικά χαρακτηριστικά των δυο περιοχών όσο και το γεγονός των αγροτικών χαρακτηριστικών της οικονομίας της Θεσσαλίας έναντι των βιομηχανικών χαρακτηριστικών του Ρότερνταμ.

4.2 Μεθοδολογία

4.2.1 Ορισμός στοιχείων που θα συλλεγούν για την κάθε περιοχή

Η σημασία της χαρτογράφησης των βιολογικών πόρων αποκτά περαιτέρω ενδιαφέρον καθώς οι σχετικές εφαρμογές της Βιο-οικονομίας θα καλύπτουν ολοένα και μεγαλύτερο μέρος των οικονομικών δραστηριοτήτων, βάσει και των Ευρωπαϊκών στόχων, ενώ ταυτόχρονα και η βελτιστοποίηση του συνολικού συστήματος διάθεσης και αξιοποίησης των πόρων (βλ. Σχ. 4.1), θα γίνεται ένα κρίσιμο ζητούμενο.

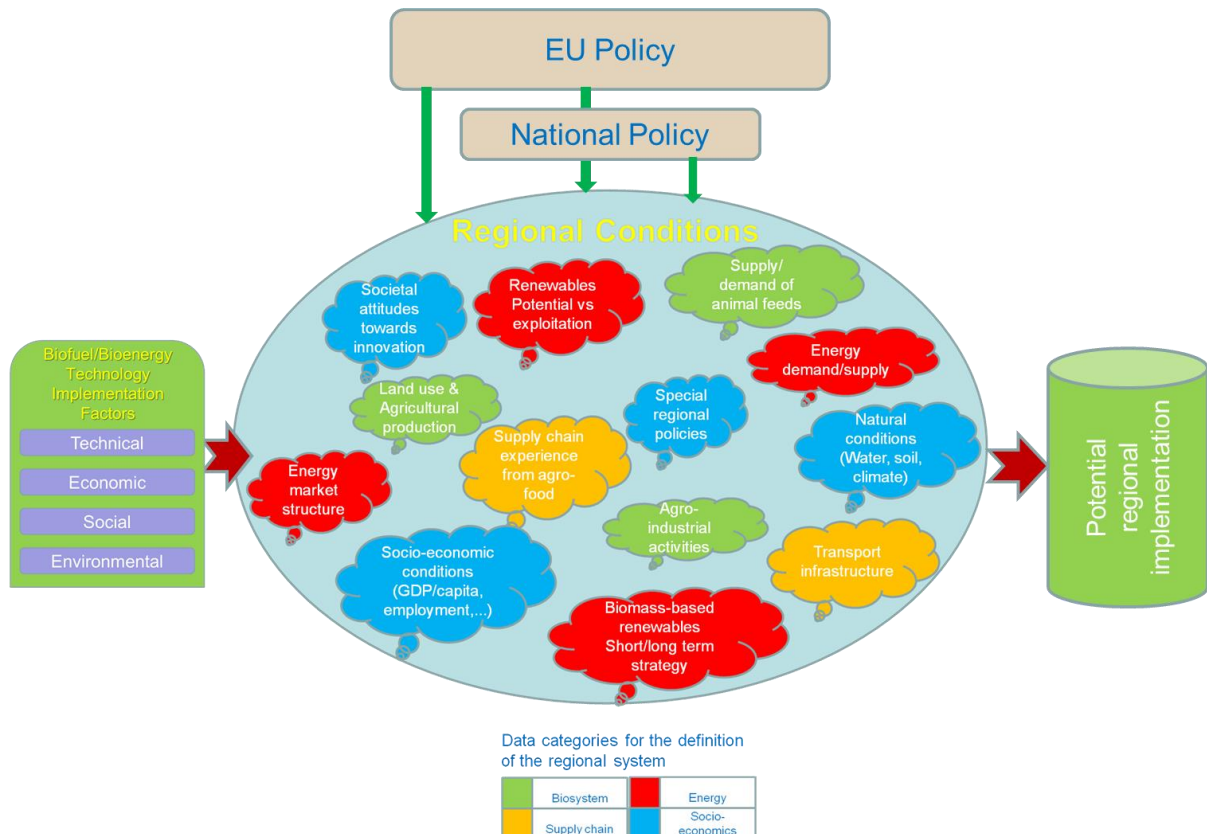


Σχήμα 4.1: Σύστημα βιολογικών πόρων και η διαχείρισή τους

Μια προσπάθεια τοπικής μελέτης περίπτωσης θα πρέπει να ξεκινά από τη συλλογή δεδομένων που αφορούν:

- α. Στο βιοσύστημα
- β. Στην εφοδιαστική αλυσίδα
- γ. Στο ενεργειακό σύστημα και τις ενεργειακές ανάγκες
- δ. Στους κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες

Τόσο οι επιδράσεις που δέχεται ένα τοπικό σύστημα, όσο και οι πληροφορίες που θα πρέπει να συλλεγούν για τον σχεδιασμό του παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2: Η περιφερειακή διάσταση τεχνολογιών παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων [11]

Τα αναλυτικά στοιχεία που θα πρέπει να συλλεγούν παρουσιάζονται στο Παράρτημα 4 (Πίνακας Π4.1)

4.2.2 Μεθοδολογία συλλογής δεδομένων

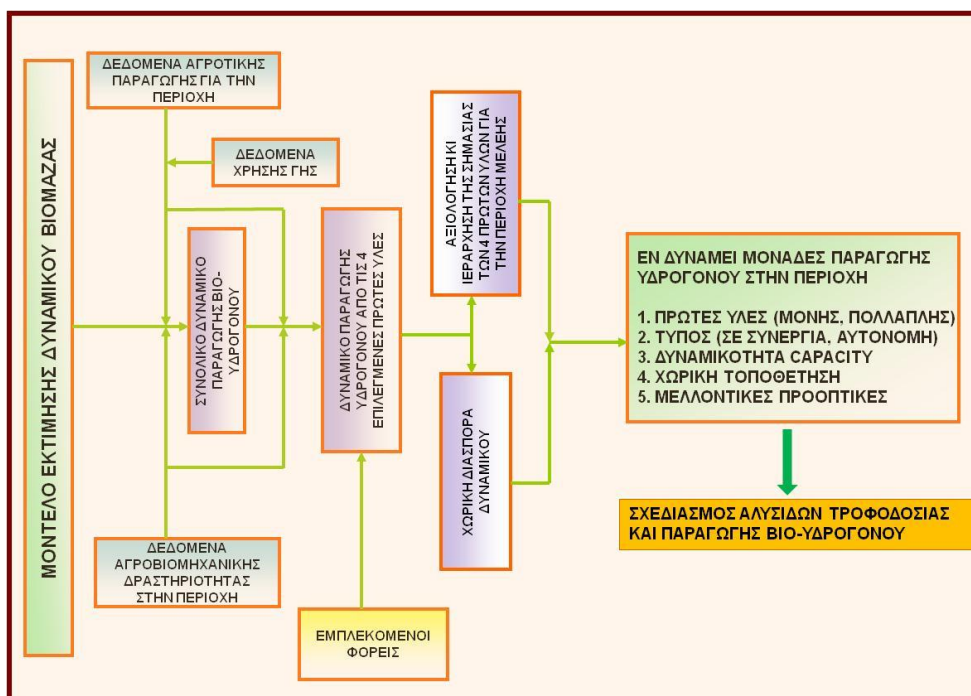
Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε, προκειμένου να συλλεγούν τα δεδομένα τόσο για την περιφέρεια της Θεσσαλίας, όσο και για αυτή του Ρότερνταμ μπορούν να συνοψιστούν σε 3 κύριες κατηγορίες δράσεων [12]:

- Έρευνα γραφείου, όπου ταυτοποιήθηκαν κρίσιμα περιφερειακά χαρακτηριστικά, ενώ έγινε και συλλογή στατιστικών κι άλλων δεδομένων με συστηματικό τρόπο, προκειμένου να χαρτογραφηθεί το προφίλ της περιοχής,

- Συναντήσεις σε ειδικές ημερίδες κι επισκέψεις στους κρίσιμους περιφερειακούς παίκτες (Βιομηχανίες, Πανεπιστήμια, Αγροτικοί συνεταιρισμοί, Λιμενικές αρχές, Τοπική αυτοδιοίκηση κτλ.)
- Εκτίμηση δυναμικού με βάση πιθανά σενάρια και κοινωνικο-οικονομική ανάλυση με προβολή της παρούσας κατάστασης στο μέλλον.

4.2.3 Εκτίμηση Δυναμικού Βιολογικών Πόρων και Παραγωγής Βιο-υδρογόνου

Η εκτίμηση του θεωρητικού δυναμικού των βιολογικών πόρων βασίστηκε στο μοντέλο που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 2. Η περαιτέρω εξειδίκευση του για εφαρμογή σε περιφερειακό επίπεδο λαμβάνοντας πλέον υπόψιν και τους επιπλέον περιορισμούς προκειμένου να εκτιμηθεί το αειφόρο δυναμικό, παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3: Μεθοδολογία εκτίμησης δυναμικού και σχεδιασμού αλυσίδας τροφοδοσίας

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση αυτών των υπολογισμών, τα αρχικά δεδομένα αγροτικής παραγωγής λήφθηκαν από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία [13] και θεωρήθηκε ότι:

- το σύνολο των υδατανθράκων είναι ανακτήσιμοι και μετατρέψιμοι σε υδρογόνο,
- η μετατροπή γίνεται σύμφωνα με την θεωρητική απόδοση: 1 t υδατανθράκων → 0.1 t υδρογόνου,

- 10 % των ήδη παραγόμενων αγροτικών προϊόντων διατίθενται για την παραγωγή βιο-υδρογόνου (ποσοστό που θεωρείται πως δεν διαταράσσει την τρέχουσα κατάσταση τροφοδοσίας τροφίμων) και
- το 1/3 της μη καλλιεργούμενης ή σε αγρανάπαυση γης αξιοποιείται στην παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών, και πιο συγκεκριμένα σακχαρούχου σόργου

Η εκτίμηση που προκύπτει υπό αυτές τις προϋποθέσεις αποτελεί ένα μέγιστο ως προς την συνολική ποσότητα υδρογόνου που μπορεί να παραχθεί στην περιοχή.

Δεδομένου του μεγάλου αριθμού των εν δυνάμει πρώτων υλών για την παραγωγή βιο-υδρογόνου, οι πρώτες ύλες που θα αποτελέσουν την προτεραιότητα για την περιοχή εντοπίστηκαν καταρχήν με τα άμεσα κριτήρια της τεχνολογικής και οικονομικής καταλληλότητας, στη βάση μίας συγκριτικής αξιολόγησής τους [14][15]. Στη συνέχεια, υπήρξε αξιολόγηση των προεπιλεγμένων 4 πρώτων υλών (βλ Πίνακα 4.2) με την εισαγωγή περαιτέρω κριτηρίων, με στόχο την ιεράρχηση τους με βάση τα ιδιαίτερα δεδομένα της περιοχής.

Πίνακας 4.2: Υποσχόμενες πρώτες ύλες για την παραγωγή βιο-υδρογόνου με ζύμωση δύο σταδίων

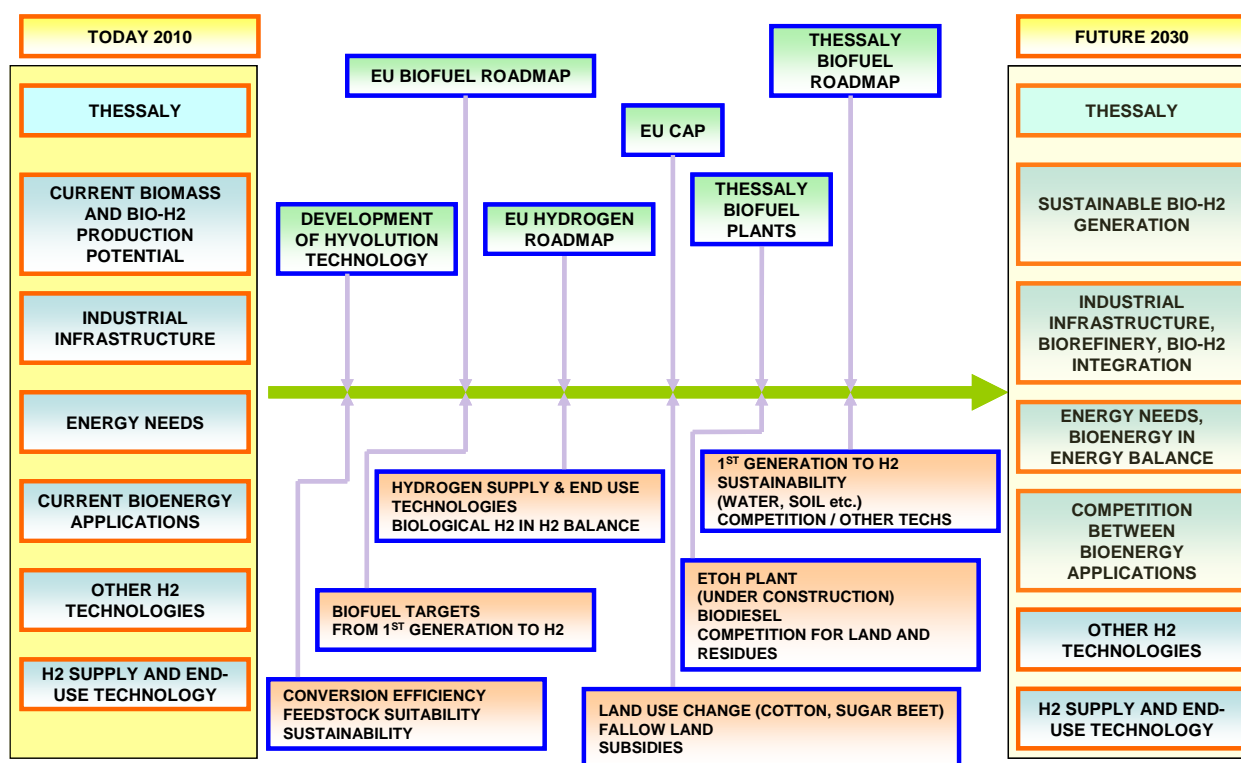
Σακχαρότευτλο
Φλούδες πατάτας
Πίτουρο σιταριού
Άχυρο κριθαριού

Η διαδικασία αυτή ολοκληρώθηκε με μία εκτίμηση για την χωρική τοποθέτηση μονάδων δυναμικότητας 2 MW τροφοδοτούμενων με την καθεμία από τις υποσχόμενες πρώτες ύλες για την αρχική εφαρμογή της τεχνολογίας. Η υπόθεση για μονάδες αυτής της δυναμικότητας βασίστηκε στο πλεονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογικής επιλογής για δυνατότητα εφαρμογών σε μονάδες μικρής κλίμακας, που αντιστοιχούν σε τροφοδοσία περίπου 8000 ξηρών τόνων βιόμαζας ετησίως, που καθιστά δυνατή την αποκεντρωμένη διαχείριση κι αξιοποίηση των βιολογικών πόρων.

4.2.4 Μελλοντικό Δυναμικό και Απαιτήσεις Υδρογόνου

Η προοπτική διερεύνηση της ανάπτυξης κι αειφορίας μίας νέας τεχνολογίας παραγωγής βιοκαυσίμων, απαιτεί την αποτίμηση μίας σειράς από αλληλοσυμπληρούμενες ή και ανταγωνιστικές επιρροές από διαφορετικούς παραγωγικούς τομείς και πολιτικές. Έτσι, έγινε μία ανασκόπηση των κρισιμότερων τομέων που αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στο μέλλον της τεχνολογίας που εξετάζεται, και των σχετικών μελλοντικών προβλέψεων για αυτούς τους τομείς (βλ Σχήμα 4.4).

Οι τομείς αυτοί, αφενός έχουν να κάνουν με την εξέλιξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας υδρογόνου αλλά γενικότερα και των τεχνολογιών υδρογόνου, αφετέρου με την εξέλιξη του γεωργικού τομέα, αλλά και την ευρύτερη εξέλιξη των ενεργειακών θεμάτων και ειδικότερα των βιοκαυσίμων στην περιοχή. Η βαρύτητα του καθενός από αυτά θα είναι διαφορετική ανάλογα με την φάση ανάπτυξης που θα βρισκόμαστε. Έτσι, έγινε μία προσπάθεια αξιολόγησης όλων αυτών των παραμέτρων σε ένα χρονικό ορίζοντα 20 χρόνων (2010-2030).



Σχήμα 4.4: Κρίσιμοι φορείς πολιτικής που θα επιδράσουν στην μελλοντική ανάπτυξη της υπό μελέτη τεχνολογίας στη Θεσσαλία στο διάστημα 2010-2030 ([6][16][17][18][19])

Ο χρονικός αυτός ορίζοντας θεωρήθηκε ιδιαίτερα κρίσιμος για τον Ευρωπαϊκό χάρτη βιοκαυσίμων καθώς περιλαμβάνει μία σειρά από ορόσημα που θα τον διαφοροποιήσουν τόσο ποιοτικά (μετάβαση σε βιοκαύσιμα μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας ως προς τις χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες και τις τεχνολογίες μετατροπής, αλλά και στην οικονομία και κοινωνία του (Βιο)Υδρογόνου), όσο και ποσοτικά (στόχοι ποσοστού βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο).

Η καταρχήν εκτίμηση του μελλοντικού δυναμικού παραγωγής βιο-υδρογόνου βασίστηκε στις σημαντικότερες επιρροές από τις αναμενόμενες εξελίξεις στους παραπάνω αναφερόμενους κρίσιμους τομείς, και με την ανάπτυξη σεναρίων:

A. Τα οποία εξειδικεύτηκαν λαμβάνοντας υπόψη ότι:

- Στην περίπτωση της Θεσσαλίας η αλλαγή χρήσης γης, η οποία προκύπτει άμεσα κι από την ανάγκη αντικατάστασης των καλλιεργειών βάμβακος βάσει νέας ΚΑΠ, θα αποτελέσει την αποφασιστική παράμετρο που θα καθορίσει το δυναμικό. Έτσι, τρία σενάρια τα οποία ορίζονται από το βαθμό αξιοποίησης της γης που θα απελευθερωθεί από το βαμβάκι, για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών (στην περίπτωση μας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για το σακχαρότευτλο), σε συνδυασμό με την αξιοποίηση γης από αγρανάπαυση, εξετάζονται για τη εκτίμηση του μελλοντικού δυναμικού,
- Στην περίπτωση του Ρόντερνταμ, η ανάπτυξη του λιμανιού και των αγροβιομηχανικών δραστηριοτήτων περιμετρικά του λιμανιού θα αποτελέσει τον σημαντικότερο παράγοντα για τη διάθεση των απαιτούμενων πρώτων υλών.

Β. Ως προς την βελτίωση των αποδόσεων της υπό μελέτη τεχνολογίας, τόσο στην φάση προκατεργασίας των πρώτων υλών όσο κι αυτής της μετατροπής τους σε υδρογόνο. Δεδομένου ότι πρόκειται για μία τεχνολογία η οποία βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης (στη μετάβαση από την εργαστηριακή κλίμακα σε αυτήν της μονάδας επίδειξης), η βελτιστοποίηση της θα αυξήσει σημαντικά την παραγόμενη ποσότητα υδρογόνου. Και σε αυτή την περίπτωση, εξετάστηκαν τρία διαφορετικά σενάρια τα οποία αντιστοιχούν στην παρούσα κατάσταση και στις μελλοντικά επιτεύξιμες αποδόσεις.

4.3 Αποτελέσματα και Συζήτηση Αποτελεσμάτων

4.3.1 Συνολική ανασκόπηση των περιοχών

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για τις δύο περιοχές μέσα από τη μεθοδολογική προσέγγιση που αναφέρθηκε παραπάνω αξιοποιήθηκαν στη συνέχεια για τους υπολογισμούς και τα συμπεράσματα που αφορούσαν την κάθε περιοχή. Η συνοπτική παρουσίαση των δεδομένων της κάθε περιοχής, όπως αυτά καταγράφηκαν την περίοδο που εκπονήθηκε η μελέτη περίπτωσης (2008-2011) συνοψίζονται στο Παράρτημα 4 (Πίνακας Π4.2).

Η αξιολόγηση της κοινωνικο-περιβαλλοντικής διάστασης των τοπικών εφαρμογών Βιο-υδρογόνου, είναι μια ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία. Ορισμένα από τα κρίσιμα σημεία που θα επιδρούσαν σημαντικά στη διαμόρφωση του πραγματικά αξιοποιήσιμου δυναμικού, υπό τις σημερινές συνθήκες, για την περίπτωση της Θεσσαλίας, παρουσιάζονται παρακάτω:

- Η διαθεσιμότητα των πρώτων υλών θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τις τρέχουσες ανάγκες και τις ήδη διαμορφωμένες εφοδιαστικές αλυσίδες που αφορούν στις πρώτες ύλες του ενδιαφέροντος μας.

- ❖ Η διαθεσιμότητα του τεύτλου θα μπορούσε να είναι πολύ μεγαλύτερη από 10% της τοπικά παραγόμενης ποσότητας, λόγω της αδρανοποίησης του τοπικού εργοστασίου ζάχαρης.
- ❖ Το πίτουρο στην παρούσα φάση απευθύνεται στην αγορά ζωοτροφών κι ως εκ τούτου αναμένεται να είναι πολύ περιορισμένη η διαθεσιμότητα του, με συνέπεια και στην τιμή διάθεσής του.
- ❖ Όσον αφορά στα άχυρα, τόσο αυτό του κριθαριού, όσο κι άλλων, μόνο ένα μικρό μέρος αξιοποιείται στην παρούσα φάση (10-15%) ως ζωοτροφή. Δεδομένου ότι οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί γίνονται ολοένα πιο αυστηροί για την καύση τους στον αγρό, αυξάνουν σημαντικά οι προοπτικές διαθεσιμότητας τους.
- ❖ Οι παραγόμενες φλούδες πατάτας στην περιοχή, αποτελούν προϊόν διεσπαρμένης λιανικής χρήσης, καθώς δεν υπάρχει σχετική μονάδα στην περιοχή. Ως εκ τούτου η συλλογή τους, υπό τις τρέχουσες συνθήκες είναι ιδιαίτερα δύσκολη.
- ❖ Η διαθεσιμότητα γης για την παραγωγή ενεργειακών φυτών, ή φυτών πολλαπλών λειτουργιών, με αξιοποίηση τους σε βιοδιυλιστήρια, αναμένεται να έχει αυξητική τάση με βάση τις αλλαγές στην ΚΑΠ.
- Εναλλακτικές εφαρμογές Βιο-οικονομίας: Η ταυτόχρονη ανάπτυξη πολλαπλών εφαρμογών βιο-οικονομίας, που αναμένεται να λάβει χώρα τα επόμενα χρόνια θα αυξήσει σημαντικά τον ανταγωνισμό για τις ίδιες πρώτες ύλες.
 - ❖ Η αξιοποίηση των αχύρων σε εφαρμογές θερμοχημικής μετατροπής θα αποτελέσουν τον βασικό ανταγωνισμό για την συγκεκριμένη κατηγορία πρώτης ύλης.
 - ❖ Η διαθεσιμότητα γης, για ενεργειακά φυτά, σε πρώτη φάση θα περιοριστεί από τις καλλιέργειες ελαιούχων φυτών που ήδη υπάρχουν στην περιοχή και απευθύνονται στις βιομηχανίες βιοντίζελ πρώτης γενιάς.
- Περιβαλλοντικές επιφυλάξεις: Η λειψυδρία που παρατηρείται στην περιοχή επηρεάζει σημαντικά τις γεωργικές δραστηριότητες και πρακτικές. Η άμεσα σχετιζόμενη υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους και φαινόμενα ερημοποίησης, θα περιορίσουν περαιτέρω τις δυνατότητες παραγωγής ενεργειακών φυτών.
- Κοινωνικές επιφυλάξεις: Η κοινωνική ευαισθητοποίηση στα περιβαλλοντικά θέματα θα παίξει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη εφαρμογών Βιο-οικονομίας στην περιφέρεια. Ταυτόχρονα, οι θέσεις εργασίας, καθόλο το μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού και παραγωγής, η συνεισφορά στο τοπικό ΑΕΠ, καθώς

και η δυνατότητα να λειτουργήσουν με τρόπο που να εξισορροπούν τις απώλειες λόγω νέας ΚΑΠ καθιστά τη συγκεκριμένη κατηγορία εφαρμογών ιδιαίτερα ελκυστική.

4.3.2 Παρούσα Κατάσταση Βιολογικών Πόρων για την παραγωγή βιο-υδρογόνου

Το δυναμικό βιόμαζας στις δυο περιοχές βρέθηκε ποσοτικά να είναι της ίδιας τάξης μεγέθους, 1.5 εκ τόνοι για την Θεσσαλία (αναλυτικά στοιχεία στο παράρτημα 4-Πίνακας Π4.3) και 1.8 εκ τόνοι για το Ρότερνταμ. Αλλά οι διαφορές ως προς τα ποιοτικά του στοιχεία είναι σημαντικές, με τις ενεργειακές καλλιέργειες και τα αγροτικά υπολείμματα να επικρατούν στην περίπτωση της Θεσσαλίας, και τα αγροβιομηχανικά υπολείμματα κι οι εισαγόμενες πρώτες ύλες στην περίπτωση του Ρόντερταμ.

Μόνο μικρό μέρος αυτού του δυναμικού, 5-10%, προέρχεται από τις 4 πιο υποσχόμενες πρώτες ύλες, όπως αυτές έχουν προκύψει από τις τεχνο-οικονομικές αξιολογήσεις τους (βλ. Κεφάλαιο 5). Η κατανομή αυτού του δυναμικού στις 4 περιφερειακές ενότητες της περιοχής, με βάση τους αρχικούς περιορισμούς διαθεσιμότητας παρουσιάζεται στο Παράρτημα 4 (Πίνακα Π4.4). Γνωρίζοντας αυτή την κατανομή, και υποθέτοντας τη δημιουργία τεσσάρων μονάδων, στην ευρύτερη περιοχή, που θα βασίζονται στις τέσσερις αυτές πρώτες ύλες, και θα λειτουργούν είτε σε συνέργεια με τοπικές αγρο-βιομηχανίες είτε αυτόνομα, μπορεί να γίνει μία αρχική χωρική τοποθέτηση τους. Οι εν δυνάμει μονάδες οι οποίες θα βασίζονται σε αυτές τις 4 πρώτες ύλες στις δύο περιοχές της Ε.Ε. και τα αναμενόμενα βασικά τους χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.3 και 4.4.

Πίνακας 4.3: Χαρτογράφηση των εν δυνάμει μονάδων Βιο-υδρογόνου στην Θεσσαλία

Potential Feedstock	Location	Co-operation with existing or potential industrial units	Hydrogen Unit Type	Potential Capacity
Sugar beet	Larissa	Bio-ethanol Production Unit (under construction)	Add-on	>> 8000 dry t/year
Wheat Bran	Volos	Wheat Mill (locally produced and imported wheat)	Add-on	> 8000 dry t /year
Potato Steam Peels	Lamia (city close to Thessaly region)	Potato Chips Production Plant	Add-on	~ 8000 dry t/year
Barley Straw	Karditsa-Trikala	Regionally produced straw	Local stand alone	~ 8000 dry t/year

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση του σακχαροτεύτλου στην Θεσσαλία η δυναμικότητα θεωρήθηκε πολύ μεγαλύτερη των 8000 t/a επειδή λήφθηκε υπόψιν η αξιοποίηση πολύ μεγαλύτερου μέρους από το 1/10 του κύριου προϊόντος του τεύτλου, της ζάχαρης, και με δεδομένο την εν δυνάμει απόλυτη διαθεσιμότητα της αφού δε λειτουργεί πλέον η μονάδας παραγωγής ζάχαρης στην περιοχή.

Στην περίπτωση των υπολειμμάτων πατάτας η μονάδα θα εγκατασταθεί στην γειτονική Λαμία, εκεί όπου βρίσκεται και μονάδα βιομηχανικής παραγωγής προϊόντων πατάτας.

Στην περίπτωση της ευρύτερης περιφέρειας του Ρότερνταμ υπάρχουν μεγάλες βιομηχανικές μονάδες και για τις τρεις βιομηχανικώς παραγόμενες πρώτες ύλες (ζάχαρη από τεύτλο, πίτουρο σιταριού και φλούδες πατάτας). Η δυνατότητα αξιοποίησης ρευμάτων προϊόντων (σιρόπι ζάχαρης) ή παραπροϊόντων (πίτουρο, φλούδες) από μονάδες που θα εγκατασταθούν με συνεργητικό τρόπο δίπλα στις υπάρχουσες βιομηχανίες φαίνεται να είναι η πιο ενδεδειγμένη λύση.

Πίνακας 4.4: Χαρτογράφηση των εν δυνάμει μονάδων Βιο-υδρογόνου στο Ρόντερνταμ

Potential Feedstock	Location	Co-operation with existing or potential industrial units	Hydrogen Unit Type	Potential Capacity
Sugar beet	Rotterdam port area	Sugar production unit	Add-on	>> 8000 dry t/year
Wheat Bran	Moerdijk industrial area	Wheat Mill (mainly imported wheat)	Add-on	>> 8000 dry t /year
Potato Steam Peels	Rotterdam port area	Potato Chips Production Plant	Add-on	>>8000 dry t/year
Barley Straw	Rotterdam agricultural land area	Regionally produced straw	Local stand alone	~ 8000 dry t/year

4.3.3 Αξιολόγηση σημασίας των 4 πρώτων υλών για την περιφέρεια εφαρμογής

Η ιεράρχηση κι αξιολόγηση της σημασίας αυτών των πρώτων υλών, ιδιαίτερα στην φάση εκκίνησης των εφαρμογών παραγωγής βιο-υδρογόνου θα πρέπει να λάβει χώρα λαμβάνοντας υπόψη μία σειρά από παραμέτρους περιφερειακής σημασίας. Έτσι, για την περίπτωση της Θεσσαλίας η συγκριτική αξιολόγηση τους παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.5:

Πίνακας 4.5: Συγκριτική αξιολόγηση των 4 πρώτων υλών για την Θεσσαλία

	Sugar Beet (juice)	Potato Steam Peels	Wheat Bran	Barley Straw
Total potential	2	1	2	1
Availability	2	2	1	2
Existence of relevant industry	2	1	2	0
Competition by current use	2	1	1	0
Spatial dispersion	2	2	2	0
Required processing infrastructure	2	1	1	0
Estimated effect on local/global food chain				
Direct	1	2	2	2
Indirect	2	0	0	2
Importance of their effect on natural resources				
Water	0	2	2	2
Soil	1	2	2	1
Employment	1	1	1	2
Social acceptance	1	2	2	2
Effect on local economy	1	2	1	2
Future prospects				
Short term	2	1	1	0
Long term	1	1	1	2
Extensive production prospects	2	0	1	1
Total	24	21	22	19

Όπου, 0: αρνητικές συνθήκες 1: μέτριες συνθήκες 2: θετικές συνθήκες

Αν θεωρηθούν όλες οι παράμετροι να έχουν το ίδιο βάρος στη λήψη της απόφασης για σχετική επένδυση, η περίπτωση του τεύτλου προκρίνεται ως η πλέον κατάλληλη, ειδικότερα στην αρχική φάση εκκίνησης της όποιας προσπάθειας. Σημειώνουμε ότι τα καθαρά τεχνο-οικονομικά κριτήρια επιλογής (τεχνολογική εφικτότητα μετατροπής, κόστη κτλ.) δεν συμπεριλήφθηκαν στην παραπάνω αξιολόγηση, αφού θεωρήθηκε ότι οι στοιχειώδεις όροι βιωσιμότητας ως προς αυτά τηρούνται, με βάση προηγούμενες διατριβές και δημοσιευμένες εργασίες της ομάδας, και για τις 4 προεπιλεγθείσες πρώτες ύλες.

4.3.4 Μελλοντικές προοπτικές και κρίσιμα σταυροδρόμια

Ημερίδες και επιτόπου επισκέψεις (σε βιομηχανίες, ερευνητικά ινστιτούτα, προμηθευτές βιόμαζας κτλ.) που έλαβαν χώρα τόσο στην Θεσσαλία όσο και στο Ρότερνταμ (την περίοδο 2007-2010) παρείχαν πολύτιμο υλικό για τα παρακάτω δύο σημεία:

A. Την ταυτοποίηση των κρίσιμων παικτών στην κάθε περιοχή, και την αξιολόγηση της επιρροής τους στην κάθε φάση ανάπτυξης σχετικών εφαρμογών (ορισμένες σε 5ετή διαστήματα)

Τα αποτελέσματα αυτής της χαρτογράφησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6: Κρίσιμοι κοινωνικο-οικονομικοί παίκτες και εμπλοκή τους στη διαδικασία ανάπτυξης στο διάστημα 2010-2030

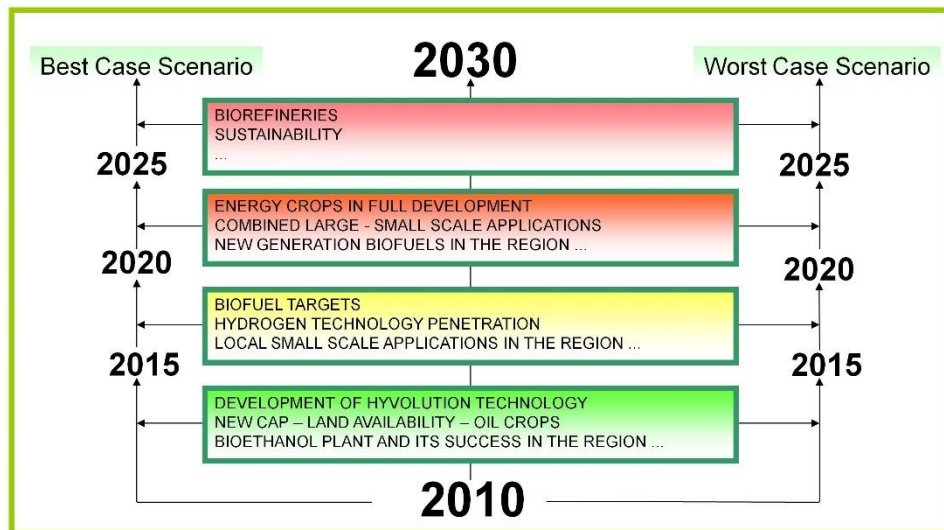
	THESSALY				ROTTERDAM			
	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
Key actors								
Farmers	*	***	**	**	*	*	*	*
Local society	*	**	***	**	**	**	**	**
Existing biofuel industry	**	**	**	*	**	***	**	*
Existing food industry	*	***	**	*	**	***	**	**
Feed and fodder sector	*	**	**	**	*	**	***	**
Transport	*	*	**	**	*	**	***	***
Distribution	*	*	***	***	*	**	**	**
End-use	*	*	**	***	*	**	**	***
Technology research and development	***	**	*	*	***	**	*	*
EU policy	***	**	**	**	**	**	**	**
National policy	*	**	***	**	***	**	**	**
Hvolution by-product market	*	*	**	***	*	*	**	**

Stakholders' involvement
* simple involvement
** significant role
*** key (dominant) actor

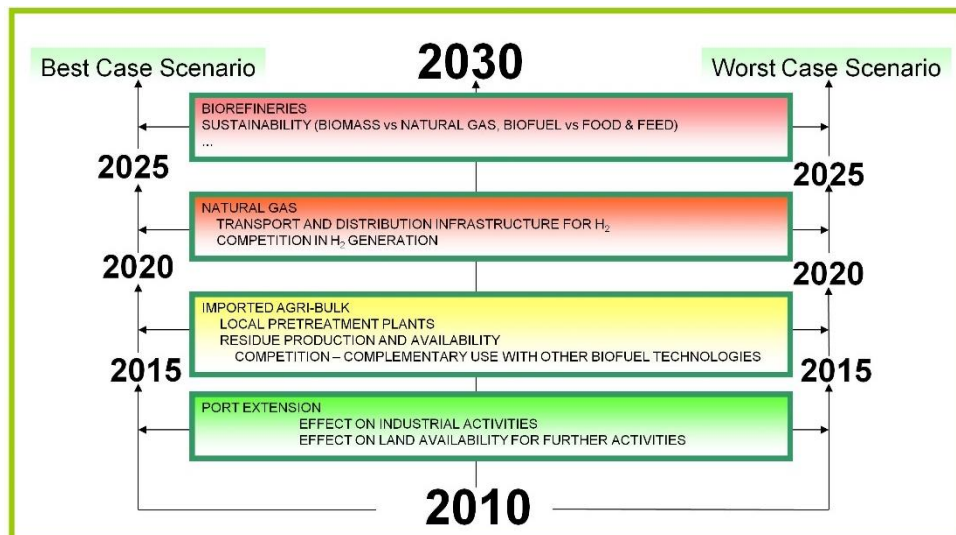
Με βάση αυτή την αξιολόγηση μπορούν να ληφθούν οι κατάλληλες αποφάσεις που θα ενισχύουν τους σημαντικούς παίκτες της κάθε περιόδου, με τρόπο που αυτοί να παίξουν το ρόλο της κινητήριας δύναμης της πλήρους αλυσίδας αξιοποίησης. Σημειώνεται ότι ο Πίνακας αυτός περιλαμβάνει παίκτες και ζητήματα που η επιρροή τους υπερβαίνει τα στενά όρια των υπό μελέτη περιφερειών.

B. Την αξιολόγηση των σημαντικών παραγόντων και κατά προέκταση το πεδίο παρεμβάσεων πολιτικής, στην πορεία από το 2010 έως το 2030.

Έγινε μία προσπάθεια ταυτοποίησης των βασικών προτεραιοτήτων της κάθε περιοχής, των αναμενόμενων δυσκολιών και των κινητήριων δυνάμεων της κάθε περιοχής για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης εφαρμογής Βιο-οικονομίας, στην κάθε πενταετή περίοδο που θα ακολουθήσει στο διάστημα 2010-2030. Οι θετικές ή αρνητικές εξελίξεις σε αυτά τα πεδία θα οδηγήσουν και στο «Καλό» ή «Κακό» σενάριο για την κάθε περιοχή. Η αναπαράσταση ενός τέτοιου οδικού χάρτη γίνεται στο σχήμα 4.5 και 4.6 για την κάθε περιοχή.



Σχήμα 4.5: Οδικός χάρτης για την παραγωγή Βιο-υδρογόνου μέσα από τη συγκεκριμένη τεχνολογία στην Θεσσαλία



Σχήμα 4.6: Οδικός χάρτης για την παραγωγή Βιο-υδρογόνου μέσα από τη συγκεκριμένη τεχνολογία στο Ρότερνταμ

Στην πορεία θα πρέπει να γίνεται συνεχής αξιολόγηση των στόχων για το καθένα από τα κρίσιμα ζητήματα της περιοχής και να προχωρούν οι σχετικές παρεμβάσεις και διορθωτικές κινήσεις προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της ανάπτυξης της κάθε τεχνολογίας. Στο παράρτημα 4 (Πίνακας Π4.5) παρουσιάζονται συνοπτικά το «Καλό» και το «Κακό» σενάριο για την περιοχή της Θεσσαλίας, με την ανάλυση των επιμέρους παραγόντων που αναμένεται να επηρεάσουν τις όποιες προσπάθειες ανάπτυξης των συγκεκριμένων εφαρμογών Βιο-οικονομίας.

4.3.4.1 Προβλεπόμενη ζήτηση και δυναμικό παραγωγής υδρογόνου στην Θεσσαλία για την Περίοδο 2010-2030

Η εκτίμηση για τις προβλεπόμενες ποσότητες υδρογόνου που θα απαιτηθούν τα προσεχή χρόνια, τόσο σε επίπεδο χώρας όσο και σε αυτό της περιφέρειας, βασισμένη στην πρόσφατη βιβλιογραφία, παρουσιάζεται παρακάτω:

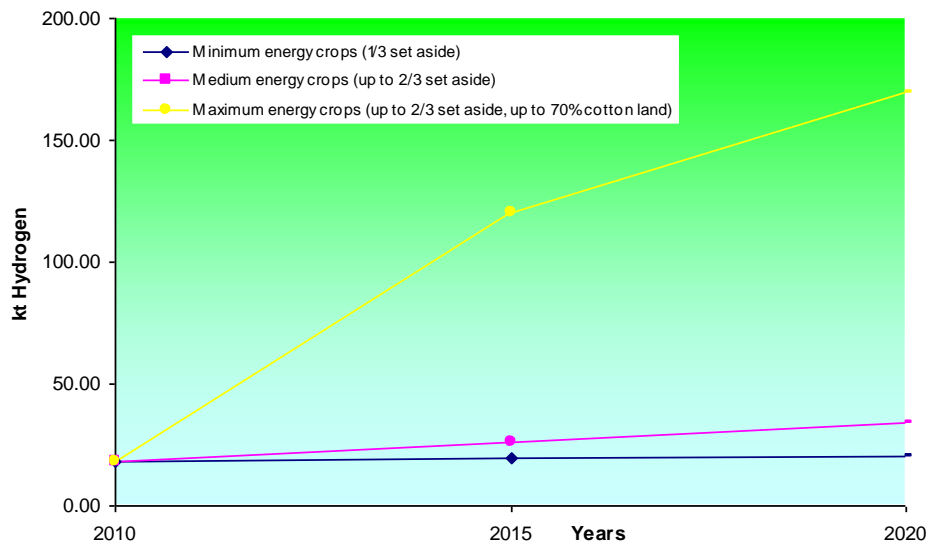
Πίνακας 4.7: Μελλοντική ζήτηση σε υδρογόνο στην Θεσσαλία [20]

2010 – 2020: 1.5 TWh/year H2 production- consumption in Greece 10% in Thessaly and Ipirus 8% of H2 production from Biomass →43.2 TJoule/year
2020 - 2030: 9.5 TWh/year H2 production- consumption in Greece 10% in Thessaly and Ipirus 20% of H2 production from Biomass →720 TJoule/year

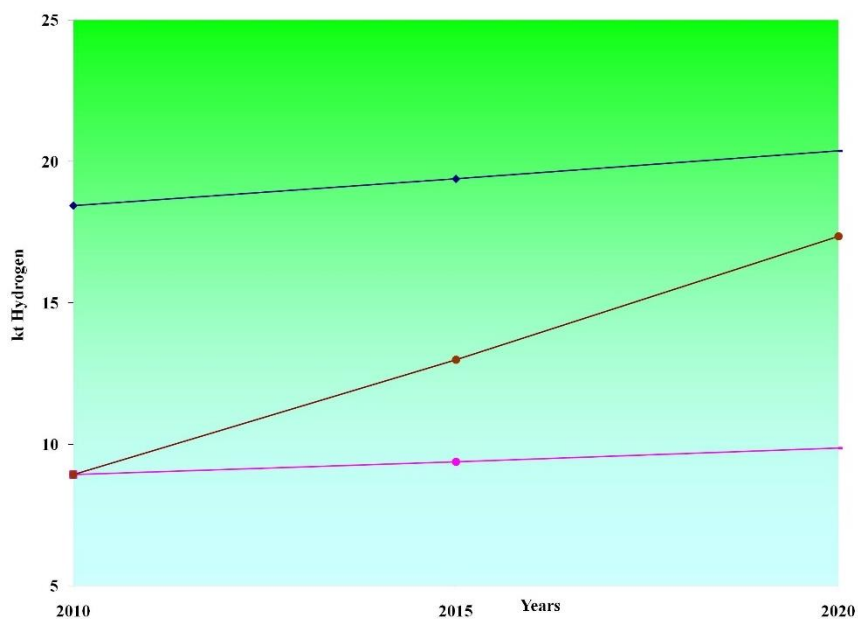
Δεδομένου ότι η αλλαγή χρήσης γης, αναμένεται να παίξει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του δυναμικού παραγωγής υδρογόνου στην περιοχή, εξετάστηκαν 3 σενάρια μελλοντικών χρήσεων γης, θεωρώντας ταυτόχρονα ότι θα συνεχίζεται η συνεχής βελτίωση της στρεμματικής απόδοσης των καλλιεργειών, κατά 1%, όπως αυτή παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, χωρίς να λαμβάνονται υπόψιν πιθανές αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε αυτές [21][22]

- Σενάριο ελάχιστης χρήσης ενεργειακών καλλιεργειών: 1/3 της γης αγρανάπαυσης και μη χρησιμοποιούμενης αγροτικής γης, θα χρησιμοποιείται για καλλιέργεια σακχαρούχων φυτών
- Σενάριο μέσης χρήσης ενεργειακών καλλιεργειών: Σταδιακή αύξηση της χρήσης γης αγρανάπαυσης ή μη καλλιεργούμενης γης από το 1/3 το 2010 στα 2/3 το 2020, για καλλιέργεια σακχαρούχων φυτών.
- Σενάριο μέγιστης χρήσης ενεργειακών καλλιεργειών: Το δεύτερο σενάριο με επιπλέον χρήση για ενεργειακές καλλιέργειες το 2020 του 70% της γης όπου καλλιεργούνταν βαμβάκι.

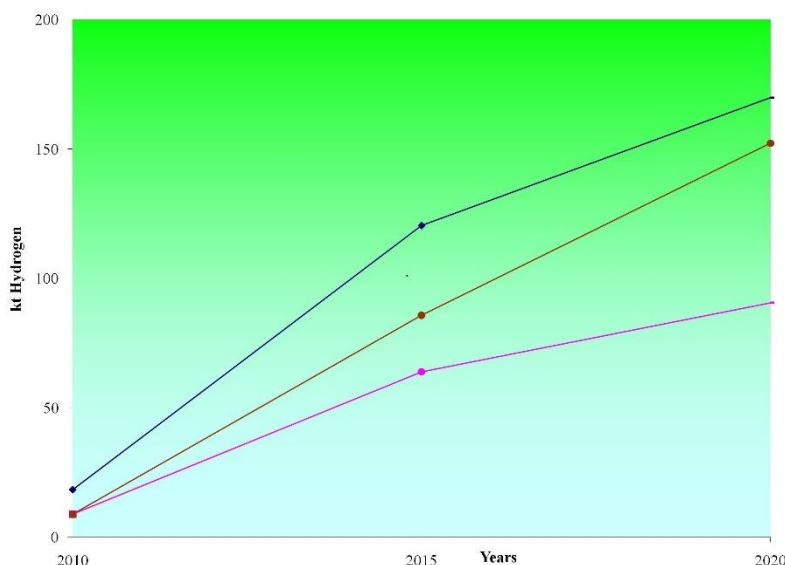
Επιπλέον, στις παραμέτρους αξιολόγησης δυναμικού παραγωγής βιο-υδρογόνου συνοπλογοίζονται κι η επίδραση των τεχνολογικών βελτιώσεων στις φάσεις προκατεργασίας και βιομετατροπής. Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στα Σχήματα 4.7-4.9.



Σχήμα 4.7: Ετήσιο δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου με βάση 3 σενάρια χρήσης γης για τις 4 επιλεχθείσες πρώτες ύλες, σύμφωνα με το σενάριο μέγιστης απόδοσης στην προκατεργασία και στη βιομετατροπή σε υδρογόνο



Σχήμα 4.8: Ετήσιο δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου σύμφωνα με το σενάριο ελάχιστης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών (μόνο το 1/3 της γης για αγρανάπαυση), και εκτιμώντας 3 επίπεδα για την απόδοση της τεχνολογίας (παρούσα κατάσταση, εφικτός στόχος, μέγιστη απόδοση)



Σχήμα 4.9: Ετήσιο δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου σύμφωνα με το σενάριο μέγιστης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών (τα 2/3 της γης για αγρανάπαυση και το 70% της γης που θα απελευθερωθεί από τις βαμβακοκαλλιέργειες), και εκτιμώντας 3 επίπεδα για την απόδοση της τεχνολογίας (παρούσα κατάσταση, εφικτός στόχος, μέγιστη απόδοση)

Σημειώνεται η μεγάλη διακύμανση που παρατηρείται στις εκτιμώμενες ποσότητες παραγόμενου υδρογόνου, η οποία οφείλεται αφενός στο ότι η εξεταζόμενη τεχνολογία βρίσκεται σε πρώιμη φάση ανάπτυξης, αφετέρου στην αβεβαιότητα ως προς τη διαθεσιμότητα γης για την παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών. Αυτή η διαθεσιμότητα εκτιμάται ότι θα αυξάνεται, στο βαθμό που αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα των καλλιεργούμενων φυτών ως προς την καλλιέργεια βάμβακος, καλύπτοντας τα προσδοκώμενα οικονομικά οφέλη των αγροτών της περιοχής, που σύμφωνα με τις τρέχουσες συνθήκες, ως προς το μεικτό κέρδος και συνυπολογίζοντας τις κοινοτικές επιδοτήσεις, κυμαίνονται μεταξύ 400-700* €/ha [23].

*Συνεκτιμώντας τα νεότερα οικονομικά δεδομένα της χώρας, το ποσό αυτό ανεμένεται να είναι της τάξης των 300-525 €/ha.

4.3.4.2 Προβλεπόμενη Ζήτηση και δυναμικό παραγωγής υδρογόνου στην περιοχή του Ρότερνταμ για την Περίοδο 2010-2030

Η περιοχή προσελκύει πολλές αγροβιομηχανικές δραστηριότητες, με τάσεις περαιτέρω αύξησής τους βραχυ/μεσοπρόθεσμα χάριν της επέκτασης του λιμανιού. Ωστόσο η βασική περιοριστική παράμετρος για την περιοχή θα είναι η διαθεσιμότητα γης τόσο για νέες βιομηχανικές μονάδες, όσο και για άλλες δραστηριότητες (π.χ. αγροτικές). Ως συνέπεια αυτής της κατάστασης και το κόστος γης στην περιοχή είναι ιδιαίτερα υψηλό (29-68 kEuro/ha ανάλογα με τον τύπο γης), γεγονός που καθιστά

ιδιαίτερα προβληματική την χρήση της για παραγωγή ενεργειακών φυτών. Κατά προέκταση, οι βασικές πρώτες ύλες για οποιαδήποτε εφαρμογή Βιο-οικονομίας, στην περίπτωση μας του Βιο-υδρογόνου, αναμένεται να είναι υπολείμματα ή παραπροϊόντα βιομηχανιών επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων, και ειδικότερα αυτά με το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας που θα είναι λιγότερο χρήσιμα για άλλου τύπου τεχνολογίες. Έτσι, οι παρακάτω δραστηριότητες θα μπορούσαν να είναι εν δυνάμει «παίκτες» της παραγωγής βιο-υδρογόνου:

- Παραγωγοί αλεύρων: Πίτουρο σιταριού (βιομηχανία αλεύρων Meneba, κ.α.)
- Βιομηχανία επεξεργασίας πατάτας: Φλούδες πατάτας (Μονάδες των εταιρειών: Cosun/Aviko, McCain, κ.α.)
- Ζυθοποιΐα: απόβλητα κριθαριού μετά από την αλκοολική ζύμωση (spent brewery grain, βιομηχανική μονάδα της Heineken κ.α.)

Η εκτίμηση του μελλοντικού δυναμικού παραγωγής βιο-υδρογόνου με την υπό μελέτη τεχνολογία βασίστηκε καταρχήν στις ποσότητες γεωργικών προϊόντων τα οποία επεξεργάζονται οι βιομηχανίες της περιοχής και τις υποθέσεις μελλοντικής τους ανάπτυξης.

Εξετάστηκαν μία σειρά από σενάρια, στα οποία ενσωματώθηκαν επίσης και υποθέσεις ανάπτυξης της υπό μελέτη τεχνολογίας. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν και οι τιμές τους για το κάθε σενάριο παρουσιάζονται υπό τη μορφή ενός πλήρους παραγοντικού σχεδιασμού στον Πίνακα 4.8:

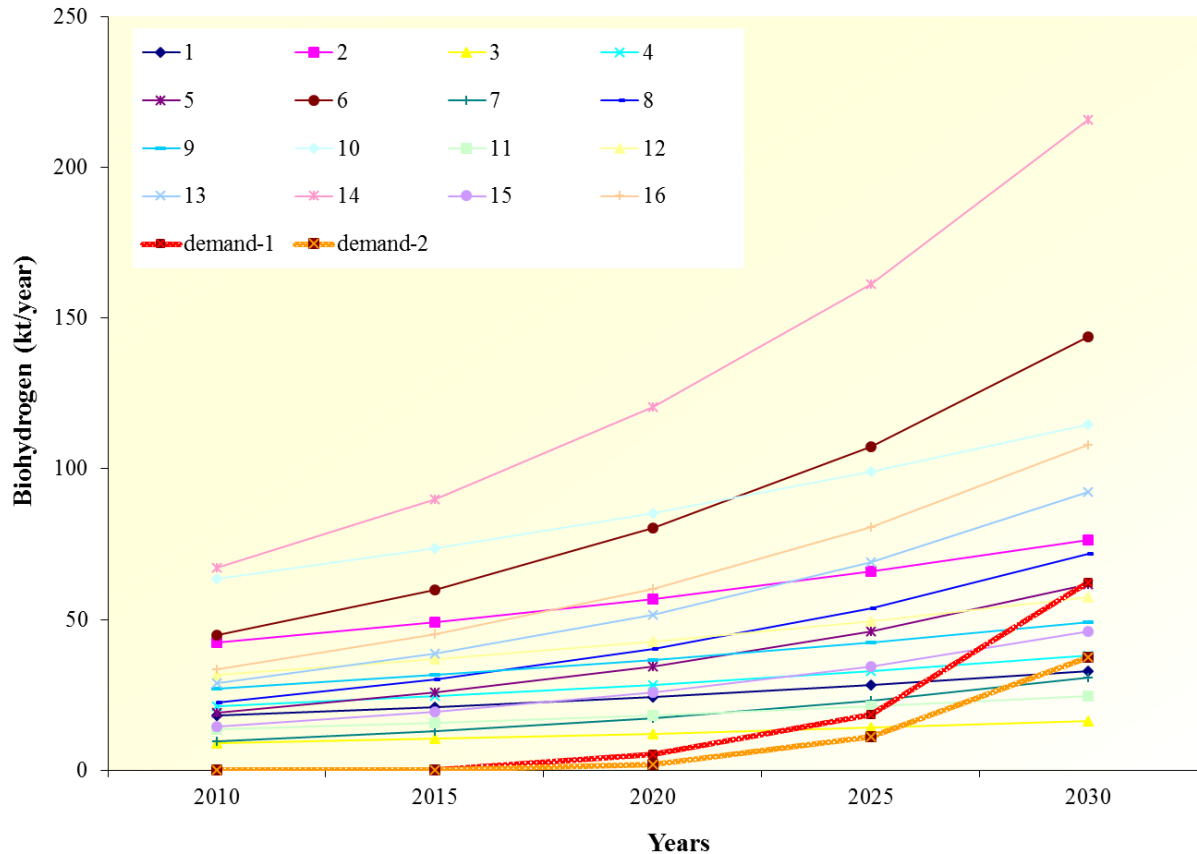
Πίνακας 4.8: Σενάρια από την σκοπιά της προσφοράς υδρογόνου με χρήση της υπό μελέτη τεχνολογίας υδρογόνου.

Σενάρια	A Ετήσιος ρυθμός αύξησης των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται στην περιοχή	B Διαθεσιμότητα παραπροϊόντων και υπολειμμάτων για την τεχνολογία μας	C Βαθμός ανάκτησης των περιεχομένων υδατανθράκων	D Βαθμός μετατροπής υδατανθράκων σε υδρογόνο*
1	3%	10%	30%	100%
2	3%	10%	70%	100%
3	3%	10%	30%	50%
4	3%	10%	70%	50%
5	6%	10%	30%	100%
6	6%	10%	70%	100%
7	6%	10%	30%	50%
8	6%	10%	70%	50%
9	3%	15%	30%	100%
10	3%	15%	70%	100%
11	3%	15%	30%	50%
12	3%	15%	70%	50%
13	6%	15%	30%	100%
14	6%	15%	70%	100%
15	6%	15%	30%	50%
16	6%	15%	70%	50%

* 100% μετατροπή = 0.1 t υδρογόνου από 1 t υδατανθράκων

Τα αποτελέσματα αυτών των σεναρίων, σε συνδυασμό και με σενάρια ζήτησης υδρογόνου τα οποία βασίστηκαν σε σχετικές μελέτες που έχουν δημοσιευτεί στο πλαίσιο Ευρωπαϊκών έργων [18] παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.10, ενώ λεπτομερή στοιχεία για τους υπολογισμούς δίνονται και στο Παράρτημα 4 (Πίνακας Π4.6α-δ).

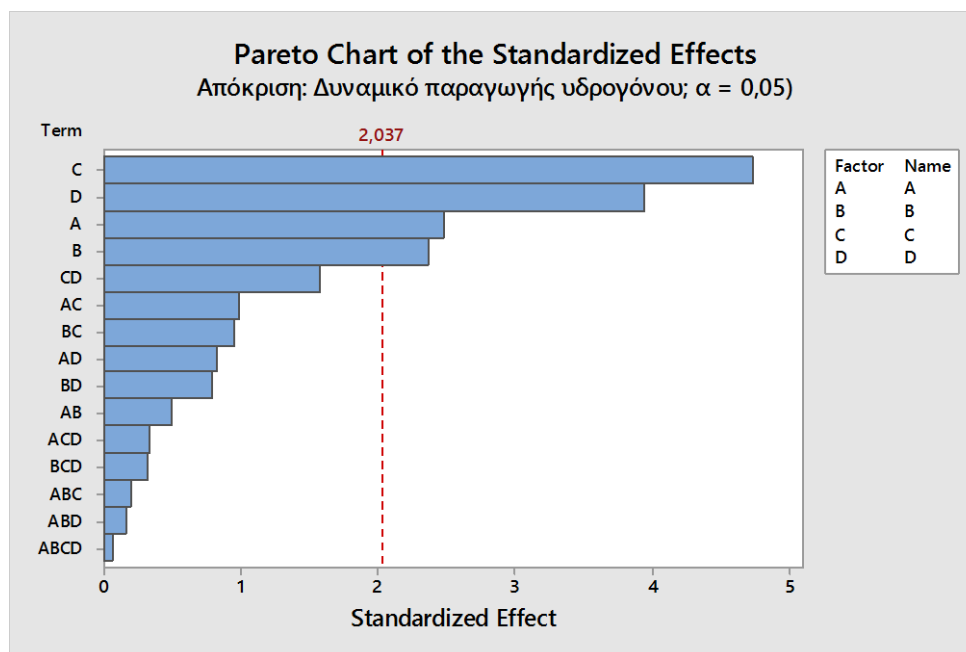
Πρέπει να σημειωθεί η άμεση εξάρτηση της διαθεσιμότητας πρώτων υλών από τις εξελίξεις στον τομέα των βιομηχανιών τροφίμων (ποσότητα πρώτων υλών που γίνεται η επεξεργασία τους, πρακτικές επεξεργασίας κτλ.). Παρατηρείται, σε ένα πρώτο επίπεδο, ότι μολονότι το δυναμικό του παραγόμενου υδρογόνου με την τεχνολογία αυτή μπορεί να εκτιμηθεί σε ένα πολύ ευρύ φάσμα τιμών (από 10-65 kt/a για το 2010 και 15-220 kt/a για το 2030), λόγω των πολλαπλών παραγόντων αβεβαιότητας, το μεγαλύτερο μέρος των σεναρίων προσφοράς, καλύπτουν τις εκτιμήσεις ζήτησης των αντίστοιχων περιόδων.



Σχήμα 4.10: Χρονική εξέλιξη προσφοράς και ζήτησης υδρογόνου για το διάστημα 2010-2030

Στη συνέχεια έγινε μία προσπάθεια ανάλυσης του προβλήματος του παραγοντικού σχεδιασμού των 4 παραγόντων δύο επιπέδων, με χρήση του λογισμικού MINITAB, ώστε να διερευνηθούν αυτοί που θα είναι πιο σημαντικοί για την διαμόρφωση του δυναμικού παραγωγής βιο-υδρογόνου με την τεχνολογία της ζύμωσης δύο σταδίων. Στο σχήμα 4.11 δίνεται το διάγραμμα Pareto όπου μπορούν να διακριθούν η σημαντικότητα των παραγόντων, η επίδραση τους δηλαδή στην μεταβλητότητα των εκτιμήσεων δυναμικού παραγωγής βιο-υδρογόνου στην περιοχή, ενώ στο Παράρτημα 4 (Πίνακας Π4.7) δίνονται τα λεπτομερή στοιχεία των υπολογισμών.

Από το διάγραμμα Pareto συμπεραίνουμε ότι μολονότι οι καθαρά τεχνολογικοί παράγοντες της βελτιστοποίησης της ανάκτησης των σακχάρων και της μετατροπής τους σε υδρογόνο, παραμένουν οι σημαντικότεροι για την διαμόρφωση του δυναμικού στο διάστημα 2010-2030, ωστόσο και τα θέματα που σχετίζονται με την εφοδιαστική κι αφορούν στο ρυθμό ανάπτυξης του κλάδου των τροφίμων και στη διαθεσιμότητα των παραπροϊόντων/υπολειμμάτων, παραμένουν σημαντικά (επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



Σχήμα 4.11: Διάγραμμα Pareto επίδρασης παραγόντων στη διαμόρφωση του δυναμικού

4.3.5 Στόχοι αειφορίας στη Θεσσαλία για τις τρεις φάσεις ανάπτυξης βιοκαυσίμων

Η διαμόρφωση ενός πλαισίου αειφορίας σε περιφερειακό επίπεδο, για την ανάπτυξη των εφαρμογών βιο-οικονομίας, και στην πιο εξειδικευμένη περίπτωση των εφαρμογών βιοκαυσίμων είναι απαραίτητη για τη δημιουργία αποτελεσματικών συστημάτων. Υπό αυτό το πρίσμα, και στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της Πλατφόρμας Βιοκαυσίμων Θεσσαλίας, διαμορφώσαμε έναν οδικό χάρτη, που θα διασφαλίσει τη σταδιακή μετάβαση σε αειφόρες λύσεις Βιο-οικονομίας στην περιοχή. Τα διάφορα ορόσημα για τις 3 περιόδους που χωρίστηκε το διάστημα (2007-2030+), σε αντιστοιχία με τον αντίστοιχο οδικό χάρτη Βιοκαυσίμων της Ε.Ε., παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.9.

Πίνακας 4.9: Αειφορία - Στόχοι για τις τρεις φάσεις ανάπτυξης του οράματος των βιοκαυσίμων 2030+, στη Θεσσαλία

Θέματα	ΦΑΣΗ 1 (2007-2013)	ΦΑΣΗ 2 (2013-2020)	ΦΑΣΗ 3 (2020-2030+)
1. Επιπτώσεις στο περιβάλλον	<ul style="list-style-type: none"> Διασφάλιση τήρησης πρακτικών ορθής γεωργίας (βέλτιστη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, συμβατικών καυσίμων και νερού) Διασφάλιση καταλληλότητας καλλιεργούμενων ποικιλιών βάσει των ανωτέρω Διασφάλιση βελτιστοποίησης χρήσης ενέργειας και άλλων πόρων κατά τη λειτουργία των μονάδων μετατροπής Διασφάλιση τεχνολογικής καταλληλότητας του στόλου οχημάτων (μειωμένες εκπομπές ρύπων, καταλληλότητα κινητήρα) 	<ul style="list-style-type: none"> Διασφάλιση βιοποικιλότητας και ισορροπίας οικοσυστήματος Θεσσαλίας Διασφάλιση ποιοτικής και ποσοτικής (λιπάσματα, φυτοφάρμακα, νερό, καύσιμα) κατά την αύξηση παραγωγικότητας ανά στρέμμα Διασφάλιση τεχνολογικής καταλληλότητας του στόλου οχημάτων με στόχο την αποτελεσματική τους λειτουργία και με μίγματα υψηλότερης περιεκτικότητας σε βιοκαύσιμα (μειωμένες εκπομπές ρύπων, καταλληλότητα κινητήρα) 	<ul style="list-style-type: none"> Διασφάλιση βιοποικιλότητας και ισορροπίας οικοσυστήματος Θεσσαλίας Διασφάλιση κοινωνικής αποδοχής του πλαισίου τεχνολογικής βελτίωσης καλλιεργειών
2. Logistics	<ul style="list-style-type: none"> Διασφάλιση εκτάσεων για καλλιέργειες διατροφικής χρήσης Διασφάλιση προϋποθέσεων παραγωγής συμπληρωματικών καλλιεργειών για την κάλυψη του προβλήματος της εποχικότητας των ποικιλιών αλλά και την μέγιστη χρονικά δυνατή λειτουργία των μονάδων Διασφάλιση αξιοποίησης συμφοιτώντων της αλυσίδας παραγωγής (με στόχο την οικονομική και περιβαλλοντική βελτίωση) Διασφάλιση βέλτιστης δυνατής αξιοποίησης υπάρχοντος δικτύου διαχείρισης και τροφοδοσίας βιόμαζας (π.χ EBZ) 	<ul style="list-style-type: none"> Διασφάλιση της συνεχούς παραγωγής βιόμαζας με τρόπο που να καλύπτονται τόσο οι ανάγκες των μονάδων μετατροπής, όσο και αυτές του τοπικού αγροτικού πληθυσμού Διασφάλιση της τεχνολογικής ανάπτυξης με τρόπο ώστε να αξιοποιούνται αγροτικά και αγροβιομηχανικά υπολείμματα για την παραγωγή βιοκαυσίμων και βιοενέργειας Ανάπτυξη εξειδικευμένου δικτύου διαχείρισης και τροφοδοσίας βιόμαζας για τη διασφάλιση της βέλτιστης οικονομικότητας και ποιότητας Βέλτιστη ανάπτυξη των μονάδων μετατροπής (μέγεθος και τοποθεσία) Διασφάλιση της αδιάταρακτης λειτουργίας άλλων, πιθανώς ανταγωνιστικών, συστημάτων (αλυσίδες παραγωγής και διανομής τροφίμων κτλ) που δύναται να 	<ul style="list-style-type: none"> Προσαρμογή του δικτύου διαχείρισης και τροφοδοσίας βιόμαζας στις απαιτήσεις μαζικότερης παραγωγής βιοκαυσίμων και στην «ιδέα» του βιοδιυλιστηρίου Διασφάλιση της ομαλής μετάβαση από τα βιοκαύσιμα α' σε αυτά της γενιάς (κατάλληλη αξιοποίηση υπάρχουσας υποδομής και ανθρώπινου δυναμικού) Διασφάλιση προσαρμογής των συστημάτων διάθεσης και χρήσης στις απαιτήσεις των βιοκαυσίμων γενιάς

Πίνακας 4.9 (συνέχεια)

Θέματα	ΦΑΣΗ 1 (2007-2013)	ΦΑΣΗ 2 (2013-2020)	ΦΑΣΗ 3 (2020-2030+)
3. Καθιέρωση συστήματος πιστοποίησης αειφορίας	<ul style="list-style-type: none"> • Διασφάλιση τοπικής αγοράς εμπορικής δραστηριότητας σε συνάρτηση με ενδεχόμενη αειφόρο εισαγωγική δραστηριότητα ά υλών προς μετατροπή • Επιλογή και Θέσπιση κριτηρίων και δεικτών αειφορίας, σε συνεργασία με τους τοπικούς stakeholders, που θα αφορούν και τις τοπικές ιδιαιτερότητες της Θεσσαλίας • Χρήση εργαλείων αξιολόγησης αειφορίας με στόχο την περιβαλλοντική βελτιστοποίηση του συστήματος (ecological footprint κτλ) 	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία προτύπων αειφορίας, βάσει κριτηρίων και δεικτών που θεσπίστηκαν στην προηγούμενη φάση και διασφάλιση αυστηρής εφαρμογής τους σε όλη την αλυσίδα παραγωγής και διαχείρισης βιοκαυσίμων (βλ. Σχήμα 1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Αξιολόγηση και αναπροσαρμογή των προτύπων αειφορίας, με σκοπό να καλύπτουν τα νέα δεδομένα το συστήματος

4.4 Συμπεράσματα

- Το εκτιμώμενο δυναμικό βιολογικών πόρων, καλύπτει τις μελλοντικές ανάγκες, σε βιο-υδρογόνο ακόμη και σε συνθήκες σχετικού ανταγωνισμού από άλλες ενεργειακές τεχνολογίες. Ωστόσο, η οικονομική βιωσιμότητα και αειφορία τέτοιων συστημάτων εκτιμάται ότι θα είναι σε άμεση συνάρτηση με τη βελτίωση των αποδόσεων των διεργασιών προκατεργασίας και μετατροπής σε υδρογόνο, καθώς και με τη βέλτιστη αξιοποίηση των παραπροϊόντων, με μία προσέγγιση βιοδιυλιστηρίου, που θα προκύπτουν από το κάθε στάδιο της αλυσίδας παραγωγής.
- Σε συνθήκες πλήρους ανάπτυξης εφαρμογών Βιο-οικονομίας, οι ανταγωνιστικές εφαρμογές, θα περιορίζαν περαιτέρω την όποια διαθεσιμότητα των πρώτων υλών. Κατά προέκταση, ταυτόχρονη έρευνα τόσο στη διάσταση της βελτίωσης των τεχνολογικών δεικτών της παραγωγής υδρογόνου με ζύμωση, όσο και της διεύρυνσης του εύρους των τεχνο-οικονομικά εκμεταλλεύσιμων πρώτων υλών βιόμαζας (μέσα και από κατάλληλες παρεμβάσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα) είναι απαραίτητη.
- Το σακχαρότευτλο αποτελεί την πιο υποσχόμενη και άμεσα αξιοποιήσιμη πρώτη ύλη για την Θεσσαλία με τις όποιες επιφυλάξεις για τις υψηλές απαιτήσεις των καλλιεργειών της σε νερό. Το «ενεργειακό τεύτλο» ή άλλα σακχαρούχα φυτά (π.χ. σόργο) μπορούν να αποτελέσουν την εναλλακτική λύση. Σε κάθε περίπτωση εκτιμάται ότι η συγκεκριμένη πρώτη ύλη θα παίξει κρίσιμο ρόλο στην αρχική φάση εφαρμογών της εξεταζόμενης τεχνολογίας.
- Η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών και η τοπική εκμετάλλευση τους θα προσφέρει λύση σε δύο τουλάχιστον προβλήματα του αγροτικού τομέα:
 - ❖ Μείωση ποσόστωσης ζάχαρης για την Ελλάδα με συνεπαγόμενη διακοπή λειτουργίας του εργοστασίου της EBZ Λάρισας.
 - ❖ Ανάγκη για αλλαγή χρήσης γης για τις καλλιέργειες βάμβακος βάσει ΚΑΠ
- Οι ήδη υπάρχουσες μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων εκτιμάται ότι θα επηρεάσουν ποικιλοτρόπως την επικράτηση της εξεταζόμενης τεχνολογίας. Έτσι:
 - ❖ Η δράση τους θα είναι θετική, στην αρχική φάση εκκίνησης πιλοτικών μονάδων παραγωγής βιο-υδρογόνου, καθώς θα παρέχουν την απαραίτητη υποδομή για τη μικρής κλίμακας παραγωγή.

- ❖ Πιθανή, ωστόσο, αρνητική τους δράση αναμένεται κατά την περαιτέρω επέκταση της τεχνολογίας λόγω κυρίως του ανταγωνισμού ως προς την χρήση γης.
- ❖ Η όποια επιτυχία των βιοκαυσίμων 1^{ης} γενιάς, ως προς την επενδυτική, κοινωνική και περιβαλλοντική τους διάσταση θα δημιουργήσει το θετικό υπόβαθρο και για κάθε μελλοντική τεχνολογική εξέλιξη στον χώρο.
- Η ακύρωση του σχεδίου για την μετατροπή του εργοστασίου παραγωγής ζάχαρης της EBZ στη Λάρισα, σε εργοστάσιο παραγωγής βιο-αιθανόλης, θα μπορούσε να αποτελέσει ευκαιρία για την διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης της τεχνολογίας Hynvolution στην περιοχή. Σημειώνεται ότι, το συγκριτικό πλεονέκτημα της εξεταζόμενης τεχνολογίας, δηλαδή η δυνατότητα δημιουργίας μονάδων μικρού δυναμικού, με σχετικά μικρό αρχικό κόστος επένδυσης, αποτελεί και την απάντηση στους βασικούς λόγους ακύρωσης του σχεδίου (υψηλή αρχική επένδυση που καθιστούσε απαγορευτική την διακινδύνευση της, υπό τις παρούσες συνθήκες). Ο μεγαλύτερος δείκτης διακινδύνευσης, ωστόσο, που θα συνεπάγεται το γεγονός της πρώιμης φάσης ανάπτυξης της τεχνολογίας αυτής, αποτελεί ένα προφανές αντικίνητρο.
- Η παροχή κινήτρων, κυρίως στις αγρο-βιομηχανικές μονάδες και στις ήδη υπάρχουσες μονάδες παραγωγής βιοντίζελ, με απώτερο στόχο τη βελτίωση των δεικτών αειφορίας του συνόλου του ενεργειακού συστήματος, θα είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία της μετάβασης σε πιο αποτελεσματικά βιοκαύσιμα.
- Η ενεργός συμμετοχή και των ευρύτερων τοπικών αγροβιομηχανικών μονάδων θα παίζει σημαντικό ρόλο στην βιωσιμότητα και στην αειφορία της όποιας προσπάθειας. Ειδικότερα, το πίτουρο που παράγεται από τοπικούς αλευρόμυλους μπορεί να αξιοποιηθεί, σε πιθανή συνέργεια με αυτούς, για την παραγωγή υδρογόνου.
- Οι εισαγόμενες πρώτες ύλες αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στη διαθεσιμότητα πρώτων υλών, έστω κι έμμεσα, καθώς η διαθεσιμότητα συγκεκριμένων πρώτων υλών, όπως το πίτουρο σιταριού, θα είναι σε συνάρτηση με την ανάπτυξη των μονάδων επεξεργασίας σιταριού οι οποίες με τη σειρά τους τροφοδοτούνται και με εισαγόμενες πρώτες ύλες.
- Λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες, όπως το άχυρο κριθαριού (ή και μελλοντικά σιταριού, με την βελτίωση των τεχνικών προκατεργασίας του) μπορούν να αξιοποιηθούν σε μικρές, αποκεντρωμένες μονάδες, λόγω και της μεγάλης χωρικής τους διασποράς.

- Η απαιτούμενη γη για την εγκατάσταση των αντιδραστήρων φωτοχημικής ζύμωσης, όπου οι ανάγκες στην παρούσα φάση εκτιμώνται στα 60 ha για μία μονάδα των 2 MW με προοπτική αυτή να περιοριστεί στα 10 ha όταν υπάρξει βελτιστοποίηση των διεργασιών, αποτελεί έναν επιπλέον παράγοντα που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη, ειδικότερα στην περίπτωση περιοχών όπου υπάρχει περιορισμένη διαθεσιμότητα γης. Στην περίπτωση της Θεσσαλίας υπάρχει σχετική διαθεσιμότητα γης, τουλάχιστον για την φάση εκκίνησης, καθώς μπορεί να αξιοποιηθεί αγροτική γη χαμηλής ποιότητας για αυτόν το σκοπό.
- Τα σενάρια παραγωγής ενεργειακών φυτών στην Θεσσαλία, ακόμη κι αυτά με τις πιο συντηρητικές υποθέσεις, αυξάνουν σημαντικά το δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου στην περιοχή. Σύμφωνα, λοιπόν με το σενάριο «μέγιστης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών», το **2.5 έως 4.7%** των ενεργειακών αναγκών του τομέα των μεταφορών (ή **1.0 έως 1.9%** των προβλεπόμενων συνολικών ενεργειακών αναγκών) της Ελλάδας για το 2020, μπορούν να καλυφθούν από το υδρογόνου που θα παράγεται στην περιφέρεια της Θεσσαλίας με την τεχνολογία “Hyvolution”.
- Σημειώνεται ότι παρά τις αισιόδοξες εκτιμήσεις ως προς το δυναμικό των πρώτων υλών, το γεγονός ότι το 70% των βιοκαυσίμων προβλέπεται μέχρι το 2020 να εξακολουθούν να είναι πρώτης γενιάς θα περιορίζει σημαντικά την διαθεσιμότητα τους για την τεχνολογία που εξετάζεται. Ωστόσο, η ανάπτυξη των τεχνολογιών υδρογόνου θα καθιστά εφικτή την, έστω και μικρή, συνεισφορά της τεχνολογίας αυτής στο συνολικό ισοζύγιο του παραγόμενου υδρογόνου.
- Στην περίπτωση της περιοχής του Ρότερνταμ, η βιωσιμότητα και αειφορία μονάδων που θα είναι σε συνέργεια με τις μονάδες επεξεργασίας πατάτας θα εξαρτηθεί από:
 - ❖ την ανταγωνιστικότητα της τεχνολογίας αυτής σε σχέση με την τεχνολογία βιοαερίου, ή τη χρήση φυσικού αερίου για τις ανάγκες της μονάδας
 - ❖ τη δυνατότητα πώλησης των δικαιωμάτων διοξειδίου του άνθρακα που θα προκύψουν για την μονάδα τροφίμων
 - ❖ την αποδεδειγμένα αξιόπιστη λειτουργία της μονάδας βιο-υδρογόνου, καθώς η μακροχρόνια αποθήκευση των παραπροϊόντων/αποβλήτων είναι ανεπιθύμητη
 - ❖ την αξιοποίηση των παράπλευρων προϊόντων της μονάδας υδρογόνου

- ❖ την αποτίμηση άλλων επιπτώσεων των μονάδων βιο-υδρογόνου στην ευρύτερη περιοχή, όπως ασφάλεια κτλ.
- Δεδομένου ότι ενδέχεται μία μονάδα βιο-υδρογόνου που θα λειτουργεί σε συνέργεια με υπάρχουσα μονάδα τροφίμων (επεξεργασία πατάτας, αλευρόμυλοι κτλ.) να μην διασφαλίζει σε μόνιμη βάση την πρώτη ύλη που χρειάζεται, η ευελιξία, που θα επιτρέπει τον εφοδιασμό με σειρά διαφορετικών πρώτων υλών, θα είναι ένας κρίσιμος παράγοντας βιωσιμότητας.

Βιβλιογραφία

- [1] F. Whitley, M., Zervos, A., Timmer, M., Butera, “Meeting the Targets and Putting Renewables to Work” Project deliverable; 2004.
- [2] O. Lehtonen and L. Okkonen, “Socio-economic impacts of a local bioenergy-based development strategy - The case of Pielinen Karelia, Finland,” *Renew. Energy*, vol. 85, pp. 610–619, 2016.
- [3] F. Neffke and M. Henning, “How Do Regions Diversify over Time? Industry Relatedness and the Development of New Growth Paths in Regions”; *Economic Geography*, 87(3), 237-265, 2011
- [4] “The Future Role of Biorefining in the Bioeconomy A stakeholder dialogue”; Minutes of Workshop of IEA; pp. 1–6, 2015.
- [5] E. Ozcan and M. Arentsen, “Nonconformity of policy ambitions with biomass potentials in regional bioenergy transition: A Dutch example,” *Energy Policy*, vol. 65, pp. 212–222, 2014.
- [6] N. Owen, “Fuel cells and Hydrogen in a Sustainable Energy Economy”; Final Report of the ROAD2HYCOM Project, 2009.
- [7] E. Bouma, “Development of comparable agro-climatic zones for the international exchange of data on the efficacy and crop safety of plant protection products 1,” *EPPO Bull.*, vol. 35, pp. 233–238.
- [8] “GDP at regional level - Statistics Explained.” [Online]. Available: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/GDP_at_regional_level. [Accessed: 09-Jan-2017].
- [9] “European Innovation Scoreboard - European Commission.” [Online]. Available: http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en. [Accessed: 09-Jan-2017].
- [10] “World Development Indicators | Data.” [Online]. Available: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>. [Accessed: 09-Jan-2017].
- [11] L. Karaoglanoglou, R. Bakker, S. Lips, J. Hesselink, and E. Koukios, “Building sustainable biomass-to-biofuel systems: Prospects for biohydrogen generation in two EU regions,” *Euro - Asian J. Sustain. energy Dev. policy*, vol. 4, no. 2, pp. 17–28, 2013.
- [12] E. Monteleone, M., Cammerino, A.R.B., Karaoglanoglou, L., Koullas, D., Koukios, “EUBCE Proceedings - Agro-Energy Chains and Energy Potential from Dedicated Crops, Agricultural and Agro-industrial Residues: the Comparative Study of Two South European Regions in a 2020 Perspective.” [Online]. Available: <http://www.etaflorence.it/proceedings/?detail=8006>. [Accessed: 09-Jan-

- 2017].
- [13] “Στατιστικές.” [Online]. Available: <http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2011>. [Accessed: 09-Jan-2017].
- [14] K. E. Diamantopoulou, L., Karaoglanoglou L, “bm2bh: Selecting biomass feedstocks for biohydrogen production - A new approach,” in 15th EU BC&E, 2007, p. 2025.
- [15] L. K. Diamantopoulou, L. S. Karaoglanoglou, and E. G. Koukios, “Biomass Cost Index: Mapping biomass-to-biohydrogen feedstock costs by a new approach,” *Bioresour. Technol.*, vol. 102, no. 3, pp. 2641–2650, 2011.
- [16] J. M. Ogden, “Hydrogen as an Energy Carrier: Outlook for 2010, 2030 and 2050”; in *The 10-50 Solution: Technologies and Policies for a Low-Carbon Future*, 2010, no. March 2004.
- [17] European Commission, Community Research; “Biofuels in The European Union – A Vision for 2030 and Beyond”; Report, 2006
- [18] Directorate General of Transport and Energy, “European Energy and Transport, Trends to 2030-Update 2007,” 2008.
- [19] “The Hydrogen energy economy: its long term role in greenhouse gas reduction | Tyndall°Centre for Climate Change Research”; [Online]. Available: <http://www.tyndall.ac.uk/content/hydrogen-energy-economy-its-long-term-role-greenhouse-gas-reduction>. [Accessed: 09-Jan-2017].
- [20] HYWAYS project deliverable, “Distribution of chains, bounds and regional development of infrastructure: HyWays storyline for Greece,” 2005.
- [21] A. Iglesias, L. Garrote, S. Quiroga, and M. Moneo, “A regional comparison of the effects of climate change on agricultural crops in Europe,” *Clim. Change*, vol. 112, no. 1, pp. 29–46, May 2012.
- [22] M. Trnka et al. “Agroclimatic conditions in Europe under climate change,” *Glob. Chang. Biol.*, vol. 17, no. 7, pp. 2298–2318, Jul. 2011.
- [23] “Study on the Cotton Sector in the European Union | Agriculture and rural development.” [Online]. Available: http://ec.europa.eu/agriculture/external-studies/cotton_en. [Accessed: 10-Jan-2017].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Βέλτιστες πρακτικές: Από την βιολογική πρώτη ύλη στο τελικό προϊόν

Μία ολιστική προσέγγιση για την βέλτιστη αξιοποίηση βιολογικών πρώτων υλών για τρόφιμα, ενέργεια κι άλλα προϊόντα θα είναι το κλειδί για ένα αειφόρο Ευρωπαϊκό μέλλον βασισμένο στην βιο-οικονομία. Μικρές και μεσαίες εφαρμογές αναμένεται να παίξουν έναν κρίσιμο ρόλο στο μέλλον, προς αυτή την κατεύθυνση, χάριν στην ευελξία και προσαρμοστικότητα τους στις περιφερειακές και τοπικές συνθήκες. Η αυξημένη ζήτηση από την μια και οι κοινωνικο-περιβαλλοντικές ανησυχίες από την άλλη απαιτούν τη δημιουργία ενός πλαισίου «Βέλτιστων Πρακτικών», για οποιαδήποτε νέα εφαρμογή θα εισέρχεται στο σύστημα, προκειμένου να διασφαλίζεται η τεχνο-οικονομική της βιωσιμότητα και κοινωνικο-περιβαλλοντική της αειφορία. Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί ένα τέτοιο πλαίσιο, εξειδικευμένο και πάλι για την περίπτωση παραγωγής βιο-υδρογόνου. Υπό αυτό το πρίσμα, ένας οδηγός «Βέλτιστων Πρακτικών» δημιουργήθηκε για καθεμιά από τις 4 προεπιλεγμένες κατάλληλες πρώτες ύλες, δηλαδή το τεύτλο, τους φλοιούς πατάτας, το άχυρο κιθαριού και το πίτουρο σιταριού. Τα σημαντικότερα σημεία αυτού του οδηγού για δύο από αυτές, το τεύτλο και το άχυρο κριθαριού, θα παρουσιαστούν στο παρόν κεφάλαιο.

Λέξεις κλειδιά: Εργαλεία λήψης αποφάσεων, Βέλτιστες Πρακτικές, σακχαρότευτλο, άχυρο

5.1 Εισαγωγή

Μια από τις βασικές προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι χώρες μέλη της Ε.Ε., στην φάση υλοποίησης του στόχου 20-20-20, είναι η αύξηση των, εμπορικής πλέον κλίμακας, βιοενεργειακών εφαρμογών [1]. Η ενσωμάτωση τέτοιων εφαρμογών στο Ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα, θα βασιστεί στην τεχνο-οικονομική τους βιωσιμότητα και την κοινωνικο-περιβαλλοντική τους αειφορία.

Σε περιοχές εφαρμοσμένων επιστημών, αλλά κι άσκησης πολιτικής είναι αρκετά συχνή η προσπάθεια εύρεσης ενός τρόπου κωδικοποίησης συμπεριφορών, που θα επιτρέπει την αναπαραγωγή των επιτυχημένων πρακτικών. Η κωδικοποίηση αυτή χαρακτηρίζεται ως «Βέλτιστες Πρακτικές» ή «Ορθές Πρακτικές». Η καταγραφή τους, προαπαιτεί τη συσσώρευση αρκετών παραδειγμάτων στην υπό διαμόρφωση περιοχή, που θα επιτρέπουν την ιεράρχηση της αποτελεσματικότητας των εναλλακτικών διαδρομών [2]. Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση σε βιόμαζα και οι κοινωνικο-περιβαλλοντικές ευαισθησίες που αναπτύσσονται γύρω από το ζήτημα, καθώς και η πλέον της δεκαετίας εμπειρία στην παραγωγή και χρήση βιοενεργειακών προϊόντων απαιτούν τη δημιουργία ενός τέτοιου πλαισίου «Βέλτιστων Πρακτικών» για οποιαδήποτε νέα εφαρμογή θα εισέρχεται στο σύστημα. Οι αστοχίες που παρατηρήθηκαν κατά την εισαγωγή των βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς, η κοινωνική επιφυλακτικότητα για περαιτέρω ανάπτυξη του κλάδου, που προκλήθηκε από αυτές, καθώς και η χωρική ανομοιογένεια που παρατηρείται κατά την ανάπτυξη του κλάδου ανά τις περιφέρειες της Ε.Ε., συνηγορούν επίσης προς αυτή την κατεύθυνση.

Το συγκεκριμένο πλαίσιο θα πρέπει να δομηθεί με έναν οργανωμένο τρόπο, ώστε να αποτελέσει ένα εργαλείο αμερόληπτης αποτίμησης των εναλλακτικών πρώτων υλών για οποιαδήποτε διαθέσιμη τεχνολογία, ή και εναλλακτικών τεχνολογιών για οποιαδήποτε διαθέσιμη πρώτη ύλη. Όλα αυτά υπό συγκεκριμένους οικονομικούς, περιβαλλοντικούς, και κοινωνικούς περιορισμούς που θα υφίστανται κατά την έρευνα κι ανάπτυξη, την αρχική φάση υλοποίησης αλλά και κατά τον πλήρη κύκλο ζωής ενός συγκεκριμένου έργου.

Ο αποτελεσματικός κι αποδοτικός σχεδιασμός ενός τέτοιου παραγωγικού συστήματος, καθώς κι ο εντοπισμός των κρίσιμων σημείων βιωσιμότητας κι αειφορίας, που θα παρουσιαστεί σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει και πάλι για την περίπτωση της τεχνολογίας παραγωγής βιο-υδρογόνου. Ωστόσο, η προσέγγιση αυτή θα μπορούσε να επεκταθεί για οποιαδήποτε συναφή εφαρμογή Βιο-οικονομίας με την κατάλληλη προσαρμογή.

Η προσπάθεια έγινε στο πλαίσιο της έρευνας κι ανάπτυξης της συγκεκριμένης τεχνολογίας, όπου η αποτίμηση παραγόντων βιωσιμότητας κι αειφορίας, γινόταν ταυτόχρονα και παράλληλα με την έρευνα για την βελτιστοποίηση τεχνολογικών παραμέτρων και της κλιμάκωσης μεγέθους [3], [4].

Υπό αυτό το πρίσμα ο οδηγός «Βέλτιστων Πρακτικών» που θα παρουσιαστεί παρακάτω αναπτύχθηκε για τις τέσσερις πιο υποσχόμενες πρώτες ύλες για τη συγκεκριμένη τεχνολογία, η διαδικασία επιλογής των οποίων επίσης περιγράφεται σύντομα παρακάτω. Πιο συγκεκριμένα για το σακχαρότευτλο, το άχυρο κριθαριού, το πίτουρο κριθαριού και τις φλούδες πατάτας. Η πιο αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας επιλογής γίνεται στις εργασίες των [5]–[8]. Στο Κεφάλαιο αυτό θα συνοψίσουμε τις «Βέλτιστες Πρακτικές», για το σακχαρότευτλο, και το άχυρο κριθαριού, τις δύο πρώτες ύλες άμεσης και μελλοντικής αξιοποίησης για την παραγωγή βιο-υδρογόνου με ζύμωση δύο σταδίων, αντίστοιχα. Ακόμη, θα δώσουμε το γενικότερο τρόπο σκέψης και λειτουργίας, ώστε να αναπτυχθεί ένα βιώσιμο και αειφόρο εφοδιαστικό και παραγωγικό σύστημα. Τέλος, εισάγοντας την έννοια της «Αγροενεργειακής περιοχής» (“Agroenergy district”), θα χαρτογραφήσουμε, τις εμπειρίες των τελευταίων χρόνων στην Ελλάδα, όπου υπήρξαν προσπάθειες εντατικοποίησης των εφαρμογών χρήσης βióμαζας, είτε για την παραγωγή βιοκαυσίμων μεταφοράς είτε για άλλες βιοενεργειακές εφαρμογές, όπως εφαρμογές βιοηλεκτρισμού.

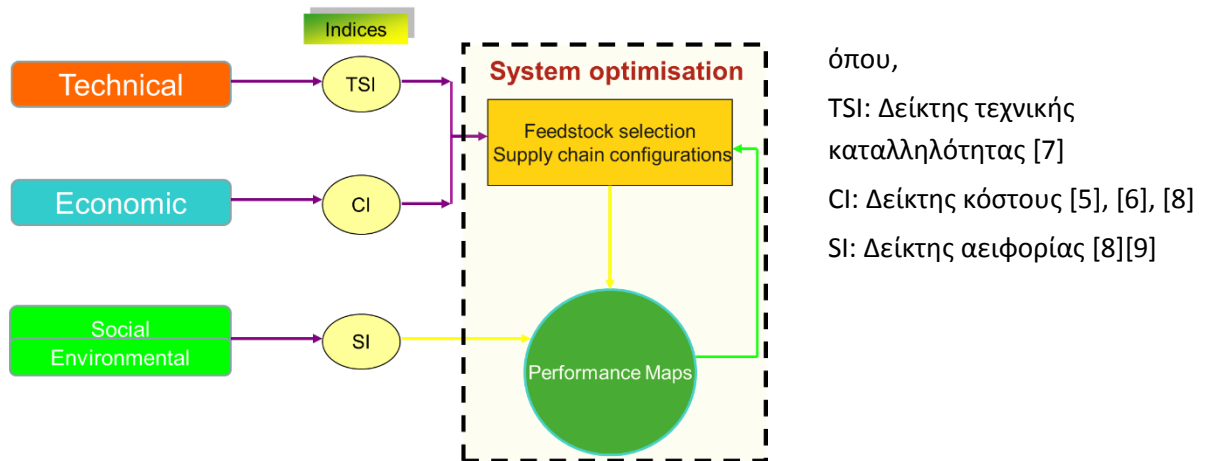
5.2 Μεθοδολογία

5.2.1 Ανάπτυξη εργαλείων λήψης απόφασης

Η μετάβαση από το ανώτατο όριο του θεωρητικού δυναμικού παραγωγής ενός προϊόντος Βιο-οικονομίας, με χρήση μίας συγκεκριμένης τεχνολογίας, στο πραγματικά εφαρμόσιμο κι αειφόρο δυναμικό λαμβάνει χώρα με χρήση εργαλείων λήψης αποφάσεων σε τεχνικό, οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο. Για τον σκοπό αυτό αναπτύχθηκαν τρία εργαλεία συγκριτικής αξιολόγησης των υποψηφίων πρώτων υλών ως προς την καταλληλότητα, και την αποδοτικότητα της χρήσης τους:

- Ο Δείκτης Τεχνικής Καταλληλότητας (TSI)
- Ο Δείκτης Κόστους (CI) κι
- Ο Δείκτης Αειφορίας (SI)

Η αναλυτική περιγραφή των δεικτών αυτών γίνεται στις αντίστοιχες δημοσιεύσεις [6], [7], [9]. Η διαδικασία που ακολουθείται με τη συνδυαστική χρήση των δεικτών αυτών παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1: Από το θεωρητικό στο αειφόρο δυναμικό βιόμαζας [10]

Η χρήση των δεικτών αυτών σε πρώτη φάση έδωσε τη δυνατότητα μίας προεπιλογής των τεσσάρων καταλληλότερων πρώτων υλών. Σε μία δεύτερη φάση και αφού έγινε η προεπιλογή, η χρήση τους δίνει τη δυνατότητα να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες βελτιστοποίησης, που θα παρέχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα που θα είναι συμβατό και με τις συνθήκες των τοπικών χαρακτηριστικών της περιοχής εφαρμογής.

Μέσα από αυτή τη διαδικασία μπορούν να ταυτοποιηθούν οι κινητήριες δυνάμεις, αλλά και οι παράγοντες παρεμπόδισης, και να κατανοηθεί ο εν δυνάμει ανταγωνισμός με άλλες τεχνολογίες βιοκαυσίμων ή και άλλων εφαρμογών Βιοοικονομίας, για τις ίδιες πρώτες ύλες.

5.2.2 Δημιουργία «φακέλων» πρώτων υλών

Τα δεδομένα που παρήχθησαν μέσα από την πειραματική διαδικασία σε εργαστηριακή κλίμακα, αλλά κι αυτά που έχουν συλλεγεί σε επίπεδο Ε.Ε. ή και τοπικό περιφερειακό επίπεδο, για μία σειρά κρίσιμων παραγόντων που εκτιμάται ότι θα επηρεάσουν άμεσα την υλοποίηση σχετικών εφαρμογών, οργανώθηκαν υπό μορφή ενός «φακέλου» της κάθε πρώτης ύλης. Οι σχετικοί φάκελοι για το σακχαρότευτλο και το άχυρο κριθαριού θα παρουσιαστούν στο παρόν κεφάλαιο. Ο κάθε φάκελος θα αποτελείται από τα παρακάτω 8 κεφάλαια τα οποία θα παρέχουν απαντήσεις σε κρίσιμα για την βιωσιμότητα κι αειφορία ζητήματα ενός σχετικού παραγωγικού συστήματος, αποτελώντας κατ'αυτόν τον τρόπο ένα εργαλείο για λήψη αποφάσεων:

- Δυναμικό και Γεωγραφική διασπορά του
- Χαρακτηριστική τυπολογία μονάδας αξιοποίησης
- Εφοδιαστική και διαχειριστική αλυσίδα
- Τεχνολογία προκατεργασίας (υδρόλυσης)

- Οικονομικά στοιχεία για την πρώτη ύλη και την προκατεργασία της
- Αειφορία (περιβαλλοντική και κοινωνική)
- Η σημασία των συμπροϊόντων
- Άλλες σημαντικές παράμετροι

5.2.3 Δυνατότητες εφαρμογών Βιο-οικονομίας για την Ελλάδα

Σε σχετικές δημοσιεύσεις αλλά κι επιστημονικές ημερίδες και συνέδρια έχουν διατυπωθεί επανηλειμμένως τα παρακάτω πλεονεκτήματα και κίνητρα της Ελλάδας για την ανάπτυξη εφαρμογών Βιοενέργειας κι ευρύτερης Βιο-οικονομίας [11]:

- σημαντική παραγωγή όσον αφορά στα συμβατικά αγροτικά προϊόντα,
- ταυτοποιημένο σημαντικό δυναμικό βιόμαζας, όπως το υπολογίσαμε στη συγκεκριμένη διατριβή, αλλά κι όπως υπολογίστηκε από άλλους ερευνητές [12][13][14],
- ανάγκη για ανάπτυξη νέων αγροτικών και αγροβιομηχανικών εφαρμογών,
- δεσμεύσεις της χώρας για μείωση εκπομπών που καθιστά απαραίτητη την ταχεία εισαγωγή σχετικών προϊόντων τόσο στην ενεργειακή όσο και σε άλλες αγορές.

Παρ'όλαυτά η ανάπτυξη του χώρου γίνεται με πολύ πιο αργούς ρυθμούς σε σύγκριση ακόμη και με χώρες με παρόμοια κοινωνικο-πολιτικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η Ιταλία [15][16]. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου κεφαλαίου θα παρουσιαστεί η προσέγγιση κι οι αρχές των «Αγροενεργειακών περιοχών» και θα γίνει αναφορά σε 10 σημεία αιχμής, που χαρτογραφήθηκαν και που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την εικόνα της ανάπτυξης του χώρου στην Ελλάδα.

5.3 Αποτελέσματα – Συζήτηση αποτελεσμάτων

5.3.1 Σακχαρότευτλο

Η συγκεκριμένη τεχνολογία παραγωγής βιο-υδρογόνου θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι θα βρίσκεται, στην πλήρη της εφαρμογή, σε ανταγωνιστική σχέση με τη βιομηχανία παραγωγής ζάχαρης (τροφίμων) για την χρήση του σακχαρότευτλου. Δεδομένης της προτεραιότητας που θα πρέπει να έχει η παραγωγή τροφίμων, οι εκτιμήσεις του δυναμικού βασίστηκαν στην υπόθεση της διαθεσιμότητας του 10% της παραγώμενης ποσότητας ζάχαρης στην Ε.Ε., για χρήση από τη συγκεκριμένη

τεχνολογία. Η σύσταση του τεύτλου για δύο διαφορετικές χώρες της Ε.Ε. (Ελλάδα κι Ολλανδία) δίνεται στον Πίνακα 5.1. [17]:

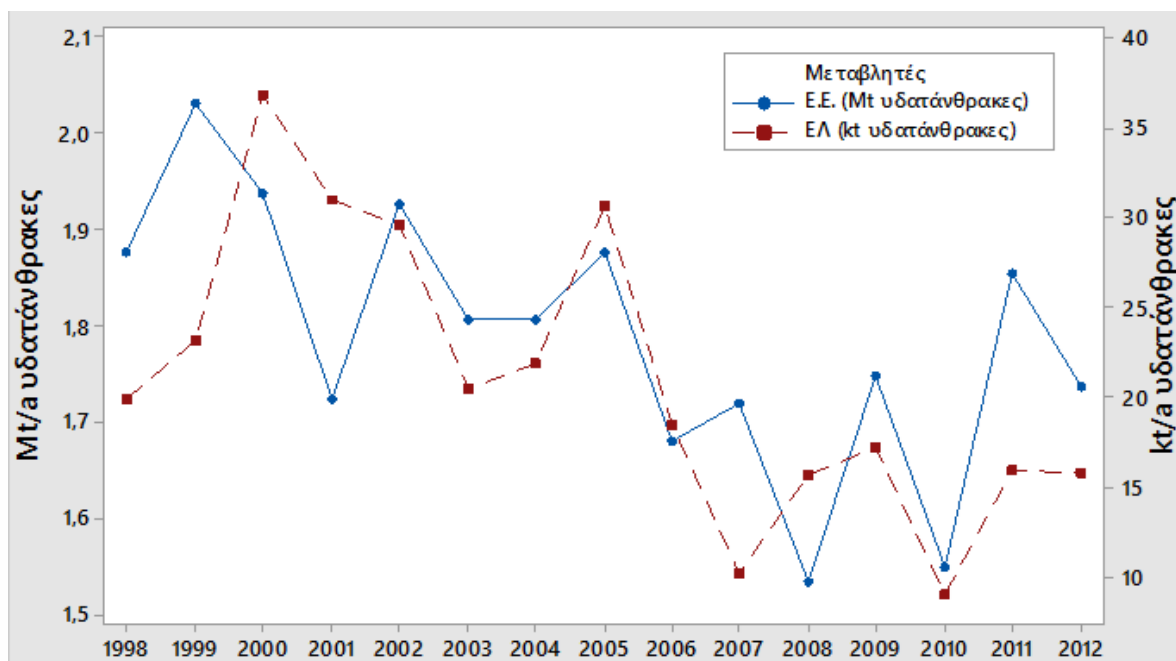
Πίνακας 5.1: Σύσταση σακχαρότευτλου

Συστατικά	Ολλανδία (% κβ Ξηρή βάση)	Ελλάδα (% κβ Ξηρή βάση)
Σακχαρόζη	67	64
Κυτταρίνη	4	4
Ημικυτταρίνη	5	5
Λιγνίνη	0.9	1
Άλλα	23	26

5.3.1.1 Δυναμικό – Γεωγραφική κατανομή

Όταν εξετάζεται η εν δυνάμει διαθεσιμότητα των τεύτλων για την παραγωγή βιοενεργειακών κι άλλων προϊόντων βιο-οικονομίας θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν το καθεστώς του κλάδου τα τελευταία χρόνια. Οι εκτιμήσεις το 2013 ήταν ότι 7-10% της παραγόμενης ποσότητας τεύτλων θα χαθεί τα επόμενα χρόνια. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι 83 μονάδες παραγωγής ζάχαρης έχουν σταματήσει τη λειτουργία τους στην Ε.Ε. κατά το διάστημα 2006-2013 και ότι χάθηκαν 22.000 θέσεις εργασίας. Επίσης, ότι η ποσόστωση θα σταματήσει το 2017, δημιουργώντας στην Ε.Ε. μία από τις πιο «ελεύθερες αγορές» ζάχαρης παγκοσμίως [18]. Όλες οι παραπάνω αλλαγές θα έχουν επίπτωση τόσο στη διαθεσιμότητα των πρώτων υλών όσο και στη δεκτικότητα των σημαντικότερων «παικτών» του κλάδου ως προς τις συνεργασίες για εναλλακτικές εφαρμογές,. Το διαθέσιμο θεωρητικό δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου με βάση τη μέγιστη αποδοτικότητα κατά την προκατεργασία και μετατροπή της σακχαρόζης του τεύτλου δίνει ένα δυναμικό της τάξης των 170 kt H₂/α για την Ε.Ε.27 [19]. Το σχετικό δυναμικό είναι διεσπαρμένο στις περιοχές γύρω από τις 106 μονάδες παραγωγής ζάχαρης της Ε.Ε. Οι ανταγωνιστικές βιοενεργειακές τεχνολογίες, που βρίσκονται τεχνολογικά σε πιο προχωρημένη στάδιο θα αποτελέσουν ένα σημαντικό εμπόδιο στην ανάπτυξη της υπό μελέτη τεχνολογίας, γεγονός που θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψιν κατά τις εκτιμήσεις της διαθεσιμότητας των πρώτων υλών. Πρέπει να σημειωθεί ότι ήδη υπάρχουν 21 μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ε.Ε., όπου αναμένεται κι η σταδιακή εισαγωγή μονάδων βιοαερίου, μικρής κλίμακας [18].

Η σταθερότητα στην παραγωγή και στον εφοδιασμό είναι ένας σημαντικός παράγοντας όταν πρόκειται να γίνει η επιλογή της κατάλληλης πρώτης ύλης. Έτσι, στο Σχήμα 5.2 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης παραγωγής για την Ε.Ε., με βάση σχετικά στατιστικά στοιχεία για την παραγωγή της ζάχαρης [20], τα τελευταία χρόνια.



Σχήμα 5.2: Παραγωγή ζάχαρης από σακχαρότευτλα για χρήση στην παραγωγή βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα (η ποσότητα που αναφέρεται αποτελεί το 10% της παραγόμενης ζάχαρης)

Για τον έλεγχο της σταθερότητας της παραγωγής στην Ε.Ε. χρησιμοποιήθηκε ένα διάγραμμα ελέγχου Shewhart, και παρατηρήθηκε ότι παρότι υπάρχει μία κινητικότητα σε σχέση με την γεωγραφική κατανομή αυτής της παραγωγής, η συνολική παραγωγικότητα σε επίπεδο Ε.Ε. εμφανίζει σταθερότητα (βλ. Παράρτημα 5Α). Στο αντίστοιχο διάγραμμα για την Ελλάδα, καταγράφεται η πτωτική τάση της παραγόμενης ζάχαρης γεγονός που από τη μια καταδεικνύει την αβεβαιότητα που επικρατεί στον χώρο, αφετέρου τις ευκαιρίες που προσφέρονται για νέες κι αποτελεσματικές εφαρμογές. (για τους Πίνακες που παρέχουν τα πλήρη στοιχεία για όλες τις χώρες της Ε.Ε. βλ. Παράρτημα 5Α)

5.3.1.2 Χαρακτηριστικός τύπος μονάδων

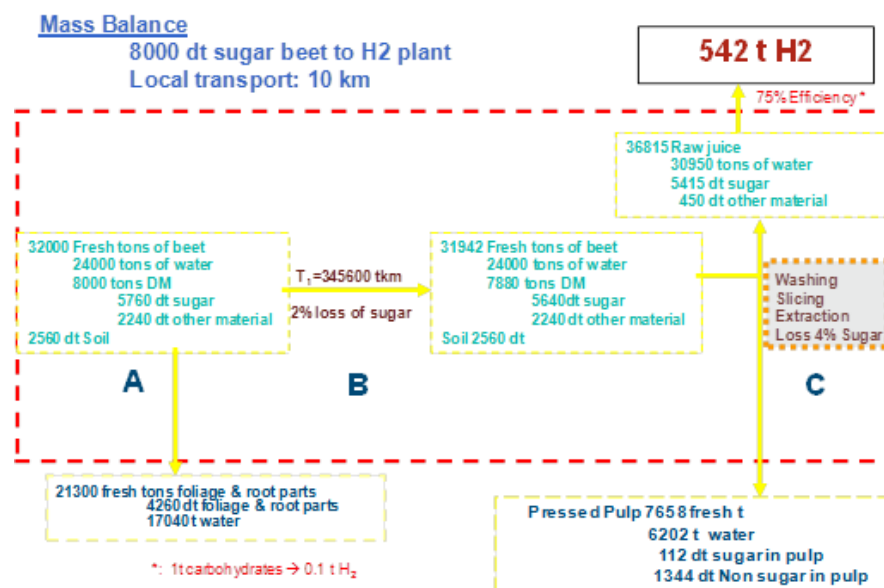
Ο προτεινόμενος τύπος μονάδας για την συγκεκριμένη περίπτωση θα ήταν μία μονάδα ως παράρτημα («add-on» plants) μονάδας που ήδη παράγει ζάχαρη, όπου η μονάδα βιο-υδρογόνου θα αποτελέσει μία παράλληλη παραγωγική γραμμή με αυτή της ζάχαρης, τροφοδοτούμενη από ένα μικρό κλάσμα των τεύτλων των οποίων η επεξεργασία γίνεται ήδη στην μονάδα. Η λειτουργία θα βασίζεται σε μία «συμβιωτική» προσέγγιση, γεγονός που θα ελαχιστοποιεί τα λειτουργικά κι εφοδιαστικά κόστη της μονάδας, μετατοπίζοντας μέρος αυτών στην κύρια δραστηριότητα των μονάδων, που θα είναι η παραγωγή ζάχαρης.

5.3.1.3 Εφοδιαστική και διαχειριστική αλυσίδα

Η επιλογή του τύπου της μονάδας, πρακτικά, προδιαγράφει και τον τρόπο που μπορεί να δημιουργηθεί η εφοδιαστική και διαχειριστική αλυσίδα. Αυτό θα λάβει χώρα μέσα από την αξιοποίηση των ήδη υπαρχουσών υποδομών του παραγωγικού συστήματος της ζάχαρης. Ακόμη και στις περιπτώσεις που μία μονάδα ενεργειακού προϊόντος θάρθει να αντικαταστήσει την προγενέστερη παραγωγή ζάχαρης στην ίδια μονάδα, η οποία πλέον είναι εκτός λειτουργίας, η εγκατάσταση αυτών των μονάδων, που εκ των πραγμάτων θα είναι μεγαλύτερης κλίμακας κι αυτόνομες, μπορεί να αξιοποιήσει την υπάρχουσα τεχνογνωσία, καθώς και το αγροτικό υπόβαθρο της περιοχής.

5.3.1.4 Τεχνολογία προκατεργασίας

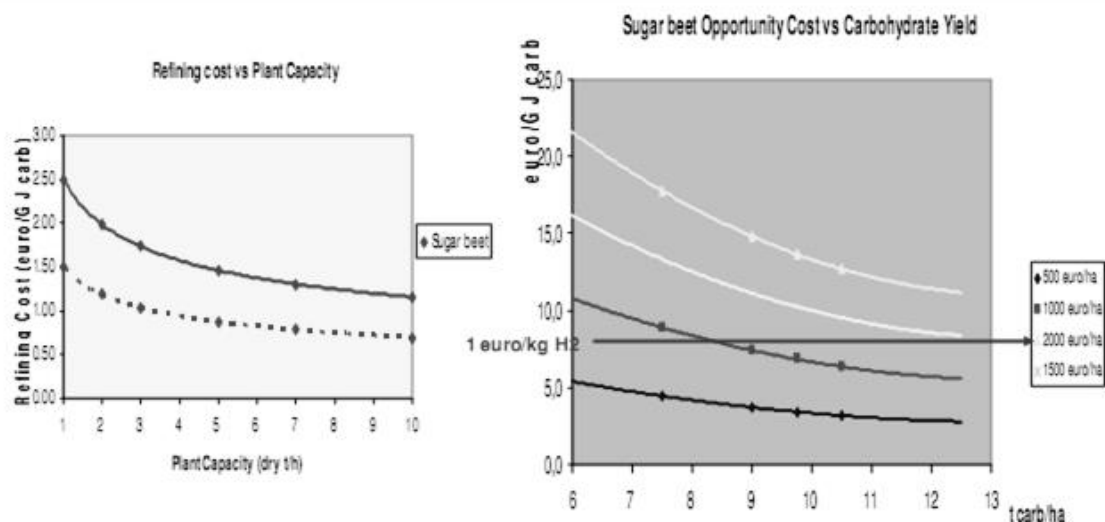
Στην περίπτωση του τεύτλου οι υπό ανάκτηση υδατάνθρακες είναι κατά κύριο λόγο η σακχαρόζη. Για την ανάκτηση της, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απολύτως αποτελεσματική και καθιερωμένη τεχνολογία της υδατικής εκχύλισης. Ως εκ τούτου, η όλη προσπάθεια που καταβάλεται είναι σε ένα πρώτο επίπεδο, προς την κατεύθυνση της βελτιστοποίησης της ζυμωσιμότητας των σακχάρων που έχουν ανακτηθεί προς παραγωγή υδρογόνου. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, ενδιαφέρει και η αξιοποίηση της πούλπας, του λιγνοκυτταρινούχου κλάσματος που απομένει μετά από την εκχύλιση, όπου υδρολυμένο θα παρείχε περαιτέρω ποσότητες ζυμώσιμων υδατανθράκων. Το συνολικό ισοζύγιο μάζας ενός τέτοιου παραγωγικού συστήματος με βάση παραδοχές για τη σύσταση του και τη ζυμωσιμότητα των υδατανθράκων του ([7] [17]) παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.3.



Σχήμα 5.3: Ισοζύγιο μάζας πλήρους παραγωγική και εφοδιαστικής αλυσίδας τεύτλου

5.3.1.5 Οικονομικά στοιχεία για την βιόμαζα και την προκατεργασία της

Στην περίπτωση του τεύτλου παρατηρείται υψηλό κόστος της πρώτης ύλης, και χαμηλό κόστος προκατεργασίας. Η αξιοποίηση της οικονομίας κλίμακας που συνεπάγεται η μονάδα παραγωγής ζάχαρης για τις διαδικασίες εφοδιασμού και προκατεργασίας, θα μπορούσε να βελτιώσει ακόμη περισσότερο τους οικονομικούς δείκτες. Η αποτίμηση του κόστους της πρώτης ύλης γίνεται με την χρήση του «κόστους ευκαιρίας», δηλαδή του οριακού κόστους που θα ήταν ανεχτό να προσφερθεί από την μονάδα βιο-υδρογόνου στους καλλιεργητές, ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητά της. Το ποσό αυτό θα ορίζεται με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά της παρεχόμενης πρώτης ύλης, στην περίπτωση μας, κυρίως, την περιεκτικότητα της σε σακχαρόζη. Στο Σχήμα 5.4 παρουσιάζονται ενδεικτικά παραδείγματα σεναρίων συσχέτισης του κόστους με την κλίμακα της μονάδας, καθώς και με την περιεκτικότητα της πρώτης ύλης σε σακχαρόζη.

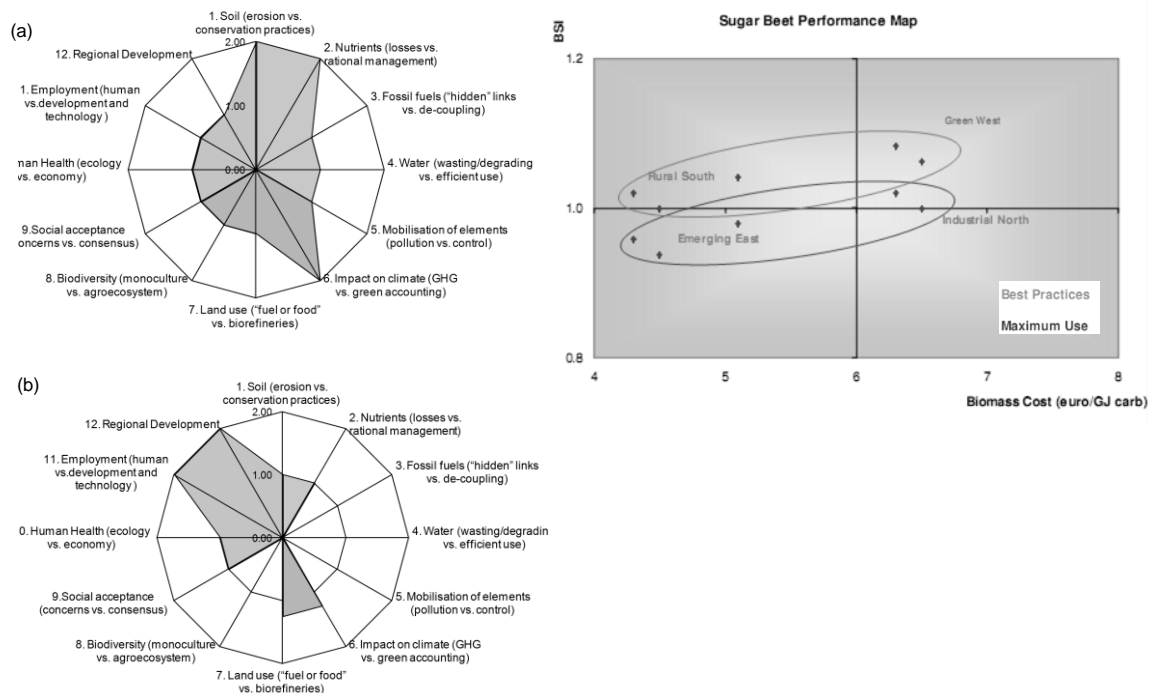


Σχήμα 5.4: Βελτιστοποίηση της οικονομικής βιωσιμότητας [8]

5.3.1.6 Αειφορία (περιβαλλοντική και κοινωνική)

Η παραγωγή των βιοενεργειακών προϊόντων κατά πρώτο λόγο είναι μία αγροτική διεργασία, καθώς η συνολική τους αποτελεσματικότητα κρίνεται όπως και για τις παραδοσιακές αγροτικές δραστηριότητες, μέσα από τη συνεισφορά των ίδιων εισροών και στοιχείων. Η αξιολόγηση της αειφορίας είναι σημαντικό να γίνεται για την κάθε εν δυνάμει περίπτωση, σε μία συγκριτική βάση, και από την φάση σχεδιασμού του προϊόντος, ώστε να βελτιστοποιηθεί η χρήση των βασικών πόρων του αγροτικού οικοσυστήματος, όπως το έδαφος, το νερό, ο αέρας κι η βιοποικιλότητα. Λαμβάνοντας υπόψιν το κλίμα και την γεωγραφική ποικιλομορφία, εμπλουτίζεται περαιτέρω η εξειδίκευση της ανάλυσης που γίνεται για την αειφορία. [9]

Παρατηρείται μεγάλη διακύμανση στην τιμή του δείκτη αειφορίας, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και τις γεωργικές πρακτικές που ακολουθούνται κατά την καλλιέργεια. Οι στόχοι της βελτιστοποίησης, όπως αυτοί κατά περίπτωση, και με βάση τις τοπικές ιδιαιτερότητες, θα οριστούν, θα ορίσουν και τη διαμόρφωση συγκεκριμένης εφοδιαστικής και παραγωγικής αλυσίδας.



Σχήμα 5.5: Δείκτης Αειφορίας Βιόμαζας για σενάρια «Μέγιστης χρήσης» (a) και «Ορθών Πρακτικών» (b); και συσχέτιση της αειφορίας των σεναρίων με το κόστος της βιόμαζας και τα χαρακτηριστικά της περιοχής εφαρμογής [8]

5.3.1.7 Παραπροϊόντα – Αξιοποίηση και επίδραση τους στη βιωσιμότητα

Τα παραπροϊόντα κι η αξιοποίησή τους αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στην βιωσιμότητα και την αειφορία όλου του συστήματος, καθώς ένα μεγάλο μέρος του καλλιεργούμενου φυτού του τεύτλου είτε συλλέγεται ως αγροτικό παραπροϊόν (φύλλα, που εκτιμώνται στους 3 t/ha ξηρής μάζας), είτε προκύπτει ως παραπροϊόν της διαδικασίας της εκχύλισης (πούλπα, >25-30% ξηρού βάρους τεύτλου). Πέραν των ήδη υπάρχοντων πεδίων εφαρμογών, τα οποία αξιοποιούν τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας της ζάχαρης, υπάρχει ένα ευρύ φάσμα εν δυνάμει εφαρμογών, με υψηλή προστιθέμενη αξία, οι οποίες μπορούν να συνεισφέρουν στην βελτίωση των δεικτών της αλυσίδας παραγωγής. Η αξιοποίηση των πρωτεϊνών από τα φύλλα του τέτλου [21], αλλά και η χρήση της πούλπας ως πρώτη ύλη για σύνθετα υλικά και βιοπλαστικά [22] [23] αποτελούν ορισμένες μόνο επιλογές.

5.3.1.8 Άλλες κρίσιμες παράμετροι

Ορισμένα περαιτέρω σημεία που θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία μίας μονάδας παραγωγής βιο-υδρογόνου με πρώτη ύλη το τεύτλο είναι:

- Οι ανάγκες σε νερό που συνεπάγεται η καλλιέργεια του τεύτλου,
- Ο κοινωνικός αντίκτυπος μέσα από την απασχόληση καθόλο το μήκος της αλυσίδας του συστήματος παραγωγής και η υποκατάσταση κατ'αυτόν τον τρόπο των απωλειών λόγω των μονάδων που έχουν παροπλιστεί ανά την Ευρώπη,
- Η εποχικότητα και το πολύ σύντομο διάστημα μέσα στο οποίο θα πρέπει να γίνει η συλλογή, και στη συνέχεια η διαχείριση μίας ευαίσθητης πρώτης ύλης με τρόπο που να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες λόγω αλλοιώσεων .

5.3.2 Άχυρο κριθαριού

Η χρήση της συγκεκριμένης πρώτης ύλης μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται ήδη ή θα βρίσκεται μελλοντικά σε ανταγωνιστική σχέση με άλλες εφαρμογές όπως οι ζωοτροφές ή η παραγωγή στερεών καυσίμων (πέλετ) ή και λόγω της απευθείας χρήσης της από θερμοχημικές τεχνολογίες (καύση, αεριοποίηση). Κατά προέκταση η διαθεσιμότητα της θα εξαρτηθεί από τον βαθμό ανάπτυξης των σχετικών τεχνολογιών σε μία περιοχή. Η διεύρυνση του δυναμικού με άχυρα από άλλα δημητριακά, μέσα από την βελτίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών της ζυμωσιμότητας τους, τα οποία θα μπορούν να επωφεληθούν από τις υποδομές που θα έχουν ήδη δημιουργηθεί για το άχυρο κριθαριού θα είναι σημαντικό, με δεδομένη τη μεγάλη παραγωγή τους. Η συγκεκριμένη πρώτη ύλη, έχει την πιο σύνθετη σύσταση για χρήση στην παραγωγή βιο-υδρογόνου (βλ Πίνακα 5.2) αφού έχει κυτταρίνη κι ημικυτταρίνη που θα πρέπει να υδρολυθούν και λιγνίνη που θα πρέπει να απομακρυνθεί λόγω της παρεμποδιστικής της δράσης.

Πίνακας 5.2: Σύσταση αχύρου κριθαριού [7], [9]

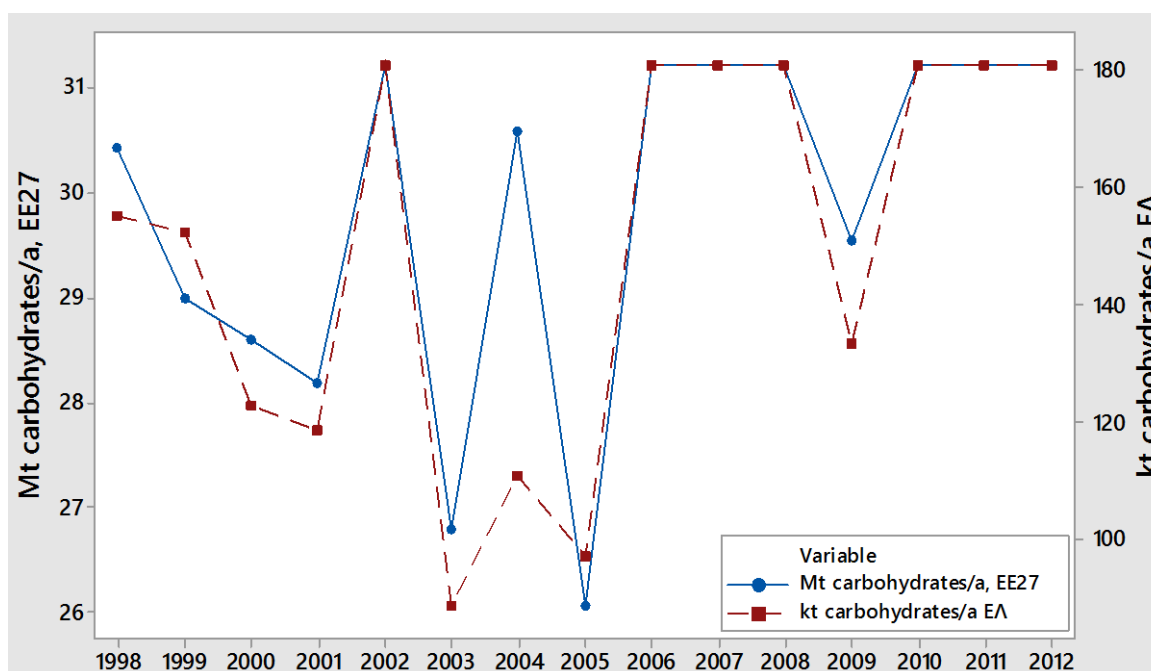
Συστατικό	Ποσότητα % (Ξηρή βάση)
Κυτταρίνη	37.2
Ημικυτταρίνη	24.4
Αδιάλυτη σε οξύ λιγνίνη	16.1
Πρωτεΐνες	5-6
Τέφρα	6.4

Η υψηλή περιεκτικότητα του άχυρου σε τέφρα, που κυρίως οφείλεται σε πυριτικά άλατα, το καθιστά, σε κάποιο βαθμό, προβληματικό για χρήση σε θερμοχημικές τεχνολογίες, κι ευνοώντας τις βιοχημικές τεχνολογίες.

5.3.2.1 Δυναμικό και γεωγραφική του διασπορά

Σε Πανευρωπαϊκό επίπεδο το άχυρο του κριθαριού αποτελεί το δεύτερο σε δυναμικότητα αγροτικό υπόλειμμα που συναντάται και η παραγωγή του ισοδυναμεί με το 75% της παγκόσμιας παραγωγής, ήτοι περί των 45 εκατομμυρίων τόνων ετησίως. [9]

Το θεωρητικό μέγιστο δυναμικό παραγωγής υδρογόνου με βάση το παραγόμενο κριθάρι στην Ε.Ε. και τους συνολικούς υδατάνθρακες που περιέχονται στο άχυρο είναι περίπου στους 3.0 Mt H₂/year. Η διακύμανση της παραγωγικότητας για τα τελευταία 15 χρόνια, στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα, με βάση τα στατιστικά στοιχεία παραγωγής κριθαριού [20] δίνεται στο Σχήμα 5.6. Το πραγματικά αξιοποιήσιμο δυναμικό, με βάση το τρέχον επίπεδο τεχνολογίας προκατεργασίας και μετατροπής, εκτιμάται στο 1/3 του ποσού αυτού. Εμφανίζει τη μεγαλύτερη χωρική διασπορά ανάμεσα στις 4 πρώτες ύλες τόσο σε επίπεδο χωρών όσο και σε επίπεδο περιοχών όπου παράγεται, καθώς η διάθεση της γίνεται στον αγρό κι όχι στον χώρο βιομηχανικής αξιοποίησης του κριθαριού.



Σχήμα 5.6: Θεωρητικό δυναμικό υδατανθράκων από το άχυρο κριθαριού για χρήση στην παραγωγή βιο-υδρογόνου στην Ε.Ε. και στην Ελλάδα

Για τον έλεγχο της σταθερότητας της παραγωγής στην Ε.Ε. χρησιμοποιήθηκε ένα διάγραμμα ελέγχου Shewhart, και σε αυτή την περίπτωση, και παρατηρήθηκε ότι η συνολική παραγωγικότητα σε επίπεδο Ε.Ε. αλλά και χωρών (συμπεριλαμβανομένης

της Ελλάδας) εμφανίζει σταθερότητα εντός συγκεκριμένων ορίων (βλ. Παράρτημα 5B). Αξιοσημείωτο είναι ότι τα τελευταία χρόνια η παραγωγικότητα παραμένει σταθερά πάνω από τον μέσο όρο.

5.3.2.2 Χαρακτηριστικός τύπος μονάδων

Η προαναφερθείσα μεγάλη διασπορά της συγκεκριμένης πρώτης ύλης, και της διαθεσιμότητας της στο επίπεδο του αγρού ευνοεί μεμονωμένες, αποκεντρωμένες και μικρές μονάδες. Γεγονός ωστόσο που θα προϋποθέτει και την κατάλληλη επέκταση δικτύου διάθεσης ή χρήσης του τελικώς παραγόμενου υδρογόνου. Σε κάθε περίπτωση, δεν θα πρέπει να αποκλείονται και οι κεντρικές μεγάλες μονάδες, δεδομένης της σχετικά μικρής περιεκτικότητας του σε υγρασία, που ευνοεί τις μεταφορές και σε λίγο μεγαλύτερες αποστάσεις, και τις οικονομίες κλίμακας που θα ευνοούσαν αρκετές από τις διεργασίες που απαιτούνται για την προκατεργασία και τελική μετατροπή.

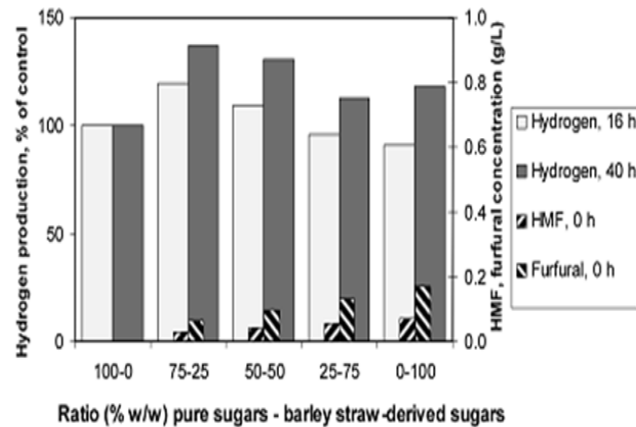
5.3.2.3 Εφοδιαστική και διαχειριστική αλυσίδα

Η διαχείριση του προσομοιάζει αυτήν ενός αυτόνομου, ενεργειακού φυτού, καθότι ο διαχωρισμός του από το κύριο προϊόν του φυτού, που είναι ο καρπός, λαμβάνει χώρα στον αγρό. Στη συνέχεια το άχυρο θα ακολουθήσει την δική του αυτόνομη πορεία, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη δημιουργία μίας εφοδιαστικής αλυσίδας και διαχειριστικών πρακτικών, σε αρκετές περιπτώσεις εκ του μηδενός, προκειμένου να υπάρξει η χρήση του για παραγωγή υδρογόνου. Οι διαχειριστικές αυτές πρακτικές πρέπει να συμπεριλαμβάνουν και την βελτιστοποίηση των ποσοτήτων άχυρου που θα πρέπει να παραμείνει στον αγρό, προκειμένου να αναπληρώνονται τα οργανικά θρεπτικά συστατικά του εδάφους.

5.3.2.4 Τεχνολογία προκατεργασίας/υδρόλυσης

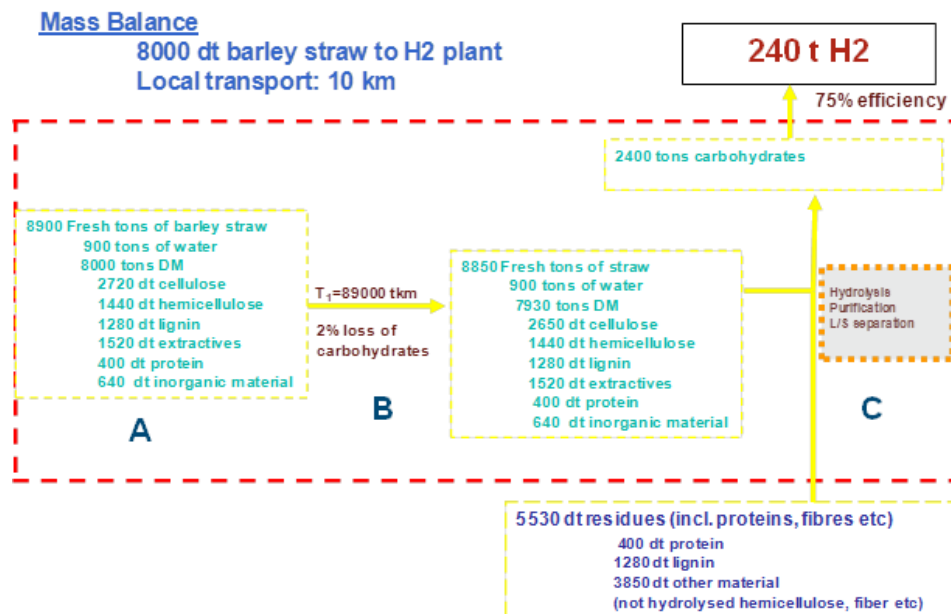
Ήπια όξινη ή αλκαλική προκατεργασία ακολουθούμενη από ενζυμική υδρόλυση είναι η προκατεργασία που θα πρέπει να υποβληθεί η συγκεκριμένη πρώτη ύλη για να αξιοποιηθεί στην παραγωγή υδρογόνου. Ορισμένα εκ των πειραματικών αποτελεσμάτων που αφορούν την ανάκτηση υδατανθράκων μέσα από αυτές τις διεργασίες καθώς και η επίδραση των πιθανών παρεμποδιστών παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.7 [24]

Component	(g/l)
Glucose	11.8
Xylose	4.7
Arabinose	0.7
Acetic acid	1.2
Hydroxymethylfurfural (HMF)	0.1
Furfural	0.2



Σχήμα 5.7: Σύσταση υδρολυμάτων κι επίδραση της συγκέντρωσης των HMF και της φουρφουράλης στη ζυμωσιμότητα του άχυρου κριθαριού. Τα τελευταία έχουν μετρηθεί σε χρόνο μηδέν, όταν ξεκινούσε η ζύμωση, στο μέσο ζύμωσης, ενώ οι μετρήσεις υδρογόνου έλαβαν χώρα μετά από 16 και 40 h ζύμωσης.

Τα ισοζύγια μάζας για ένα πλήρες σύστημα παραγωγικής κι εφοδιαστικής αλυσίδας που θα βασίζεται στο άχυρο κριθαριού για την παραγωγή υδρογόνου, σε κλίμακα τροφοδοσίας 8000 ξηρών τόνων ετησίως, με βάση τη σύσταση της πρώτης ύλης, και παραδοχές για την υδρόλυση και τη μετατροπή των υδατανθράκων ([7][19][10][24]) δίνεται στο Σχήμα 5.8

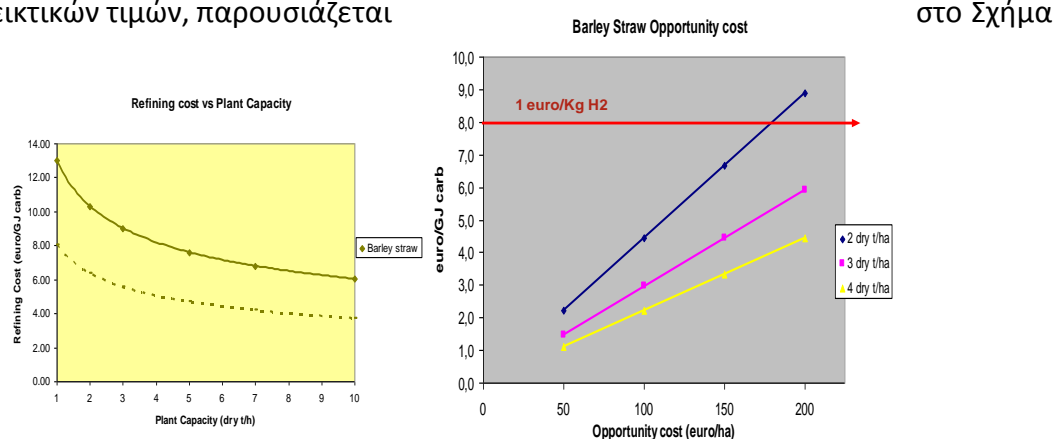


Σχήμα 5.8: Ισοζύγια μάζας για ένα ενδεικτικό σύστημα παραγωγής υδρογόνου από άχυρο κριθαριού

5.3.2.5 Οικονομικά στοιχεία για την βιόμαζα και την προκατεργασία της

Το χαμηλό αρχικό κόστος της βιόμαζας, τουλάχιστον στην παρούσα φάση και για τις περισσότερες περιοχές της Ε.Ε., και το αρκετά υψηλό κόστος προκατεργασίας, που συνεπάγεται η χρήση ενζύμων, χημικών κι ενέργειας αποτελεί χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης πρώτης ύλης. Η διαχείριση των αποβλήτων της απαιτούμενης προκατεργασίας προσθέτει στα κόστη. Ωστόσο, η διαχείριση και η μεταφορά της πρώτης ύλης έχει σχετικά μικρό κόστος λόγω του χαμηλού ποσοστού της περιεχομένης υγρασίας, καθώς και της προτεινόμενης εγγύτητας της μονάδας μετατροπής στο σημείο παραγωγής της πρώτης ύλης (στον αγρό). Η συσχέτιση του κόστους με το μέγεθος της μονάδας καθώς και το κόστος ευκαιρίας, με χρήση ενδεικτικών τιμών, παρουσιάζεται

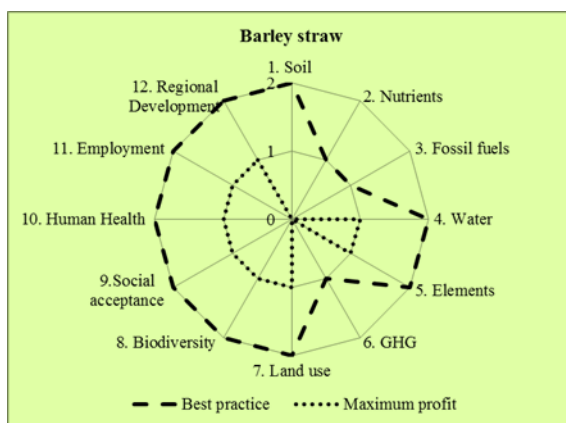
5.9



Σχήμα 5.9: Βελτιστοποίηση δεικτών οικονομικής βιωσιμότητας

5.3.2.6 Αειφορία (περιβαλλοντική και κοινωνική)

Με βάση τα κριτήρια του δείκτη αειφορίας που έχουν οριστεί μία μονάδα βιο-υδρογόνου βασισμένη στο άχυρο του κριθαριού τείνει να βελτιώσει τη συνολική αειφορία του συστήματος στο οποίο θα εφαρμοστεί, δεδομένου ότι τις περισσότερες των περιπτώσεων η απόθεση ή και η καύση στον αγρό είναι οι τρέχουσες εναλλακτικές. Η θετική επίδραση θα ισχύει σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό ανάλογα με το αν πρόκειται για την εξαντλητική χρήση, ή την χρήση με βάση αρχές «Βέλτιστων Πρακτικών», αντίστοιχα (βλ. Σχήμα 5.10).



Σχήμα 5.10: Δείκτης αιφορίας βιόμαζας με βάση δύο σενάρια της «Μέγιστης χρήσης» και των «Βέλτιστων Πρακτικών»

Ο ορισμός των δύο εναλλακτικών αυτών σεναρίων με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους δίνεται αναλυτικά στον Πίνακα 5.3 [9]

Πίνακας 5.3: Εναλλακτικά σενάρια αξιοποίησης αχύρου κριθαριού

Βέλτιστες πρακτικές	Μέγιστη χρήση (με γνώμονα το μέγιστο κέρδος)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Βελτιστοποίηση εισροών συστήματος (ενέργεια, λιπάσματα, εργασία κτλ.) ➤ Συνολική αξιοποίηση φυτού ➤ Ελαχιστοποίηση εκπομπών στο περιβάλλον ➤ Διαφύλαξη της ποιότητας του εδάφους 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Μεγιστοποίηση της στρεμματικής απόδοσης του συλλεγόμενου αχύρου ➤ Παραγωγή σύμφωνα με οικονομίες κίμακας ➤ Μονάδα με ένα μοναδικό προϊόν ➤ Οι εκπομπές του συστήματος απλώς στα όρια των κανονισμών που ορίζουν τις εκπομπές

5.3.2.7 Παραπροϊόντα – Αξιοποίηση και επίδραση τους στη βιωσιμότητα

Η χρήση των παραπροϊόντων κι η αξιοποίησή τους σε εφαρμογές υψηλής προστιθέμενης αξίας αναμένεται να παίξει σημαντικό ρόλο στη συνολική βιωσιμότητα της μονάδας, δεδομένου ότι τα αναμενόμενα μη ζυμώσιμα παραπροϊόντα της διεργασίας θα ξεπερνούν το 35% του ξηρού βάρους της πρώτης ύλης, αποτελούμενα από λιγνίνη και μη υδρολυμένους υδατάνθρακες. Η χρήση ως ζωοτροφή, αποτελεί μία εναλλακτική, η οποία χρήζει όμως προσοχής καθώς θα πρέπει σε αυτή την περίπτωση οι διεργασίες που θα προηγηθούν να είναι συμβατές με τους κανονισμούς ποιότητας των ζωοτροφών. Η αξιοποίηση του κλάσματος της λιγνίνης σε εφαρμογές υψηλής προστιθέμενης αξίας, επίσης θα πρέπει να διερευνηθεί.

5.3.2.8 Άλλες παράμετροι

Ο περιορισμός του ενζυμικού φορτίου, των χημικών και της χρησιμοποιούμενης ενέργειας, με ταυτόχρονη αύξηση της υδρολυτικής αποτελεσματικότητας και της

ζύμωσιμότητας των σακχάρων είναι το ζητούμενο για την βελτίωση των δεικτών βιωσιμότητας του συστήματος. Όσον αφορά στη ζύμωσιμότητα των υδρολυμάτων, ο περιορισμός των παραγόμενων παρεμποδιστών ζύμωσης κατά την φάση της προκατεργασίας της πρώτης ύλης είναι μεγάλης σημασίας για την καλή, στη συνέχεια, απόδοση της ζύμωσης προς παραγωγή υδρογόνου.

5.3.3 Εφαρμογές Βιο-οικονομίας στην Ελλάδα – χαρτογράφηση παρούσας κατάστασης

Η ανάπτυξη ευφυών στρατηγικών σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο αποτελεί το κλειδί για την ενσωμάτωση νέων εφαρμογών, στο προϋπάρχον κοινωνικο-οικονομικό και περιβαλλοντικό σύστημα, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία και οφέλη για την τοπική κοινωνία. Οι βιοενεργειακές εφαρμογές, όπως παρουσιάστηκε εκτενώς και στο Κεφάλαιο 3 της διατριβής, αποτελούν τον κινητήριο μοχλό και την πρωτοπορία για την ανάπτυξη της ευρύτερης Βιο-οικονομίας.

Υπό αυτή την προσέγγιση προτείνεται η ιδέα των «Περιοχών Αγροενέργειας» (*'Agroenergy districts'*), ως ένα μοντέλο ενσωμάτωσης προϊόντων ενέργειας βασισμένων στη βιόμαζα. Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτής της προσέγγισης ακολουθούν:

- Έμφαση στην τοπική/περιφερειακή διάσταση των βιολογικών πρώτων υλών και των σχεδίων αξιοποίησής τους,
- Δράσεις που αποφεύγουν τις στρατηγικές εισαγωγών/εξαγωγών από και προς την περιοχή,
- Συμμετοχή της τοπικής κοινότητας σε όλη τη διαδικασία, από την αρχική απόφαση μέχρι και τον καταμερισμό της προστιθέμενης αξίας
- Ευφυή εξειδίκευση της κάθε περιοχής/περιφέρειας, ανάλογα με τις διαθέσιμες πρώτες ύλες, τις υποδομές, την «κουλτούρα» και τις προηγούμενες συσσωρευμένες εμπειρίες.

Η αποτίμηση της προοπτικής και του τρόπου δημιουργίας Αγρο-ενεργειακών περιοχών σε μία χώρα, προαπαιτεί την χαρτογράφηση της παρούσας κατάστασης, όσον αφορά στην χρήση των βιολογικών πρώτων υλών για ενεργειακές εφαρμογές, αλλά και τις κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες.

Υπό αυτό το πρίσμα, κι έχοντας ήδη αρκετές ιστορίες επιτυχιών και, κυρίως, αποτυχιών, στον χώρο των βιοενεργειακών προϊόντων στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια, μπορούν να καταγραφούν μία σειρά συμβουλών για «Ορθές πρακτικές»[10]:

1. Τα εν δυνάμει οφέλη της προτεινόμενης εφαρμογής πρέπει να είναι προφανή στο ευρύ κοινό, αλλά και κυρίως στην τοπική κοινότητα που θα φιλοξενήσει το έργο,

2. Πιθανές διακινδυνεύσεις, και αρνητικές επιπτώσεις πρέπει να γίνονται γνωστές εξαρχής στους εμπλεκόμενους φορείς, γεγονός που θα βοηθήσει στην οικοδόμηση του κλίματος εμπιστοσύνης μεταξύ τους,
3. Θα πρέπει να διασφαλιστεί η συμμετοχή όλων των παικτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων από τις πρώτες φάσεις υλοποίησης του έργου για να ενισχυθεί το προαναφερθέν κλίμα εμπιστοσύνης,
4. Με δεδομένο τις αβεβαιότητες που επικρατούν στην μακρο-οικονομική κλίμακα, θα πρέπει να διερευνηθούν εναλλακτικά επιχειρηματικά μοντέλα, πχ. συνεταιριστικές επιχειρήσεις, και ευέλικτα σχήματα χρηματοδότησης,
5. Οι αρχικοί στόχοι του έργου δεν θα πρέπει να είναι υπεραισιόδοξοι, καθώς αυτό θα οδηγούσε σε γρήγορες απογοητεύσεις, και συνεπαγόμενες αποτυχίες,
6. Τα περισσότερα έργα παραγωγής προϊόντων βιοενέργειας και βιοκαυσίμων δεν θα φαίνονται ιδιαίτερα ελκυστικά από την οπτική της συνεισφοράς τους στην τοπική οικονομία, π.χ. οι θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν, η προστιθέμενη αξία κτλ., παρά μόνο αν ιδωθούν υπό το πρίσμα του συνόλου της εφοδιαστικής και παραγωγικής αλυσίδας, και την πολλαπλασιαστική συνεισφορά τους,
7. Η ανάπτυξη έργων πολλαπλών σκοπών και υπηρεσιών, όπου το έργο βιοενέργειας θα έρχεται ταυτόχρονα να επιλύσει κι ένα υπαρκτό περιβαλλοντικό πρόβλημα της περιοχής, όπως η διαχείριση απορριμμάτων, υγρών αποβλήτων κτλ., θα διευκολύνει την αποδοχή κι υλοποίηση του έργου από τους τοπικούς φορείς, δημιουργώντας, ταυτόχρονα, επιπλέον προστιθέμενη αξία για το έργο,
8. Οι τοπικές δραστηριότητες και η τρέχουσα δομή της τοπικής οικονομίας θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν καθ'όλη την πορεία λήψης αποφάσεων για το έργο, και οι όποιες παρεμβάσεις θα πρέπει να γίνονται χωρίς να διαταράσσουν σημαντικά τις ήδη διαμορφωθείσες ισορροπίες,
9. Ευέλικτα και μικρής κλίμακας έργα θα πρέπει να αποτελέσουν την προτεραιότητα, αντί των μεγάλων και εντατικοποιημένων παραγωγικών σχημάτων. Οι δυσκολίες εγκατάστασης μονάδων παραγωγής μεγάλης κλίμακας, ειδικότερα υπό συνθήκες οικονομικής κρίσης, και οι αποτυχημένες προσπάθειες του παρελθόντος (βλ. μονάδα βιο-αιθανόλης, στο παλαιό εργοστάσιο ζάχαρης στην Λάρισα [[25], [26], [27]]), δείχνουν ότι τεχνολογίες που ευνοούν εφαρμογές μικρής κλίμακας μπορούν να βρουν πιο πρόσφορο έδαφος. Αυτές οι εφαρμογές θα τείνουν να συμμορφώνονται πιο εύκολα και στις αρχές της «αγρο-ενεργειακής περιοχής» όπως αυτές διατυπώθηκαν παραπάνω.
10. Λύσεις και έργα προσαρμοσμένα στις τοπικές συνθήκες θα πρέπει να είναι αυτά που θα προτιμηθούν, αντί έτοιμων λύσεων, που απλώς θα μεταφέρουν τεχνογνωσία

ανεπτυγμένη και εφαρμοσμένη σε διαφορετικό περιβάλλον πλαίσιο. Αυτή η προσέγγιση θα κινητοποιήσει και το τοπικό δυναμικό έρευνας κι ανάπτυξης, με πολλαπλά οφέλη.

5.4 Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της ολιστικής προσέγγισης που παρουσιάστηκε παραπάνω, παρέχει τα απαραίτητα μεθοδολογικά εργαλεία για την αποτίμηση και επιλογή των καταλληλότερων πρώτων υλών, τεχνολογιών, και συνδυασμένων στρατηγικών αξιοποίησης πόρων υπό συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες. Ορισμένα βασικά συμπεράσματα από την εφαρμογή της στο συγκεκριμένο παράδειγμα του Βιο-υδρογόνου από τις δύο πρώτες ύλες παρουσιάζονται παρακάτω:

- ❑ Το σακχαρότευτλο ως μια άμεσα διαθέσιμη, βοηθούντων και των συνθηκών με το καθεστώς ζάχαρης στην Ε.Ε., πρώτη ύλη, αναμένεται να παίξει σημαντικό ρόλο, σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα, στην υπό διαμόρφωση Βιο-οικονομία. Το γεγονός της εύκολης ζυμωσιμότητάς του, αλλά και οι προϋπάρχουσες υποδομές και τεχνογνωσία προσμετρώνται ως επιπλέον πλεονέκτηματα.
- ❑ Το άχυρο κριθαριού, από την άλλη, όντας ένα αγροτικό παραπροϊόν, είναι πιο απαιτητικό ως προς τις διεργασίες προκατεργασίας και μετατροπής, οπότε και θα πρέπει να ιδωθεί ως μία μεσομακροπρόθεσμη επιλογή, υπό την προϋπόθεση ότι τόσο η αποτελεσματικότητα των διεργασιών όσο και η αξιοποίηση των παραπροϊόντων του θα βελτιστοποιηθούν. Το γεγονός της εξάρτησης της διαθεσιμότητάς του, εν μέρει, και από την πορεία των κλάδων αξιοποίησης του κύριου προϊόντος του φυτού (άλευρα, μύρα, κ.α.) προσθέτει έναν επιπλέον παράγοντα αβεβαιότητας και διακινδύνευσης, σε περίπτωση επιλογής του, ως αποκλειστική πρώτη ύλη.

Τέλος, τα σημεία που καταγράφηκαν για την παρούσα κατάσταση υπό τις Ελληνικές συνθήκες μπορούν να αποτελέσουν οδηγό τόσο κατά την ανάπτυξη εφαρμογών Βιο-οικονομίας, όσο και κατά το σχεδιασμό στρατηγικών και πολιτικών στήριξης του χώρου.

Βιβλιογραφία

- [1] K. T. McCormick K., “Key barriers for bioenergy in Europe: Economic conditions, know-how and institutional capacity, and supply chain co-ordination,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 31, pp. 443–452, 2007.
- [2] S. Bretschneider and F. J. M. Jr, ““ Best Practices ” Research : A Methodological Guide for the Perplexed,” vol. 15, no. 2, pp. 307–323, 2005.
- [3] “Non thermal hydrogen production from biomass.” [Online]. Available: <http://www.biohydrogen.nl/hyvolution/28835/> 9/0/20. [Accessed: 20-Feb-2011].
- [4] A. W. Claassen P.A.M., de Vrije T., Koukios E., van Niel E., Eroglu I., Modigell M., Friedl A., Wukovits W., “Non-thermal production of pure hydrogen from biomass: HYVOLUTION,” *J. Clean. Prod.* 18 S4-S8, vol. 18, pp. s4–s8, 2010.
- [5] L. K. Diamantopoulou, L. S. Karaoglanoglou, and E. G. Koukios, “bm2bh: Selecting biomass feedstocks for biohydrogen production - A new approach,” in *15th EU BC&E*, 2007, p. 2025.
- [6] L. K. Diamantopoulou, L. S. Karaoglanoglou, and E. G. Koukios, “Biomass Cost Index: Mapping biomass-to-biohydrogen feedstock costs by a new approach” *Bioresour. Technol.*, vol. 102, no. 3, pp. 2641–2650, 2011.
- [7] I. A. Panagiotopoulos, L. S. Karaoglanoglou, D. P. Koullas, R. R. Bakker, P. A. M. Claassen, and E. G. Koukios, “Technical suitability mapping of feedstocks for biological hydrogen production,” *J. Clean. Prod.*, vol. 102, pp. 521–528, 2015.
- [8] Λ. Διαμαντοπούλου, “Ολοκληρωμένη τεχνική οικονομική και περιβαλλοντική διερεύνηση του κύκλου ζωής για την παραγωγή και χρήση βιο-υδρογόνου στην Ελλάδα,” Ε.Μ.Π., 2012.
- [9] L. Diamantopoulou, S. Papadaki, L. Karaoglanoglou, D. Koullas, and E. Koukios, “The New Era Of European Biofuels Landscape: Comparative Assessment Of Socio-Environmental Sustainability Of Lignocellulosic Feedstocks,” *Cellul. Chem. Technol.*, vol. 50, no. 5–6, pp. 507–519, 2016.
- [10] Karaoglanoglou L., Koukios E., “Sustainable biomass utilization strategies: Smart, bioresource based specialization for Greek regional development,” in *Proceedings of the joint international workshop on Technical and Economic Aspects of Renewable Energies - Know-How Transfer as Development Opportunity for Southern Europe*, 2016.

- [11] A. Uslu and C. Panoutsou, “Outlook on Market Segments for Biomass Uptake by 2020 in the Netherlands,” *Transport*, no. December, p. 29, 2011.
- [12] A. Vlyssides, S. Mai, and E. M. Barampouti, “Energy generation potential in Greece from agricultural residues and livestock manure.”
- [13] I. Boukis, N. Vassilakos, G. Kontopoulos, and S. Karellas, “Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece: Part I: Available biomass and methodology,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 13, no. 5, pp. 971–985, 2009.
- [14] I. Boukis, N. Vassilakos, G. Kontopoulos, and S. Karellas, “Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece: Part II: Logistics and economic investigation,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 13, no. 4, pp. 703–720, 2009.
- [15] European Commission, “National Bioeconomy Profile Italy Policy: Structure of the Bioeconomy Institutional system”, 2013
- [16] C. Bastioli, “BIOPLASTICS: AN ITALIAN CASE STUDY OF BIOECONOMY IN ITALY A Smart Chemistry for a Smarter Life in a Smarter Planet AN OCCASION TO DISCUSS ABOUT WHAT MODEL OF BIOECONOMY WE WANT IN EU,” *Conf. Brussels*, 2020.
- [17] J. A. Panagiotopoulos, R. R. Bakker, T. de Vrije, E. G. Koukios, and P. A. M. Claassen, “Prospects of utilization of sugar beet carbohydrates for biological hydrogen production in the EU,” *J. Clean. Prod.*, vol. 18, pp. S9–S14, 2010.
- [18] “Statistics : European Sugar Producers Committee.” [Online]. Available: <http://www.comitesucre.org/site/statistics/>. [Accessed: 10-Jan-2015].
- [19] K. E. Karaoglanoglou L, Diamantopoulou L., “At the crossroads of feasibility and sustainability: Building biomass-to-biohydrogen supply chains,” in *16th EU BC&E*, 2008.
- [20] “EU agriculture - Statistical and economic information (Archive) | Agriculture and rural development.” [Online]. Available: https://ec.europa.eu/agriculture/statistics/agricultural_en. [Accessed: 08-Jan-2017].
- [21] E. Koukios, D. Koullas, I. D. Koukios, and E. Avgerinos, “Critical parameters for optimal biomass refineries: the case of biohydrogen”; *Clean Technol. Environ. Policy*, vol. 12, no. 2, pp. 147–151, Apr. 2010.
- [22] L. Liu and R. M. Bliss, “New Uses for Sugar Beet Pulp”; *Agricultural Research*

- Magazine. Paper 56, 2013.
- [23] “Scientists Turn Cheap Beet Pulp into Value-Added Plastics Ingredient : USDA ARS.” <https://www.ars.usda.gov/news-events/news/research-news/2008/scientists-turn-cheap-beet-pulp-into-value-added-plastics-ingredient/>. [Accessed: 22-Dec-2015].
- [24] Panagiotopoulos, IA, Bakker RR, de Vrije T., van Niel EWJ, Koukios EG, Claassen PAM, “Exploring critical factors for fermentative hydrogen production from various types of lignocellulosic biomass,” *J. Japan Inst. Energy*, vol. 90, pp. 363–368, 2010.
- [25] nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2011/KyroudisPanagiotis/attached-document-1309782370-72651-3579/kyroudis2011.pdf. [Accessed: 10-Nov-2016].
- [26] <http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=26510&subid=2&pubid=265008>. [Accessed: 15-Nov-2016].
- [27] www.ethnos.gr/koinonia/arthro/entasi_sto_ergostasio_zaxareos_sti_larisa-5112847/. [Accessed: 16-Nov-2016].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Ανάλυση «παικτών» συστήματος: Από την παραγωγή της βιομάζας στην κατανάλωση του τελικού προϊόντος

Η δημιουργία βιώσιμων και αειφόρων συστημάτων βιο-οικονομικών εφαρμογών απαιτεί, πέρα των τεχνο-οικονομικών δυνατοτήτων, και τη διαχείριση ενός πολύπλοκου συστήματος, με πολλούς εμπλεκόμενους φορείς, με διαφορετικούς στόχους βελτιστοποίησης. Η ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών είναι μια μακρόχρονη διαδικασία, που εμπλέκει πολλαπλούς τομείς και κλάδους, σε πολλαπλά επίπεδα λήψης αποφάσεων. Ως εκ τούτου η λήψη αποφάσεων και η χάραξη της κατάλληλης στρατηγικής θα πρέπει να λαμβάνει χώρα με την άμεση συμμετοχή όλων αυτών των εμπλεκόμενων «παικτών», εξ αρχής, και λαμβάνοντας υπόψη τις μακρόχρονες προοπτικές του σχετικού εγχειρήματος. Εκτιμώντας ότι αρκετά συχνά, οι «ιστορίες αποτυχίας» του κλάδου οφείλονται στην έλλειψη ακριβώς αυτής της συμμετοχικής διαδικασίας, στο παρόν κεφάλαιο θα δοθεί ένα πλαίσιο μεθοδολογίας για τον τρόπο διαχείρισης αυτής της πολυπλοκότητας. Θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν τα αποτελέσματα και συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτήν, μέσα από την πιλοτική προσομοίωση, για σειρά ετών, της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο πλαίσιο του μαθήματος «ΒΙΟΜΑΖΑ» του ΔΠΜΣ «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας» του ΕΜΠ.

Λέξεις κλειδιά: Εμπλεκόμενοι «παίκτες», συμμετοχικές διαδικασίες, αλυσίδα παραγωγής αξίας

6.1 Εισαγωγή

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στη σχετική επικοινωνία της τόσο με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο όσο και με άλλους φορείς, αναφορικά με το σχέδιο δράσης για την Βιο-οικονομία αναφέρεται στην ανάγκη «..να στρωθεί το μονοπάτι για μία κοινωνία πιο καινοτομική, ανταγωνιστική και αποτελεσματική στον τρόπο που διαχειρίζεται τους πόρους της, η οποία θα ισορροπήσει την αειφόρο διαθεσιμότητα τροφίμων με την αειφόρο χρήση βιολογικών πρώτων υλών για βιομηχανικούς σκοπούς, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα και την περιβαλλοντική προστασία». [1] Η διατύπωση αυτή, από μόνη της καταδεικνύει την πολυπλοκότητα του σχετικού συστήματος που θα πρέπει να διαχειριστούμε, και τον μεγάλο αριθμό πολιτικών καθώς και φορέων που θα πρέπει να συντονιστούν προκειμένου οι εφαρμογές Βιο-οικονομίας να αποκτήσουν την επιθυμητή δυναμική.

Τα βιοκαύσιμα και οι βιοενεργειακές εφαρμογές γενικότερα αποτελούν μέρος της ευρύτερης αυτής στρατηγικής για την Βιο-οικονομία. Στις ΗΠΑ το Εθνικό Συμβούλιο Επιστημών (the National Science Board), κατέγραψε την πολυπλοκότητα ικανοποίησης πολλαπλών «παικτών», κατά την λήψη αποφάσεων, ως ένα από τα βασικά εμπόδια για τη διάδοση των εμπορικών εφαρμογών, κι ως εκ τούτου χαρακτήρισε ως τεράστια πρόκληση τη μετάβαση σε μία οικονομία αειφόρου ενέργειας.

Ο αλληλεξαρτόμενος χαρακτήρας των αποφάσεων που αφορούν τόσο τους παραγωγούς όσο και άλλους βασικούς «παίκτες» της αλυσίδας, αποτελούν μία από τις κύριες δυσκολίες που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε στο δρόμο για την επίτευξη της αειφορίας στην χρήση της βιόμαζας και στη δημιουργία της κατάλληλης αλυσίδας εφοδιασμού. [2]

Η ανάλυση της συμμετοχής του ευρύτερου κοινού στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε εθνικό επίπεδο, στις χώρες μέλη της Ε.Ε., για τα ζητήματα των εφαρμογών βιο-οικονομίας δείχνει ότι λίγες είναι οι περιπτώσεις όπου παρατηρείται μία τέτοια συμμετοχή. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ των διεθνών/εθνικών παικτών και αυτών της περιφέρειας, και η εξέλιξη των προσπαθειών ευθυγράμμισης των εθνικών και περιφερειακών στρατηγικών.

Η διάκριση των διαφορών της συζήτησης για την βιο-οικονομία όταν αυτή διεξάγεται σε εθνικό ή σε περιφερειακό επίπεδο είναι σημαντική, εξαιτίας των διαφορετικών «παικτών» που θα έχουν λόγο στις αποφάσεις. Η σημασία του ρόλου της κοινής γνώμης όταν πρόκειται να μεταφερθούν τα ζητήματα από το περιφερειακό επίπεδο σε αυτό της κεντρικής διοίκησης πρέπει να αποτιμηθεί κατάλληλα. [1]

Πολλές είναι οι Ευρωπαϊκές αγροτικές περιοχές με παρακμάζουσα οικονομία και πληθυσμό. Η Βιο-οικονομία και οι εφαρμογές που σχετίζονται με αυτήν μπορεί να

προσφέρουν τις ευκαιρίες ανάπτυξης που αναζητούν οι περιοχές αυτές. [3] Η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας μέσα από τέτοιες εφαρμογές αποτελεί ίσως ένα από τα σημαντικότερα κίνητρα για την ανάπτυξη τους. Επιπλέον κοινωνικά οφέλη είναι η μείωση της μετανάστευσης, η αύξηση του εργατικού εισοδήματος και η σημαντική περιφερειακή ανάπτυξη. Ωστόσο, είναι αρκετά συχνό φαινόμενο, όταν πρόκειται για έργα βιοενεργειακών προϊόντων, οι κοινότητες αυτές να παραμερίζουν όλα αυτά και να επικεντρώνονται στις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις (αύξηση του φόρτου κυκλοφορίας οχημάτων, τοπικές εκπομπές λόγω των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, απόβλητα κτλ.), σε μεγάλο βαθμό, επειδή δεν προϋπήρξε επαρκής ενημέρωσή τους καθ'όλη τη διάρκεια λήψης αποφάσεων σχετικών με το έργο, αλλά ακόμη κι επειδή υπάρχει οολκληρωτική επικράτηση ενός «παίκτη» στην αλυσίδα παραγωγής αξίας. [2]

Η ανάπτυξη βιομηχανικών δραστηριοτήτων βιο-οικονομίας, είναι μία μακρόπνοη, πολύπλοκη κοινωνικο-τεχνική διαδικασία, στην οποία εμπλέκονται, όπως προαναφέρθηκε, πολλοί φορείς, και τομείς σε πολλαπλά επίπεδα. Όπως κάθε μακρόπνοο σχέδιο διακρίνονται από μεγάλες αβεβαιότητες. Ως εκ τούτου, η πιο αποτελεσματική στρατηγική θα πρέπει να επιλεγεί μέσα από συμμετοχικές διαδικασίες, με τη συμμετοχή του μέγιστου δυνατού αριθμού εμπλεκόμενων φορέων. [3]

Επίσης, πρέπει να συνδιαμορφωθεί μέσα από αυτές τις διαδικασίες, ένα κοινώς αποδεκτό, από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, ελάχιστο σχέδιο δεικτών αειφορίας που θα πρέπει να πληρεί το έργο. Αυτοί οι δείκτες δεν θα είναι λειτουργικοί αν οριστούν με ένα γενικό τρόπο, οπότε και χρειάζεται να υπάρξει η κατά περίπτωση εξειδίκευση τους με τρόπο που να καλύπτουν τις όποιες προτεραιότητες της περιοχής εφαρμογής. [2]

Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου κεφαλαίου, πρώτα θα γίνει μια αναφορά στη σχετική βιβλιογραφία για τον τρόπο που μπορεί να συμπεριληφθούν πολλαπλοί παίκτες στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Στη συνέχεια θα αναπτυχθεί μία μεθοδολογία που θα στοχεύει στην ενσωμάτωση της συμμετοχικότητας των φορέων στη λήψη αποφάσεων κατά την υλοποίηση συγκεκριμένης εφαρμογής. Σημειώνεται ότι, το μεγαλύτερο μέρος της πρόσφατης βιβλιογραφίας αναφορικά με το θέμα αυτό επικεντρώνεται στον τρόπο που θα «ακουστεί η φωνή» των εμπλεκόμενων φορέων κατά τη δημιουργία του κανονιστικού και νομοθετικού πλαισίου για τις εφαρμογές Βιο-οικονομίας. Αυτό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί διαδικασία σε «μάκρο-επίπεδο». Παράδειγμα πρακτικής εφαρμογής τέτοιων διαδικασιών αποτελούν κι οι δημόσιες διαβουλεύσεις, όπως αυτή που προσφάτως ολοκληρώθηκε για την περίπτωση των βιοκαυσίμων στη Ελλάδα. [4]

Αντίστοιχες, ωστόσο, διαδικασίες δεν είναι τόσο συχνές όταν πρόκειται για διαβούλευση επί συγκεκριμένης εφαρμογής, σε συγκεκριμένη περιοχή, με τους

όποιους περιορισμούς, και με τη συμμετοχή φορέων της περιοχής αυτής. Η μεθοδολογία που θα παρουσιαστεί στοχεύει σε αυτή τη διάσταση, του «μικρο-επιπέδου», το οποίο και αποτελεί το σύνηθες τροχοπέδη για την πιο αποτελεσματική ανάπτυξη του χώρου.

Η πιλοτική εφαρμογή της μεθοδολογίας σε ομάδες φοιτητών του ΔΠΜΣ «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας» για τρία έτη, και τα σχετικά συμπεράσματα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων τους θα αποτελέσει το τελευταίο μέρος του κεφαλαίου αυτού.

6.2 Θεωρητική ανάλυση αντικειμένου μελέτης του Κεφαλαίου

6.2.1 Ορισμός εμπλεκόμενων «παικτών» για την λήψη αποφάσεων

Οι εμπλεκόμενοι φορείς (Stakeholders) είναι κοινωνικοί «παίκτες» οι οποίοι μπορεί να «επωφεληθούν» ή να υποφέρουν από τα αποτελέσματα ενός έργου ή ενός σχεδίου, και μπορούν να είναι οποιουδήποτε μεγέθους, καθώς και να ανήκουν σε οποιοδήποτε επίπεδο της κοινωνίας.

Μπορούν να αναγνωριστούν τρεις κατηγορίες «παικτών», σύμφωνα με την ισχύ και νομιμοποίηση τους:

- «παίκτες κλειδί»: είναι οι κύριοι παίκτες στον χώρο, ως προς την ισχύ και νομιμοποίηση τους,
- «πρωτεύοντες παίκτες»: είναι οι άμεσα εποφελούμενοι του έργου, ωστόσο με μικρότερη ισχύ από τους προηγούμενους,
- «δευτερεύοντες παίκτες»: είναι οι παίκτες που περιθωριακά εμπλέκονται στην όλη διαδικασία του έργου. [5]

Μία περαιτέρω διάκριση μπορεί να γίνει ως προς τους «παίκτες» οι οποίοι έχουν ένα, τουλάχιστον, από τα τρία χαρακτηριστικά σχέσεων με το υπό υλοποίηση έργο: τη δύναμη να το επηρεάσουν, τη νομιμοποίηση να εμπλακούν και το ενδιαφέρον να το επισπεύσουν. [6]

Οι ρόλοι, όταν μελετάται μία συγκεκριμένη περίπτωση, είναι προφανές ότι δεν θα είναι ιδιαίτερα ξεκάθαροι, καθώς αρκετοί από τους «παίκτες» ενδέχεται να έχουν και πολλαπλούς ρόλους. Ωστόσο, είναι σημαντικό να γίνεται μία προσπάθεια ταυτοποίησης των ρόλων των διαφόρων φορέων που έχουν εμπλοκή, στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και υλοποίησης ενός έργου εφαρμογής βιο-οικονομίας, ώστε να διακριθούν αρκετά έγκαιρα τα κρίσιμα ζητήματα που θα εγείρουν ενστάσεις και θα συσπειρώσουν ενάντια στην υλοποίηση του. Οι μελέτες σε τοπικό επίπεδο, θα μας διαφωτίσουν και ως προς τις ιδιαίτερες δυναμικές της περιοχής.

Οι περιφερειακές μελέτες περιπτώσεων δείχνουν ότι οι περισσότεροι παίκτες και δίκτυα που σχετίζονται με τη βιο-οικονομία μπορούν να ομαδοποιηθούν στο πλαίσιο της τριπλής έλικας, δηλαδή δίκτυα που εμπλέκουν φορείς από τον ακαδημαϊκό χώρο, τις επιχειρήσεις και τη δημόσια διοίκηση. Σχήματα τετραπλής έλικας όπου στη διαδικασία εμπλέκονται και φορείς πολιτών είναι ιδιαίτερα σπάνια, και μόλις προσφάτως αναπτυσσόμενα, π.χ.. Norwich Research Park, Biobased Delta, Satakunta, and Västra Götaland.

Για την ενδυνάμωση της παρέμβασης των πολιτών, και την αύξηση της συμμετοχής τους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, στα θέματα επιστήμης και τεχνολογίας μπορούν να αναγνωριστούν τουλάχιστον τρεις κατηγορίες κινήτρων:

1. **Εργαλειακά κίνητρα:** Η συμμετοχή αποσκοπεί στην αύξηση της εμπιστοσύνης του ευρέως κοινού και τη μείωση των ενστάσεων για αναδυόμενες τεχνολογίες, όπου ο βαθμός των αβεβαιοτήτων που τις συνοδεύουν είναι και ο κύριος λόγος των όποιων ενστάσεων.

2. **Ουσιαστικά κίνητρα:** Αποσκοπεί στην ενσωμάτωση πληροφοριών και γνώσεων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, ώστε να βελτιστοποιηθεί η ενσωμάτωση των αναπτυσσόμενων τεχνολογιών στην υπάρχουσα δομή της κοινωνίας.

3. **Κανονιστικά κίνητρα:** Δεδομένου ότι η επιστήμη και η τεχνολογία έχουν άμεση επίπτωση στην καθημερινότητά μας, η συμμετοχή του κοινού στην διαδικασία λήψης αποφάσεων αποτελεί «ηθικό» δικαίωμα, και η συμμετοχή διασφαλίζει αυτό ακριβώς το δικαίωμα ελέγχου και στο, εν πολλοίς, δημόσιο χρήμα που δαπανάται για την ανάπτυξη των εφαρμογών. [1]

Σαν γενικότερο συμπέρασμα θα πρέπει να κρατηθεί ότι η ομαδοποίηση των «παικτών» σε κατηγορίες όπως «Δημόσια Διοίκηση», «ΔΕΚΟ», «Ιδιωτικές επιχειρήσεις», «Ερευνητικά κέντρα», «Κοινωνικές οργανώσεις», κ.α. θα διευκολύνει τη διαχείριση, καθώς και την κατανόηση των θέσεων τους. [7] Ακόμη, κι ότι σε μία συμμετοχική διαδικασία η επιλογή των «παικτών», ποιοί και πόσοι θα κληθούν στη διαδικασία είναι κρίσιμη για την επιτυχή λήψη αποφάσεων. Ένας μεγάλος αριθμός θα καθιστούσε τη διαδικασία αργή και αναποτελεσματική, ενώ ένας μικρός αριθμός θα εμπεριείχε τον κίνδυνο κάποια σημαντικά ζητήματα να παραλειφθούν και να υπάρχει θέμα αντιπροσωπευτικότητας των απόψεων στο σύνολο του χώρου. [5]

6.2.2 Επιτυχής ανάπτυξη εφαρμογών βιο-οικονομίας και ο ρόλος των εμπλεκόμενων φορέων

Αναδυόμενα τεχνολογικά πεδία μπορούν να αποτυπωθούν ως συστήματα, όπου «παίκτες», φορείς, δίκτυα και τεχνολογίες αλληλεπιδρούν, κι όπου η ποιότητα των αλληλεπιδράσεων επηρεάζει την ανάπτυξη και τη διάδοση των τεχνολογιών.

Γνωρίζοντας τις δυναμικές της αγοράς και της τεχνολογίας μπορούμε να καταλήξουμε ποια τεχνολογική λύση είναι αυτή που θα πρέπει να στηριχθεί και προωθηθεί προκειμένου να ωριμάσει. Η ακολουθούμενη πολιτική μπορεί να στηρίξει αυτή τη διαδικασία, ωστόσο οι λύσεις που προκρίνονται κι είναι επιθυμητές από τη σκοπιά της οικολογικής, κοινωνικής και οικονομικής αειφορίας παραμένουν, αρκετά συχνά, αμφιλεγόμενες. [8]

Για παράδειγμα, παρά την γενική αποδοχή όσον αφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όταν πρόκειται για συγκεκριμένες εφαρμογές είναι αρκετά συχνό φαινόμενο οι αντιδράσεις σε τοπικό επίπεδο. Πολύ σημαντικό είναι, επίσης, το γεγονός ότι η αποδοχή και η στήριξη ενός, έστω και πολύ ισχυρού, «παίκτη», τις περισσότερες φορές δεν θα είναι αρκετή. Έτσι, η διασφάλιση της αποδοχής, και κατά προέκταση της επιτυχίας, περνά μέσα από διαδικασίες που θα συμπεριλαμβάνουν τους τοπικούς «παίκτες» στη λήψη αποφάσεων. [5] [12]

Οι προσπάθειες που γίνονται αναφορικά με τη συμμετοχή των εμπλεκόμενων παικτών μέχρι στιγμής επικεντρώνονται στην φάση διαμόρφωσης των σχετικών πολιτικών, ώστε το πλαίσιο που θα δημιουργηθεί να προσφέρει χώρο για την ανάπτυξη τους. Υπό αυτό το πρίσμα, έρευνες κατέδειξαν την πολυπλοκότητα που σχετίζεται με την εισχώρηση σε μία ώριμη αγορά και τη σημασία των εμπλεκόμενων φορέων στη διαδικασία υιοθέτησης λύσεων βιοενεργειακών προϊόντων. [9]

Οι πολιτικές που αναπτύσσονται καθοδηγούνται από διαφορετικά κίνητρα που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, την ενεργειακή ασφάλεια ή και την οικονομική ανάπτυξη. Ενώ το δημόσιο συμφέρον, με την ευρύτερη του έννοια, θα είναι αυτό που θεωρητικά κινεί την όλη προσπάθεια, προϋποθέτει σημαντικές αλλαγές στις ιδιωτικές επιχειρήσεις προκειμένου να υλοποιούνται οι όποιοι στόχοι. Οι αγρότες θα πρέπει να αλλάξουν τον τρόπο που διαχειρίζονται τα απόβλητα τους ή και να καλλιεργούν νέα είδη, οι βιομηχανίες βιοκαυσίμων θα πρέπει να επενδύσουν σε μονάδες παραγωγής εξελιγμένων καυσίμων και οι διανομείς να δεχτούν αυτά τα καύσιμα και να τα διαχειριστούν στο σύστημα διανομής τους με βάση τις όποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Η επιτυχής εμπορευματοποίηση απαιτεί τη συνέργεια και των ΜΚΟ αλλά και των μέσων ενημέρωσης. Αυτές οι εξελίξεις έχουν οδηγήσει σε αυξημένο ενδιαφέρον σε έρευνα που αφορά τη συμπεριφορά, τα ενδιαφέροντα και τις προτεραιότητες των παικτών του συστήματος.

Τα θέματα που αναδείχθηκαν από την εμπειρία των βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς, ήταν ότι η εμπορευματοποίηση και η πολιτική ανάπτυξης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν, τους εμπλεκόμενους φορείς καθ'όλο το μήκος της αλυσίδας παραγωγής αξίας. Αυτό απαιτεί έρευνα που θα επικεντρώνεται στην υιοθέτηση μίας πιο περιεκτικής (inclusive) οπτικής για όλη την προσπάθεια.

Αποτιμώντας αναδρομικά την διαδρομή που ακολούθησαν τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς διαπιστώνουμε ότι σε μεγάλο βαθμό αυτή καθορίστηκε υπό την επίδραση των εμπλεκόμενων παικτών. Η Κεντρική Κυβερνητική εξουσία, η οποία εκφράστηκε είτε μέσα από την Ε.Ε. είτε από τα κράτη μέλη, αποτέλεσε έναν σημαντικό παίκτη, και οι πολιτικές και τα προγράμματα, συμπεριλαμβανομένων των κινήτρων, των επενδύσεων και του κανονιστικού πλαισίου ήταν ο κύριος μοχλός ανάπτυξης των βιοκαυσίμων αυτών.

Την ίδια στιγμή, ΜΚΟ, ως παίκτες κι αυτοί, εξέφρασαν την ισχυρή τους αντίθεση στην χρήση πρώτων υλών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην αλυσίδα διατροφής, για την παραγωγή βιοκαυσίμων, περιορίζοντας σημαντικά την εισχώρηση των βιοκαυσίμων στις αγορές.

Ως γενικότερο συμπέρασμα της εμπειρίας των βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς, το οποίο θα μπορούσε να λειτουργήσει κι ως οδηγός για την αποτελεσματική προώθηση αυτών της νεότερης, προκύπτει ότι οι φιλόδοξοι στόχοι πολιτικής που έχουν τεθεί από πολλές κυβερνήσεις, θα πρέπει να συνδεθούν άμεσα με τις ουσιαστικές αλλαγές που θα πρέπει να γίνουν στη συμπεριφορά και στις ακολουθούμενες πρακτικές πολλών παικτών, ώστε να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι. [10]

Ένα αρκετά συχνό φαινόμενο αναφορικά με τις αλυσίδες παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων, και την αποδοχή τους από το κοινό είναι το NIMBY (Not in my back yard). Πρόκειται δηλαδή για αντιδράσεις σε τοπικό επίπεδο, για έργα τα οποία είναι εν δυνάμει βιώσιμα σε τεχνο-οικονομικό και κανονιστικό επίπεδο. Η αντίδραση κυρίως οφείλεται στην αντίληψη και υπερμεγέθυνση των αρνητικών εκφάνσεων, από περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική πλευρά των αλυσίδων βιόμαζας. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να προβληθούν κι οι θετικές πλευρές, ιδιαίτερα αυτές που σχετίζονται με επιπτώσεις στην υγεία, όπως αυτές θα προέκυπταν για παράδειγμα από την αντικατάσταση ορισμένων καλλιεργειών. [2]

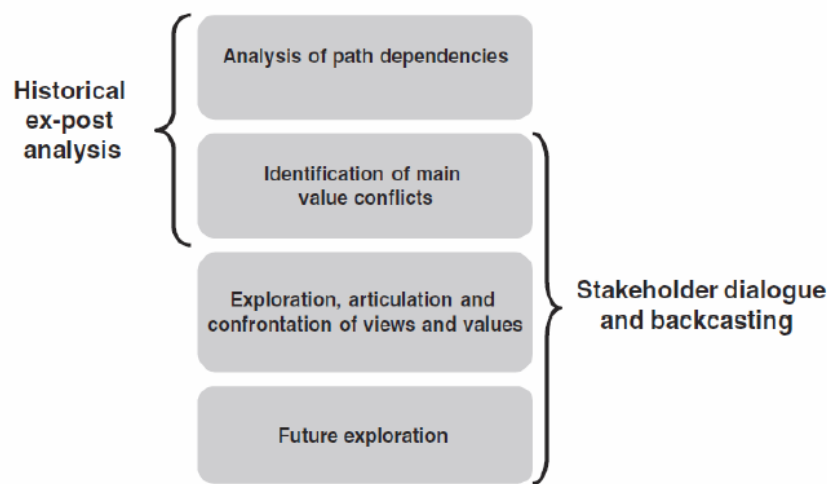
6.2.3 Μέθοδοι συμμετοχικών διαδικασιών κατά τη λήψη αποφάσεων

Στον χώρο της Τεχνολογικής Αποτίμησης (Technology Assessment (TA)) Επιστήμης και Τεχνολογίας ο διάλογος μεταξύ των εμπλεκόμενων «παικτών» έχει πλέον γίνει κοινός τόπος, προκειμένου να διερευνηθούν οι επιφυλάξεις και οι προβληματισμοί σε ένα βαθύτερο επίπεδο.

Ενώ προσεγγίσεις όπως αυτή της ανάλυσης του Συστήματος Τεχνολογικής Καινοτομίας [13][14] συνεισφέρουν στην κατανόηση των ιστορικών τάσεων στις καινοτομίες που σχετίζονται με τη βιόμαζα, εμφανίζουν αδυναμίες στην κατανόηση των αμφιλεγόμενων χαρακτηριστικών της. Για αυτή τη διάσταση, μία συμμετοχική διαδικασία διαλόγου μεταξύ εμπλεκόμενων φορέων λειτουργεί πολύ πιο αποτελεσματικά, αποκαλύπτοντας διάφορες υποβόσκουσες οπτικές διαφόρων

παικτών. Η επιτυχία των καινοτομικών λύσεων απαιτεί ένα συγκεκριμένο βαθμό αφοσίωσης, στήριξης ή τουλάχιστον αποδοχής από σχετικούς κοινωνικούς εταίρους, γεγονός που εξαρτάται από τον βαθμό στον οποίο, οι παίκτες αυτοί θα καταφέρουν να ευθυγραμμίσουν τις αποκλίνουσες προσδοκίες, ανάγκες κι ενδιαφέροντα τους, και αυτό μπορεί να διασφαλιστεί, μέχρι ενός βαθμού, μέσα από συμμετοχικές διαδικασίες. [8]

Στο σχήμα 6.1 παρουσιάζεται ένα σχέδιο διαχείρισης του διαλόγου αυτού σε συνδυασμό με άλλα εργαλεία, όπως αυτό της ανάλυσης ιστορικών στοιχείων, για ένα σύστημα τεχνολογικής καινοτομίας (technology innovation system, TIS).



Source: Breukers et al, 2014: 229

Σχήμα 6.1: Σύστημα τεχνολογικής καινοτομίας και διάλογος «παικτών» [8]

Η διαδικασία ανάκτησης γνώσης από το διάλογο των παικτών του συστήματος, απαιτεί καταρχήν τη δόμηση του προβλήματος, δηλαδή τη διαμόρφωση, την αντιμετώπιση και όπου είναι αυτό δυνατό την ενσωμάτωση των αντίθετων απόψεων για το υπό συζήτηση πρόβλημα. [15] Ένας τρόπος για την διαχείριση του διαλόγου των «παικτών», αυτός της Μεθόδου Δημιουργικής Διαμάχης (Constructive Conflict Methodology) απαρτίζεται από 4 βήματα:

- (1) ταυτοποίηση και επιλογή των «παικτών» και των φορέων
- (2) διατύπωση των διαφορετικών οπτικών για το ζήτημα
- (3) αντιπαράθεση των διαφορετικών οπτικών από τους «παίκτες»
- (4) σύνθεση

Ένα επιπλέον εργαλείο στη διαδικασία διαλόγου αποτελεί η μέθοδος διερεύνησης σεναρίων, όπου θεωρώντας την υλοποίηση ενός σεναρίου ως δεδομένο μελλοντικό γεγονός, γίνεται αναδρομή στο παρόν για να γίνει κατανοητό αν αυτό είναι εφικτό,

και υπό ποιο πλαίσιο πολιτικής. Όστε στη συνέχεια να συλλεχθούν ιδέες για να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες, για να καταστεί εφικτή η υλοποίηση του. [1] [7]

Για την επεξεργασία των απόψεων, διοργανώνονται συναντήσεις τμήμα των οποίων γίνεται ανάμεσα στους παίκτες με συγκλίνουσες απόψεις και τμήμα με αυτούς με αποκλίνουσες, ή σε ολομέλεια ώστε να υπάρξει η απαιτούμενη γόνιμη συζήτηση. [8] Οι ανοιχτές αυτές συναντήσεις μολονότι αποτελούν μία κοινά αποδεκτή μέθοδο, εδώ και δεκαετίες, εμπεριέχουν τον κίνδυνο η διαδικασία να καταστεί μεροληπτική υπέρ του πιο μεγάλου και κατά πάσα πιθανότητα πιο καλά προετοιμασμένου και οργανωμένου «παίκτη». [12] Έτσι, οι φορείς που διοργανώνουν συμμετοχικές διαδικασίες πειραματίζονται με καινοτομικές μεθόδους, όπως πάνελ πολιτών, δημιουργία συμβουλευτικών επιτροπών, διαδικτυακές διαβουλεύσεις, ανεπίσημες συναντήσεις στρογγυλής τραπέζης, ψηφοφορίες, κτλ. Σε κάθε περίπτωση ο βασικός στόχος παραμένει η πρόκληση ενός διαλόγου ανάμεσα στους «παίκτες» και η κατάληξη σε μία βέλτιστη λύση που θα ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις των περισσοτέρων, ώστε να διασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή αποδοχή. [11][5]

Η μετάβαση από ένα σύστημα όπου ο ένας ενδιαφερόμενος ορίζει και το πλαίσιο των λαμβανόμενων αποφάσεων σε ένα όπου θα πρέπει να συγκεραστούν οι απόψεις όλων των εμπλεκόμενων παικτών είναι μία διαδικασία ιδιαίτερα σύνθετη. Η λήψη ομαδικών αποφάσεων αυτού του τύπου, υπό συνθήκες πολλαπλών κριτηρίων διαπερνά διάφορα κι αλληλοσυνδεόμενα πεδία, όπως ανάλυση προτιμήσεων (preference analysis), θεωρία ωφέλειας (utility theory), θεωρία κοινωνικής επιλογής (social choice theory), θεωρία ψηφοφοριών (theory of voting) κτλ. Η σχετική εργαλειοθήκη, πάντως μπορεί να ταξινομηθεί με βάση τρεις κύριες κατηγορίες εργαλείων:

- Η μαθηματική τεχνική της θεωρίας των παιγνίων, όπου αναλύονται καταστάσεις με αντικρουόμενα συμφέροντα. Η προσπάθεια είναι στην μεγιστοποίηση μίας συνάρτησης ωφέλειας για όλους τους «παίκτες», υπό συνθήκες αβεβαιότητας, και με στόχο δημιουργία ενός χάρτη «καλών πρακτικών» όπου οι φορείς θα μπορούν να ανατρέξουν για να λάβουν την πιο ορθολογική απόφαση.
- Η θεωρία της κοινωνικής επιλογής, που συνδέει τις μεμονωμένες αποφάσεις των μελών μίας κοινωνίας με την κοινή, συλλογική απόφαση. Αυτού του τύπου οι αποφάσεις προκύπτουν από την αξιολογική κατάταξη των επιλογών από τα μεμονωμένα μέλη. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει ειδικούς να συνθέσουν τις μερικές προτιμήσεις σε μία συνολική, η οποία θα μπορεί να αποτελέσει την κοινώς αποδεκτή συνιστώσα.
- Λήψη της ομαδικής απόφασης με χρήση της κρίσης ειδικών, όπου γίνεται επεξεργασία των δεδομένων από διάφορους ειδικούς από διαφορετικούς

χώρους για να διαμορφωθεί μία συνεκτική ομαδική θέση. Η συμμετοχική διαδικασία και ο διάλογος που ακολουθεί γίνεται η ευκαιρία για τη μετάλλαξη των επιλογών των «παικτών», με βάση την πιο βαθιά γνώση των δεδομένων. [3]

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί, ότι στη Νότια Ευρώπη συνήθως λείπουν οι μηχανισμοί που θα κινητοποιήσουν την ενεργή συμμετοχή σε τέτοιες διαδικασίες. Ωστόσο, όταν αυτό συμβαίνει παρατηρείται να προκύπτει μεγαλύτερο εύρος ιδεών, γεγονός που οδηγεί σε ανάγκη μίας πιο δομημένης οργάνωσης των σχετικών συναντήσεων εργασίας, ώστε αφενός να καταστεί η συμμετοχή πιο ελκυστική, αφετέρου να ενθαρρύνει τις αλληλεπιδράσεις και συνθέσεις ιδεών που θα λάβουν χώρα κατά τη διαδικασία. [3]

6.2.4 Παραγωγή βιοκαυσίμων – Οι εμπλεκόμενοι φορείς και σχέσεις εφοδιαστικής αλυσίδας-αγοράς-νομοθεσίας-κανονισμών σε «μάκρο-» επίπεδο

Εξετάζοντας το παράδειγμα των βιοκαυσίμων μεταφορών, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας προβλέπει ότι τα βιοκαύσιμα θα αποτελούν το 27% του συνόλου των καυσίμων μεταφορών μέχρι το 2050. [10] Η βιόμαζα, εντός του πλαισίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καλείται να παίξει έναν πολλαπλό ρόλο για την στρατηγική της πιο «πράσινης» ενέργειας της Ε.Ε., ειδικότερα όταν αυτή τοποθετηθεί και στην ευρύτερη στόχευση της ανάπτυξης της «βιο-οικονομίας». Σύμφωνα με την Επικοινωνία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Βιο-οικονομία και την ήδη αξιολογη εμπειρία που αποκτήθηκε από τις ερευνητικές κι άλλες σχετικές δραστηριότητες που χρηματοδοτήθηκαν από την Ε.Ε. τα τελευταία 30 χρόνια, η βιόμαζα εμφανίζει τα παρακάτω χαρακτηριστικά που την καθιστούν μοναδική:

- Η μετατροπή της βιόμαζας σε πιο «πράσινα» υγρά κι αέρια βιοκαύσιμα, κρατά ανοιχτές τις προοπτικές για ένα εύρος ενεργειακών εφαρμογών, οι οποίες περιλαμβάνουν σχεδόν όλες τις δυνατές μορφές χρήσης, δηλ. θερμότητα, ηλεκτρισμός, μεταφορές.
- Η δυνατότητα παραγωγής βιοκαυσίμων μεταφορών, για να καλυφθούν οι ολοένα αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής, τόσο σε επίπεδο της Ε.Ε. όσο και παγκοσμίως, αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλες εναλλακτικές τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Η δημιουργία συνεργειών με άλλες πολιτικές, στην περίπτωση της ανάπτυξης προϊόντων ενέργειας βασισμένων σε βιόμαζα, είναι ιδιαίτερα κρίσιμη, καθώς η πολιτική για την βιόμαζα διασπείρεται σε πολλαπλά πεδία πολιτικής, μεταξύ άλλων σε αυτά των πολιτικών για την ενέργεια, την γεωργία, τα δάση, το περιβάλλον, την βιομηχανική ανάπτυξη, την περιφερειακή ανάπτυξη, την

κωνωμικο-οικονομική πολιτική και την πολιτική για την απασχόληση, την πολιτική για την έρευνα και την καινοτομία, και αυτή των διεθνών συνεργασιών.

- Ο υψηλός βαθμός πολυπλοκότητας, που εν μέρει οφείλεται και στο προηγούμενο σημείο, καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη νέων, έξυπνων εργαλείων στήριξης των πολιτικών αποφάσεων, μέσα από στέρεες βάσεις δεδομένων, αναλύσεις και ειδικές μελέτες, καθώς τα φαινόμενα που συνήθως παρατηρούνται είναι “αντι-διαισθητικά”.

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση των νέων ενεργειακών προϊόντων, όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση νέου προϊόντος είναι σημαντικό να χαρτογραφηθούν οι εν δυνάμει σχέσεις που διαμορφώνονται μεταξύ των πολλαπλών εμπλεκόμενων φορέων, καθώς και ο τρόπος που μπορούν να παραμετροποιηθούν αυτές. Όταν πρόκειται για τα βιοκαύσιμα, αλλά και ειδικότερα για βιοκαύσιμα μεταφορών, το σύστημα είναι ιδιαίτερα σύνθετο, καθώς θα πρέπει να ικανοποιηθούν πολλαπλοί παίκτες ή «πελάτες», ταυτόχρονα, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις οι σχέσεις πελάτη/προμηθευτή συνυπάρχουν όντας αμφίδρομες. Μία συνοπτική χαρτογράφηση των σχέσεων αυτών, σε ένα «μάκρο-» επίπεδο, δίνεται στο Σχήμα 6.2, ενώ επεξηγηματικά θα πρέπει να τονιστούν τα παρακάτω σημεία:

- Η Ευρωπαϊκή Ένωση, και τα κρατή μέλη, πέραν του ρυθμιστικού και κανονιστικού τους ρόλου παίζουν και τον ρόλο του πελάτη μίας εταιρείας βιοκαυσίμων, δεδομένου ότι η επιβίωση των βιοκαυσίμων στην παρούσα φάση εξαρτάται από την άμεση ή έμμεση επιδότηση τους. Η επιδότηση όμως αυτή θα είναι διαθέσιμη μόνο για τα βιοκαύσιμα που πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές, οι οποίες και θα γίνονται ολοένα πιο αυστηρές ως προς τα «κριτήρια αειφορίας» που θα τεθούν. Ακόμη, τόσο ο ρόλος της, ως προς τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις που θα τεθούν για τις εκπομπές των μεγάλων βιομηχανικών μονάδων, όσο και για την επεξεργασία υπολειμμάτων/αποβλήτων/λυμάτων είναι κρίσιμος, καθώς αυτός θα καθορίσει σε μεγάλο βαθμό και την τάση των μονάδων αυτών να συνεργαστούν με μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων. Τέλος, ως κανονιστική αρχή, θα ορίσει και τις προδιαγραφές που θα τεθούν από τη μια για τα διάφορα κατηγοριών παραπροϊόντα των μονάδων παραγωγής βιοκαυσίμων, κι από την άλλη για τα διάφορα κατηγοριών οχήματα που θα κυκλοφορούν εντός της Ένωσης. Αυτό θα επιδράσει με έμμεσο τρόπο, θετικά ή αρνητικά, στη βιωσιμότητα των υπό μελέτη παραγωγικών μονάδων βιοκαυσίμων.
- Οι βιομηχανικές μονάδες, μέσω των δραστηριοτήτων των οποίων παράγονται παραπροϊόντα κι απόβλητα, καθώς και οι βιολογικοί καθαρισμοί, αποτελούν έναν επίσης εν δυνάμει πελάτη των μονάδων που μελετάμε. Στην περίπτωση αυτή η βασική παράμετρος που θα καθορίσει τη σχέση των μονάδων αυτών

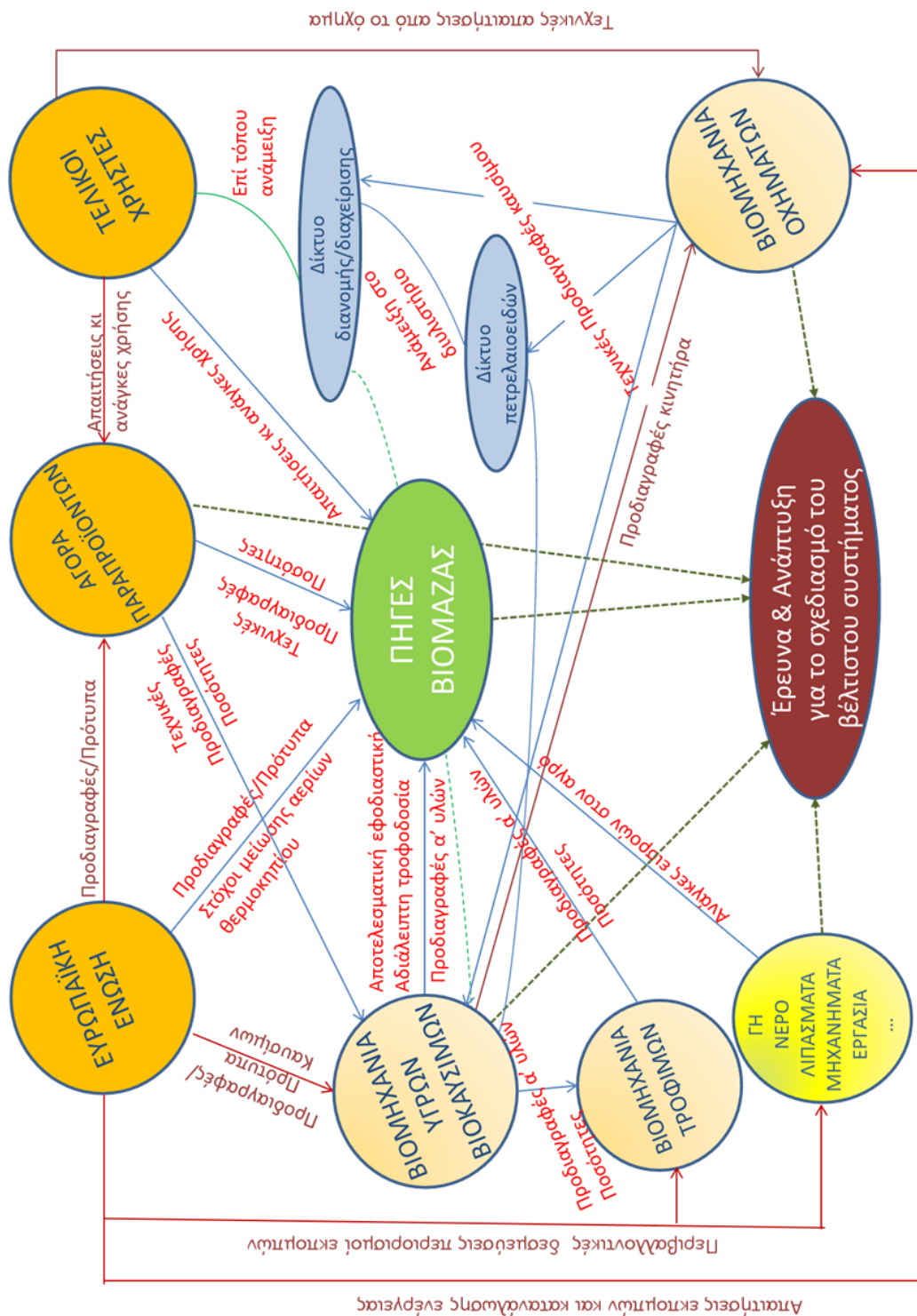
με τη μονάδα του νέου ενεργειακού προϊόντος είναι η αποτελεσματικότητα επεξεργασίας, του προσφερόμενου από την βιομηχανική μονάδα, αποβλήτου, από την διαθέσιμη τεχνολογία μετατροπής. Έτσι, η υπηρεσία που παρέχεται στις μονάδες αυτές, μπορεί να θεωρηθεί παράπλευρο προϊόν της μονάδας του βιοκαυσίμου. Οι ίδιες όμως, ταυτόχρονα, θα είναι και οι προμηθευτές της βασικής πρώτης ύλης των μονάδων αυτών, σε περίπτωση που πρόκειται για αυτόνομη μονάδα, καθώς οι ρόλοι του προμηθευτή/πελάτη στην περίπτωση αυτή λειτουργούν αμφίδρομα δημιουργώντας σχέσεις αλληλοεξάρτησης για τη βιωσιμότητα τους.

- Η αγορά των παραπροϊόντων καλύπτει ένα πολύ ευρύ φάσμα εν δυνάμει αγορών, όπως αυτό καταγράφεται στην πιο πρόσφατη βιβλιογραφία. Από τα πιο συμβατικά, όπως είναι άλλα ενεργειακά προϊόντα, π.χ. βιοαέριο, γλυκερίνη ως καύσιμο κλπ., ή ζωοτροφές κ.α., μέχρι πολύ εξειδικευμένα φαρμακευτικά και παραφαρμακευτικά προϊόντα, πρώτες ύλες καλλυντικών, συμπληρώματα διατροφής κλπ., σε συνάρτηση πάντα με τη μελετώμενη τεχνολογία προκατεργασιών και μετατροπής. Με δεδομένο το υψηλό κόστος παραγωγής των βιοκαυσίμων μεταφορών, αλλά και του, συνήθως, προβληματικού τους ενεργειακού ισοζυγίου, η ταυτόχρονη παραγωγή πολλαπλών προϊόντων, σε μία λογική «Βιο-διυλιστηρίου», φαίνεται ότι είναι ιδιαίτερα σημαντική. Ωστόσο, δύο είναι τα σημεία που αν δε προσεχθούν θα μπορούσαν να προκαλέσουν αστοχία στον σχεδιασμό των παραγωγικών μονάδων. Το πρώτο αφορά τις τεχνικές απαιτήσεις, και πιθανές ασυμβατότητες ανάμεσα στη τεχνολογία παραγωγής βιοκαυσίμων και στην χρήση των παραπροϊόντων. Για παράδειγμα η τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί για την παραλαβή του ενεργειακού προϊόντος, π.χ. των σακχάρων από λιγνοκυτταρινούχα υλικά, θα πρέπει να συνυπολογίζει τη μη καταστροφή άλλων χρήσιμων συστατικών, π.χ. πρωτεϊνών. Επίσης, η χρήση αποβλήτων, που αναμένεται να βελτιώσει πολλαπλούς δείκτες της παραγωγικής διαδικασίας (κόστος πρώτης ύλης, ενεργειακές ανάγκες κλπ.), υπό τις παρούσες οδηγίες της Ε.Ε., θα απέκλειε την χρήση των παραπροϊόντων στις αγορές των τροφίμων και των ζωοτροφών. Το δεύτερο αφορά στην υπερεκτίμηση της οικονομικής συνεισφοράς της αγοράς των παραπροϊόντων στη βιωσιμότητα της κύριας μονάδας. Σειρά εργασιών αναφέρονται στην υπεραξία που μπορούν να προσφέρουν τα παραπροϊόντα, λαμβάνοντας υπόψιν, για τους υπολογισμούς τους τις τρέχουσες τιμές ορισμένων προϊόντων στην αγορά. Ωστόσο, αυτό που δεν συνυπολογίζεται είναι το γεγονός ότι εφόσον υπάρξει πλήρης ανάπτυξη της αγοράς βιοκαυσίμων, η κλίμακα παραγωγής τους θα είναι τέτοια, που η υπερπροσφορά και των παραπροϊόντων θα τα καταστήσει πολύ μικρότερης αξίας, με αποτέλεσμα να υποβαθμιστεί κι η συνεισφορά τους στην οικονομική βιωσιμότητα των

μονάδων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση της υπερπροσφοράς της γλυκερόλης, από την παραγωγή του βιοντίζελ πρώτης γενιάς, που έχει ελαχιστοποιήσει την τρέχουσα τιμή της στην αγορά.

- Η αγορά τροφίμων και ζωοτροφών αποτελεί τον κύριο ανταγωνιστή αλλά κι εν δυνάμει προμηθευτή μίας μονάδας βιοκαυσίμων μεταφορών. Αφενός οι επικαλύψεις που θα υπάρχουν ως προς τις απαιτήσεις για την ίδια, ή παρόμοια πρώτη ύλη θα καθιστά ανταγωνιστική την σχέση των δύο χώρων, αφετέρου οι ποιοτικές προδιαγραφές των τροφίμων θα δημιουργούν μία σημαντική πηγή πρώτων υλών για μονάδες βιοκαυσίμων, μέσω π.χ. ληγμένων τροφίμων, φρούτων και λαχανικών που είναι εκτός προδιαγραφών, κτλ.
- Οι βιομηχανίες βιοκαυσίμων αποτελούν, πλέον, έναν ήδη υπαρκτό παίκτη στην αγορά καυσίμων, τόσο σε επίπεδο της Ε.Ε. όσο και σε εθνικό επίπεδο. Τα πιο πρόσφατα δεδομένα του Ελληνικού Υπουργείου Ανάπτυξης αναφέρουν ότι υπάρχουν 9 μονάδες παραγωγής βιοντίζελ στην Ελλάδα με συνολική δυναμικότητα 440.000 τόνους ετησίως. Στην περίπτωση αυτή κι αυτές οι μονάδες θα αποτελέσουν εν δυνάμει συνεργάτη για οποιασδήποτε νέα τεχνολογία βιοκαυσίμων μεταφορών, κι άρα η ικανοποίηση των απαιτήσεων τους, με βασικότερη την ελαχιστοποίηση των αναγκαίων τροποποιήσεων στην υπάρχουσα υποδομή τους, θα ήταν ένας βασικός στόχος. Ταυτόχρονα, θα μπορούσαν να αναπτυχθούν και ανταγωνιστικές τάσεις, σε περίπτωση που η όποια νέα μονάδα λειτουργήσει σε καθεστώς απόλυτης αυτονομίας, ενσωματώνοντας το σύνολο των σταδίων, στο σύστημα παραγωγής της.
- Η βιομηχανία οχημάτων αποτελεί έναν ακόμη, πολύ σημαντικό παίκτη/πελάτη, ειδικότερα στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της τεχνολογίας βιοκαυσίμων στα οποία βρισκόμαστε. Το παραγώμενο προϊόν θα πρέπει να διαθέτει τις τεχνικές προδιαγραφές οι οποίες θα απαιτούν τις ελάχιστες δυνατές αλλαγές στο σύστημα καύσης του κινητήρα των οχημάτων, και να παρέχει ταυτόχρονα τη δυνατότητα της μεγαλύτερης δυνατής ποσοτικής προσθήκης στο τελικό μίγμα με το συμβατικό καύσιμο. Ο συγκεκριμένος κλάδος αποτελεί έναν διακρατικό «παίκτη» σε άμεση εξάρτηση, αλλά και επιρροή, από την Ε.Ε.
- Οι τελικοί χρήστες/καταναλωτές, αποτελούν τον αυτονόητο πελάτη κάθε σχετικής μονάδας. Η αξιοπιστία ως προς την παροχή του προϊόντος στην αγορά, η ανταπόκριση του στις εναλλαγές κλιματολογικών συνθηκών, καθώς κι η σταθερή ποιότητα του, αποτελούν τρεις σημαντικές παραμέτρους ικανοποίησης των χρηστών. Το κόστος, αλλά και η πιστοποιημένη θετική περιβαλλοντική επίδραση θα αποτελέσουν περαιτέρω θέματα που θα έχουν επίδραση στις σχέσεις μαζί τους.

- Μια σειρά από εισροές στο επίπεδο του αγρού, όπως η γη, το νερό, τα λιπάσματα, η εργασία, αλλά και οι σχετικές ρυθμίσεις κι οδηγίες της Ε.Ε., καθιστούν τους αγρότες/γεωργούς ένα σημαντικό παίκτη/προμηθευτή του παραγωγικού συστήματος. Τα παρεχόμενα σε αυτούς κίνητρα, το μερίδιο τους στην παραγόμενη αξία, αλλά και η ταχεία ανάπτυξη αποτελεσματικής τεχνογνωσίας θα είναι οι πυλώνες που θα στηρίξουν τη βιωσιμότητα της συνολικής αλυσίδας παραγωγής.
- Οι εταιρείες πετρελαιοειδών, αλλά και οι διακινητές του προϊόντος (πρατήρια) αποτελούν επίσης πελάτες, καθώς ειδικότερα στην περίπτωση της Ελλάδος, στην τρέχουσα φάση η όποια χρήση βιοκαυσίμων γίνεται με την αγορά αυτών από τα Ελληνικά Πετρέλαια, με βάση ποσόστωσης ανάμεσα στους εγχώριους προμηθευτές. Η ικανοποίηση κατά προέκταση των απαιτήσεων των εταιρειών αυτών θα αποτελέσει κρίσιμο παράγοντα βιωσιμότητας. Η μελλοντική προοπτική, με βάση και τα αντίστοιχα Ευρωπαϊκά παραδείγματα, της απευθείας προώθησης τους, μέσω πρατηρίων βιοκαυσίμων, θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος. Αυτή η προοπτική θα μπορούσε να έχει μεγάλη εφαρμοσιμότητα στην ιδιαίτερη περίπτωση των απομονωμένων, νησιωτικών συστημάτων παραγωγής. Σημειώνονται οι ειδικότερες συνθήκες διακίνησης του προϊόντος, λόγω της μεγαλύτερης του ευπάθειας σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα, καθώς ο χρόνος ζωής του σε ορισμένες περιπτώσεις, π.χ. βιοντίζελ, είναι περιορισμένος λόγω της μικροβιακής του προσβολής, κατά την μακροχρόνια αποθήκευσή του.
- Τέλος, η έρευνα κι ανάπτυξη όχι μόνο σε επίπεδο της βελτιστοποίησης των τεχνολογιών προκατεργασίας και μετατροπής, αλλά και της συνολικότερης επιχειρησιακής και διαχειριστικής βελτίωσης του συστήματος, θα είναι ο οδηγός για τη δημιουργία σχετικών πολιτικών και αιεφόρων λύσεων. Σημειώνεται, δε, ότι αυτή η δεύτερη κατηγορία έρευνας αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία, στο βαθμό που οι τεχνολογικές βελτιώσεις ως προς την μετατροπή, αγγίζουν πλέον, σε αρκετές περιπτώσεις, τα όρια των εφικτών, θεωρητικών αποδόσεων.



Σχήμα 6.2: Στοιχεία ενός συστήματος παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων μεταφορών, και η δυναμική των αλληλεπιδράσεων στο επίπεδο της αγοράς, των προδιαγραφών και των ρυθμίσεων

6.3 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που προτείνεται στο πλαίσιο της διατριβής διαφοροποιείται σε σχέση με τις αντίστοιχες προσπάθειες της βιβλιογραφίας που παρουσιάστηκαν παραπάνω ως προς το γεγονός ότι η συμμετοχή κι άποψη των εμπλεκόμενων παικτών δεν διερευνάται κατά την φάση διαμόρφωσης ενός ευρύτερου νομοθετικού ή κανονιστικού πλαισίου, αλλά κατά την φάση υλοποίησης ενός συγκεκριμένου επενδυτικού σχεδίου. Ωστόσο, συμπεριλαμβάνει διάφορα εργαλεία, όπως ιεράρχηση προτεραιοτήτων «παικτών», ψηφοφορίες κτλ. προσαρμοσμένα στο συγκεκριμένο πλαίσιο. Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η πιλοτική εφαρμογή της μεθοδολογίας, στο πλαίσιο ενός παιγνίου ρόλων, όπως αυτό έλαβε χώρα σε τάξεις μεταπτυχιακών φοιτητών του μαθήματος «ΒΙΟΜΑΖΑ» στο ΔΠΜΣ «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας». Τα παραδείγματα που αξιολογήθηκαν ήταν πραγματικά σχέδια επενδύσεων [17], [18], [19] (βλ. Παράρτημα 6, Πίνακες Π6.1-Π6.3), με δύο κοινά χαρακτηριστικά:

- ✓ τις έντονες αντιδράσεις και την καχυποψία, κυρίως της τοπικής κοινωνίας και των περιβαλλοντικών οργανώσεων, για την υλοποίησή τους [20],
- ✓ τις σοβαρές καθυστερήσεις ή και ακυρώσεις των σχεδίων λόγω αυτών των αντιδράσεων. [21], [22]

Οι περιπτώσεις αυτές κατέδηξαν για μία ακόμη φορά την ανάγκη για την ενσωμάτωση της οπτικής των εμπλεκόμενων φορέων με έναν τρόπο που αφενός να μεγιστοποιεί τα οφέλη για όλους, αφετέρου, να ελαχιστοποιεί τις αντιδράσεις για την υλοποίηση του έργου. Και τα παραπάνω να λαμβάνουν χώρα από σχετικά πρώιμα στάδια του έργου, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι ακύρωσης του, στην πράξη. Η μεθοδολογία που προτείνεται ακολουθεί τα παρακάτω βήματα (βλ. Σχήμα 6.3):

1. Σαφής οριοθέτηση του αρχικού σχεδίου της επένδυσης βιοενεργειακής εφαρμογής η οποία πρόκειται να γίνει στην περιοχή (βλ. Παράρτημα 6, Πίνακες Π6.1-Π6.3, για τα 3 παραδείγματα προσομοιώσεων). Το σχέδιο θα πρέπει να ορίζει με συγκεκριμένο τρόπο, τουλάχιστον τα παρακάτω:
 - i. τις κύριες πηγές βιόμαζας που θα χρησιμοποιηθούν
 - ii. τις βοηθητικές πηγές βιόμαζας που θα χρησιμοποιηθούν
 - iii. τη δυναμικότητα και το σημείο εγκατάστασης του συστήματος παραγωγής
 - iv. το τελικό κύριο προϊόν και τα παραπροϊόντα
 - v. τον χρονικό ορίζοντα λειτουργίας την μονάδας

Ενώ θα ήταν χρήσιμες πληροφορίες αναφορικά με τις αναμενόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, το σχήμα των σχέσεων συνεργασίας με τους προμηθευτές βιόμαζας, τα αναμενόμενα οφέλη για την τοπική κοινωνία, τα σχέδια έκτακτης ανάγκης, κτλ.

2. Ορισμός των εμπλεκόμενων «παικτών» (όπου ως «παίκτης» ορίζεται η κατηγορία “stakeholder” που θα κληθεί να συμμετάσχει στη διαδικασία), τόσο στη «μίκρο-» κλίμακα της περιοχής που θα εγκατασταθεί η εφαρμογή, όσο και σε «μάκρο-» επίπεδο, όπως π.χ. κρατικές υπηρεσίες, διυλιστήρια κτλ. Ο κατάλογος των παικτών για τις 3 προσομοιώσεις παρουσιάζονται στο Σχήμα 3, αλλά και στους Πίνακες Π6.1-Π6.4 στο Παράρτημα 6. *Για τις ανάγκες της πιλοτικής εφαρμογής οι παίκτες περιορίστηκαν σε 8.*
3. Καθορισμός ενός αντιπροσωπευτικού συνόλου φορέων (όπου ως φορείς ορίζονται εκπρόσωποι, εταιρειών, οργανισμών κτλ. που ανήκουν στην κάθε κατηγορία «παίκτη») για την κάθε κατηγορία εμπλεκόμενων παικτών, π.χ. για την περίπτωση των προμηθευτών της βιόμαζας θα μπορούσε να είναι αγροτικοί συνεταιρισμοί μίας περιοχής, αλλά και μεμονωμένες βιομηχανίες τροφίμων που έχουν κάποιο παραπροϊόν προς διάθεση, π.χ. φλούδες πατάτας από βιομηχανία επεξεργασία πατάτας, ή βιομηχανία παραγωγής αμύλου. Τουλάχιστον μία επιπλέον κατηγορία να οριστεί από τους ίδιους τους φορείς, ώστε να διασφαλιστεί ότι δεν έχει αγνοηθεί η φωνή κάποιου σημαντικού παράγοντα. *Για τις ανάγκες της πιλοτικής εφαρμογής υπήρξαν τουλάχιστον 3 εκπρόσωποι διαφορετικών φορέων για την κάθε κατηγορία παίκτη.*
4. Παρουσίαση των κριτηρίων αξιολόγησης του υπό υλοποίηση έργου, με σαφή τρόπο. Το έργο αξιολογείται με βάση 8 προκαθορισμένα, κι ένα ελεύθερα οριζόμενο κριτήριο. Αρχικά γίνεται η ατομική αξιολόγηση των εκπροσώπων του κάθε φορέα, όπου αυτοί ιεραρχούν με ακέραιους βαθμούς στο εύρος 1-9 τα κριτήρια με βάση την κατά την άποψη τους, σημαντικότητά τους (1: το σημαντικότερο), και συλλέγονται σχόλια για την βελτίωση που προτείνουν οι φορείς.
5. 1^η Συνάντηση εργασίας:
 - i. στο πρώτο μέρος της συνάντησης γίνεται ξεχωριστή συνάντηση για την κάθε ομάδα παικτών, όπου οι εκπρόσωποι των φορέων συζητούν και καταλήγουν σε μία ενιαία αξιολογική ιεράρχηση των κριτηρίων, ενώ καταγράφουν κι ορισμένα κοινά σχόλια – προτάσεις βελτίωσης του προτεινόμενου σχεδίου, ή και ριζικές διαφωνίες εντός της ομάδας,
 - ii. στο δεύτερο μέρος της συνάντησης, συναντάται η ολομέλεια των παικτών, ακούγονται οι προτεραιότητες της κάθε ομάδας κι η

τεκμηρίωση τους, και γίνεται η αρχική επεξεργασία των αποτελεσμάτων,

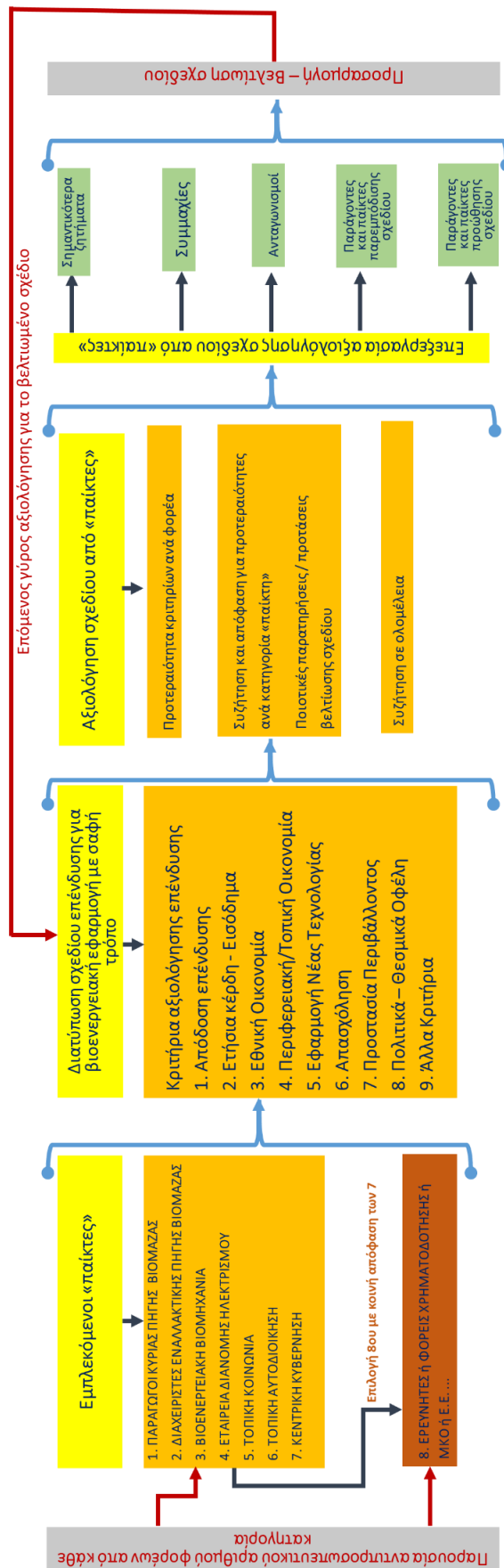
6. Μέσα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- i. η σειρά σημαντικότητας των ζητημάτων, ως κοινός παρονομαστής όλων των παικτών,
- ii. τα ζητήματα που διχάζουν ριζικά κι άλλα που έχουν μικρότερη διασπορά απόψεων, μέσα από τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης, και ελάχιστων-μέγιστων τιμών αξιολόγησης, για το κάθε κριτήριο
- iii. οι εν δυνάμει σύμμαχοι και ανταγωνιστές, μέσα από τον υπολογισμό του διανύσματος συνάφειας σχέσεων των παικτών, που υπολογίζεται με βάση τη σχέση:

$$x - y = \sum_1^9 |x_i - y_i|$$

όπου x_i , y_i οι τιμές των αξιολογήσεων για το i κριτήριο του παίκτη x και y , αντίστοιχα.

7. Τροποποιήσεις αρχικού σχεδίου, με βάση τα συμπεράσματα της διαδικασίας αλλά και τις προτάσεις των παικτών,
8. Επόμενος γύρος της όλης διαδικασίας, με νέα συνάντηση, εφόσον αυτό κρίνεται σκόπιμο, ώστε να αξιολογηθεί το νέο, πλέον σχέδιο, με τον ίδιο ή ενδεχομένως με πιο περιορισμένο αριθμό κριτηρίων, ανάλογα με τα συμπεράσματα του πρώτου γύρου.



Σχήμα 6.3: Μεθοδολογία συμμετοχής εμπλεκόμενων φορέων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων ενός έργου βιοενεργειακών εφαρμογών

6.4 Αποτελέσματα - Συζήτηση αποτελεσμάτων

Οι αναλυτικές επιλογές της κάθε κατηγορίας παίκτη παρουσιάζονται στον Πίνακα Π6.4 του Παραρτήματος 6. Στον Πίνακα 6.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα επεξεργασμένα αποτελέσματα για την κάθε ξεχωριστή φορά που έγινε η πιλοτική εφαρμογή της μεθόδου. Έτσι, βρέθηκε ο μέσος όρος, η τυπική απόκλιση και οι μέγιστες/ελάχιστες τιμές για την αξιολόγηση του κάθε κριτηρίου από τον κάθε παίκτη.

Πίνακας 6.1: Επεξεργασία ανταπόκρισης φορέων στην ιεράρχηση των κριτηρίων

Κριτήριο απόφασης	2016					Αξιολογική σειρά	2015					Αξιολογική σειρά	2014					Αξιολογική σειρά
	STD	MO	max	min	max-min		STD	MO	max	min	max-min		STD	MO	max	min	max-min	
1. Απόδοση επένδυσης	2,8	4,77	9	1	8	IVA	2,2	5,50	8	2	6	VI	2,3	3,25	6	1	5	IIB
2. Ετήσια κέρδη - Εισόδημα	2,9	4,27	9	1	8	III	3,1	4,75	9	1	8	III	2,0	3,00	6	1	5	I
3. Εθνική Οικονομία	1,9	6,05	8	1	7	VI	2,7	5,63	9	1	8	VII	0,7	7,25	8	6	2	VII
4. Περιφερειακή/Τοπική Οικονομία	1,8	3,73	7	1	6	II	2,4	3,75	7	1	6	II	1,6	3,88	6	1	5	III
5. Εφαρμογή Νέας Τεχνολογίας	2,2	5,82	9	1	8	VA	2,9	5,38	9	1	8	V	2,3	5,75	8	1	7	V
6. Απασχόληση	2,4	4,77	9	1	8	IVB	2,5	4,88	9	2	7	IV	2,3	4,63	8	2	6	IV
7. Προστασία Περιβάλλοντος	1,6	3,18	6	1	5	I	1,2	3,13	5	1	4	I	1,4	3,25	5	1	4	IIA
8. Πολιτικά – Θεσμικά Ωφέλη	2,2	6,59	9	3	6	VII	1,9	6,00	8	3	5	VIIIA	1,7	8,00	9	4	5	VIII
9. Άλλο Κριτήρια (επεξηγήστε)	3,3	5,82	9	1	8	VB	3,5	6,00	9	1	8	VIIIB	3,3	6,00	9	2	7	VI

Κατ'αυτόν το τρόπο έγινε η συνολική ιεράρχηση όλων των κριτηρίων (βλ. Πίνακα 6.2), ενώ χαρτογραφήθηκαν κι αυτά τα οποία συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο βαθμό σύγκλισης ή απόκλισης των προτιμήσεων των παικτών.

Πίνακας 6.2: Ιεράρχηση κριτηρίων με βάση την κοινή συνιστώσα των επιλογών των «παικτών»

2014	2015	2016
Προστασία Περιβάλλοντος	Προστασία Περιβάλλοντος	Ετήσια κέρδη - Εισόδημα
Περιφερειακή/Τοπική Οικονομία	Περιφερειακή/Τοπική Οικονομία	Προστασία Περιβάλλοντος
Ετήσια κέρδη - Εισόδημα	Ετήσια κέρδη - Εισόδημα	Απόδοση επένδυσης
Απόδοση επένδυσης	Απασχόληση	Περιφερειακή/Τοπική Οικονομία
Απασχόληση	Εφαρμογή Νέας Τεχνολογίας	Απασχόληση
Εφαρμογή Νέας Τεχνολογίας	Απόδοση επένδυσης	Εφαρμογή Νέας Τεχνολογίας
Άλλο Κριτήριο	Εθνική Οικονομία	Άλλο Κριτήριο
Εθνική Οικονομία	Πολιτικά – Θεσμικά Ωφέλη	Εθνική Οικονομία
Πολιτικά – Θεσμικά Ωφέλη	Άλλο Κριτήριο	Πολιτικά – Θεσμικά Ωφέλη

Για την περίπτωση της επιλογής ενός επιπλέον κριτηρίου, υπήρξαν συγκεκριμένες προτάσεις οι οποίες κατεγράφησαν, και συμπεριλαμβάνονται στον σχετικό αναλυτικό πίνακα (Π6.4) του Παραρτήματος.

Για το δεύτερο επίπεδο επεξεργασίας, δημιουργήθηκαν οι μήτρες συνάφειας των παικτών. Η μήτρα που προκύπτει από το μέσο όρο των τριών χρόνων παρουσιάζεται στον Πίνακα 6.3 (για αναλυτικούς πίνακες, για την κάθε χρονιά βλ Πίνακα Π6.5 στο Παράρτημα 6), ενώ για μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα δίνεται και η διακύμανση (μέγιστη-ελάχιστη τιμή) των τιμών στα τρία χρόνια (Πίνακας 6.4).

Πίνακας 6.3 : Μήτρα συνάφειας «παικτών» συστήματος

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
(a)		20,7	16,0	31,7	20,0	22,0	25,3	18,3
(b)			15,0	24,7	26,7	30,0	23,3	21,0
(c)				29,7	28,0	29,3	20,7	15,7
(d)					23,7	27,7	27,7	26,0
(e)						13,3	17,3	23,0
(f)							17,3	29,0
(g)								26,3
(h)								

Πίνακας 6.4 : Διαφορά μέγιστων ελάχιστων τιμών στα χρόνια της πιλοτικής εφαρμογής

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
(a)		14,0	14,0	19,0	18,0	14,0	30,0	9,0
(b)			17,0	11,0	14,0	18,0	34,0	23,0
(c)				21,0	12,0	16,0	20,0	15,0
(d)					15,0	5,0	13,0	18,0
(e)						4,0	4,0	6,0
(f)							8,0	7,0
(g)								23,0
(h)								

Οι μεγάλες διακυμάνσεις οι οποίες παρατηρούνται για το μεγαλύτερο μέρος των σχέσεων αποτελεί ένδειξη της δυναμικής κατάστασης που επικρατεί για τις σχέσεις αυτές, η οποία είναι σε άμεση συνάρτηση με το συγκεκριμένο σχέδιο επένδυσης που βρίσκεται κάθε φορά υπό διαβούλευση, αλλά και την χρονική συγκυρία.

6.5 Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα από την πειραματική εφαρμογή της μεθοδολογίας μπορούν να έχουν, εκ των πραγμάτων, μόνο κάποια ενδεικτική ισχύ, παρέχοντας ωστόσο ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες, ειδικότερα μέσα από τα επαναλαμβανόμενα ή εκ διαμέτρου αντίθετα αποτελέσματα που μπορούν να εμφανίζονται κατά τις επαναλήψεις του πειράματος.

Έτσι, ένα πρώτο συμπέρασμα που προκύπτει είναι η πρωτεύουσα σημασία που δίνεται και στις τρεις περιπτώσεις στην «περιβαλλοντική» διάσταση των έργων. Γεγονός, εκ πρώτης όψης, όχι αυτονόητο, ειδικότερα λαμβάνοντας υπόψιν ότι η περίοδος που έλαβαν χώρα τα πειράματα είναι κι η περίοδος της έντονης οικονομικής κρίσης. Ωστόσο, η σύγκλιση σε αυτή τη διάσταση, σε συνδυασμό με τις έντονες κοινωνικές αντιδράσεις κι επιφυλάξεις που φαίνεται να εκφράζονται και για τα τρία έργα στην ευρύτερη κοινωνία, καθιστά το θέμα της περιβαλλοντικής διάστασης το πλέον σημαντικό κατά το σχεδιασμό του έργου. Τα δεδομένα πλεονεκτήματα της χρήσης βιόμαζας για την παραγωγή βιοενεργειακών προϊόντων, έστω κι αν αυτή η βιόμαζα προέρχεται από απόβλητα ή υπολείμματα, δεν φαίνεται να λειτουργεί αυτομάτως θετικά στην αντίληψη των «παικτών» του συστήματος. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε σχετική προσπάθεια, θα πρέπει να παρέχει τεκμηριωμένα στοιχεία για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καταρχήν στην τοπική/περιφερειακή κλίμακα, αλλά και σε ένα δεύτερο επίπεδο να αναδεικνύει με ποσοτικό τρόπο τις συνολικότερες περιβαλλοντικές ωφέλειες που θα συνεπάγεται η εφαρμογή.

Η σύγκλιση σε θέση υψηλής προτεραιότητας, και στις τρεις επαναλήψεις, για την «τοπική οικονομία» και οι προσδοκώμενες θετικές επιπτώσεις ενός σχετικού έργου σε αυτήν, επίσης είναι ενδεικτικό της σημασίας της. Το γεγονός ότι προκρίθηκε η «τοπική οικονομία» σε σχέση με το κριτήριο της απασχόλησης, και για τις τρεις χρονιές, είναι ενδεικτικό των προσδοκιών που υπάρχουν από έργα βιο-οικονομίας. Οι θέσεις εργασίας, προφανώς εξακολουθούν και είναι ένας από τους βασικούς λόγους αυτής της επιλογής, καθώς έτσι κι αλλιώς κι αυτό το κριτήριο βρίσκεται αρκετά υψηλά στις προτιμήσεις, αλλά δεν είναι ο μοναδικός. Τα παράπλευρα οικονομικά οφέλη για την τοπική κοινωνία αξιολογούνται ως εξίσου σημαντικά, όπως η πρόσβαση της, με ευνοϊκότερους όρους στο ενεργειακό προϊόν ή στο παραπροϊόν της διαδικασίας, που θα αύξαναν την προστιθέμενη αξία του όλου εγχειρήματος. Ακόμη, και η γενικότερη υπεραξία που θα παραχθεί καθόλο το μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού και παραγωγής, που ξεκινά από τον αγρό ή το δάσος και καταλήγει στο τελικό ενεργειακό προϊόν αποτελεί κομμάτι της συνεισφοράς του κάθε σχετικού έργου στην τοπική οικονομία. Τα κύρια σημεία προβληματισμού, με θετική κι αρνητική διάθεση, των παικτών, όπως αυτά εκφράστηκαν κατά τις συναντήσεις παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.4.



Σχήμα 6.4: Θετικές προοπτικές έναντι διακινδυνεύσεων, για το περιβάλλον και την τοπική οικονομία

Η χαρτογράφηση των σχέσεων συμμαχίας και αντιπαλότητας φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητη ως προς το συγκεκριμένο έργο που αξιολογείται. Έτσι, οι τρεις επαναλήψεις δίνουν έναν αρκετά διαφορετικό χάρτη συμμαχιών την κάθε φορά. Κατά προέκταση η αποτίμηση των τοπικών δυναμικών, στη βάση ενός συγκεκριμένου σχεδίου φαίνεται να γίνεται ακόμη πιο σημαντική στην φάση της λήψης αποφάσεων για τον σχεδιασμό και την υλοποίησή του.

Τέλος, η μετάβαση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας σε συνθήκες πραγματικής εφαρμογής με αποτελεσματικό τρόπο θα μπορούσε να ενσωματώσει και τα παρακάτω σημεία:

- Περαιτέρω εξειδίκευση κι εμπλουτισμός των κριτηρίων αξιολόγησης, με συνεισφορά και των «παικτών», με δημόσια διαβούλευση, στη διαδικασία αυτή, ώστε τα κριτήρια να συμπεριλαμβάνουν και συγκεκριμένους προβληματισμούς τους.
- Χρήση συνετελεστών βαρύτητας για τη σημασία των δεικτών, ώστε τα κριτήρια που αποτιμούνται ως σημαντικότερα για το συγκεκριμένο έργο στην συγκεκριμένη περιοχή να έχουν βαρύνοντα ρόλο στην τελική απόφαση.
- Επανάληψη της διαδικασίας, κρατώντας πλέον μόνο τα κριτήρια που φαίνονται να έχουν την μεγαλύτερη σημασία για τους «παίκτες», κι αξιολογώντας το έργο, στο οποίο θα έχουν ενσωματωθεί και οι όποιες βελτιώσεις με βάση τα συμπεράσματα του πρώτου γύρου.

Βιβλιογραφία

- [1] E. De Bakker, B. Ribeiro, K. Millar, and V. Beekman, "Actors and network activities in the bioeconomy: Reflections on guidelines for participatory approaches," no. 652682, 2016.
- [2] J. B. Holm-nielsen and E. A. Ehimen, "Biomass Supply Chains for Bioenergy and Biorefining"; Woodhead Publishing, 2016.
- [3] R. Sisto, M. van Vliet, and M. Prosperi, "Puzzling stakeholder views for long-term planning in the bio-economy: A back-casting application," *Futures*, vol. 76, pp. 42–54, 2016.
- [4] <http://www.opengov.gr/minenv/?p=6442>. [Accessed: 01-Dec-2016].
- [5] G. Grilli, G. Garegnani, A. Poljanec, A. Ficko, D. Vettorato, I. De Meo, and A. Paletto, "Stakeholder analysis in the biomass energy development based on the experts' opinions: the example of Triglav National Park in Slovenia"; *Folia Forestalia Polonica*, vol. 57, no. August, pp. 173–186, 2015.
- [6] R. K. Mitchell and D. J. Wood, "Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts," vol. 22, no. 4, pp. 853–886, 1997.
- [7] W. Xu, C. Zhou, A. Cao, and M. Luo, "Understanding the mechanism of food waste management by using stakeholder analysis and social network model: An industrial ecology perspective," *Ecol. Modell.*, vol. 337, pp. 63–72, 2016.
- [8] S. Breukers, M. Hisschemöller, E. Cuppen, and R. Suurs, "Analysing the past and exploring the future of sustainable biomass. Participatory stakeholder dialogue and technological innovation systems research," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 81, no. 1, pp. 227–235, 2014.
- [9] C. Macharis, L. Turcksin, and K. Lebeau, "Multi actor multi criteria analysis (MAMCA) as a tool to support sustainable decisions: State of use"; *Decision Support Systems*; nVolume 54, Issue 1, December 2012, Pages 610–620.
- [10] R. S. Schillo, D. A. Isabelle, and A. Shakiba, "Linking advanced biofuels policies with stakeholder interests: A method building on Quality Function Deployment," *Energy Policy*, vol. 100, no. August 2016, pp. 126–137, 2017.
- [11] T. Webler, "Unlocking the Puzzle"; vol. 22, no. 3, pp. 179–189, 2002.
- [12] V. Ortega; "Participatory modeling for sustainable development in water and agrarian systems: potential and limits of stakeholder involvement"; 2011 International Congress European Association of Agricultural Economists
- [13] R. Suurs and M. P. Hekkert, "Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands,"

- Technol. Forecast. Soc. Change, vol. 76, no. 8, pp. 1003–1020, Oct. 2009.
- [14] J. Markard and B. Truffer, “Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework,” *Res. Policy*, vol. 37, no. 4, pp. 596–615, May 2008.
- [15] E. Cuppen, “Diversity and constructive conflict in stakeholder dialogue: Considerations for design and methods”; *Policy Sci.*, vol. 45, no. 1, pp. 23–46, 2012.
- [16] R. Janssen, Z. Kiresiewa, and H. Gerdes, “Results of the BioSTEP stakeholder consultation”; BioSTEP Project deliverable, 2016.
- [17] www.penteli.gov.gr/attachments/article/881/MeletiAeriopoihshXylou.pdf. [Accessed: 01-Nov-2016].
- [18] <http://epsilon-econ.gr/el-GR/μοναδα-βιομαζας-500kw-στη-χαλκηδόνα-θεσσαλονικης>. [Accessed: 01-Nov-2016].
- [19] http://www.mesogianews.gr/markopoulo/9940/Tin_Paraskeui_i_apofasi_gia_tis_3eis_monades.htm. [Accessed: 01-Nov-2016].
- [20] <http://www.amarysia.gr/news-archive/143-politiki/penteli/55671--lr---?showall=1&limitstart=>. [Accessed: 01-Nov-2016].
- [21] http://www.stergiou-kapsalis.gr/images/stories/1amarysia2April14_ergostasio.jpg. [Accessed: 01-Nov-2016].
- [22] <https://prn.gr/2015/01/23/θα-εγκατασταθούν-μονάδες-παραγωγής-η-2>. [Accessed: 01-Nov-2016].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Συμπεράσματα και Προοπτικές

Στο Κεφάλαιο αυτό θα συνοψιστούν τα συμπεράσματα από τα προηγούμενα Κεφάλαια και θα γίνει μία συνολική αποτίμηση της προσφοράς της εργασίας αυτής στη στάθμη των γνώσεων για την περαιτέρω ανάπτυξη του χώρου στην Ελλάδα. Θα προκριθούν επίσης ζητήματα που απαιτούν μεγαλύτερη εμβάθυνση, και εφαρμογή για να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί για την ανάπτυξη της Βιο-οικονομίας.

7.1 Συμπεράσματα

Η διατριβή εστιάζει σε ορισμένα λιγότερο «τεχνικά» θέματα κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία παραγωγικών συστημάτων εφαρμογών Βιο-οικονομίας, προτείνοντας συγκεκριμένη μεθοδολογική προσέγγιση κι εργαλεία. Υπενθυμίζεται ότι ο στόχος είναι να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις που θα ξεμπλοκάρουν τις συγκεκριμένες εφαρμογές και θα δώσουν την επιθυμητή ώθηση στην ανάπτυξη τους. Τα γενικότερα συμπεράσματα που αφορούν σε αυτά κι έχουν ήδη αναφερθεί στα επιμέρους Κεφάλαια της διατριβής συνοψίζονται παρακάτω υπό μορφή απαντήσεων στα αρχικά ερευνητικά ερωτήματα που είχαν τεθεί στο Εισαγωγικό Κεφάλαιο:

1. Πώς δομείται κι αναπτύσσεται μια λειτουργική κι αποτελεσματική εφοδιαστική αλυσίδα βιόμαζας για την παραγωγή βιοκαυσίμων και άλλων «βιο-προϊόντων»; Ποια είναι τα κρίσιμα σημεία για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από την Ε.Ε.;

Ο σχεδιασμός κι η εν συνεχεία βελτιστοποίηση της αλυσίδας παραγωγής αξίας στο πλαίσιο εφαρμογών βιο-οικονομίας, είναι μία ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία που απαιτεί μεγάλο όγκο πληροφοριών. Θα πρέπει ποικίλες ανάγκες και παράμετροι να αξιολογηθούν, σε συνάρτηση πάντα και με τα τοπικά στοιχεία της περιοχής που θα φιλοξενήσει την εφαρμογή.

Ένα κρίσιμο σημείο κατά την μοντελοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ο ορισμός των κρίσιμων παραμέτρων ποιότητας της πρώτης ύλης με βάση και τις τεχνολογίες προκατεργασίας και μετατροπής που θα επιλεγούν. Στην περίπτωση των βιοχημικών μετατροπών η ανάγκη η πηγή άνθρακα να βρίσκεται σε συγκεκριμένη μορφή, ως ζυμώσιμοι υδατάνθρακες, δημιουργεί ένα επιπλέον επίπεδο πολυπλοκότητας, καθώς η διατήρηση αυτών καθ' όλο το μήκος της αλυσίδας αποτελεί έναν από τους παράγοντες ελέγχου όλου του συστήματος.

Ο σχεδιασμός μίας τέτοιας αλυσίδας θα απαιτήσει τη συσχέτιση των παραμέτρων αυτών με:

◀ Την χωρική διάσταση

- διασπορά πηγών βιόμαζας,
- χωρική τοποθέτηση των διεργασιών προκατεργασίας (κεντρικές ή αποκεντρωμένες μονάδες προκατεργασίας),
- χαρακτηριστικά δικτύου μεταφοράς

◀ Την χρονική διάσταση

- εποχικότητα διάθεσης πρώτων υλών,

- χρόνος που απαιτείται για τη συλλογή των πρώτων υλών,
- χρονική διαθεσιμότητα εξοπλισμού,
- σταθερότητα ποιότητας πρώτων υλών με τον χρόνο (που θα ορίσει τη μορφή, τη διάρκεια και τις συνθήκες αποθήκευσης)

◀ Την περιβαλλοντική διάσταση

- ενεργειακές δαπάνες αλυσίδας,
- εκπομπές CO₂-eq της αλυσίδας,
- διατήρηση ποιοτικών χαρακτηριστικών εδάφους,
- διαχείριση υδάτινων πόρων,

◀ Την κοινωνική διάσταση

- απασχόληση,
- οικονομικοί δείκτες,
- δεκτικότητα καινοτομίας,
- κοινωνικά χαρακτηριστικά σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο

2. Πώς μπορεί να εκτιμηθεί το δυναμικό των βιολογικών πρώτων υλών που μπορούν να αξιοποιηθούν για συγκεκριμένες εφαρμογές;

Προτάθηκε μία μεθοδολογική προσέγγιση που στοχεύει να αποτελέσει ένα εργαλείο κατά την λήψη αποφάσεων και τον σχεδιασμό σε τεχνικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Μπορεί να εφαρμοστεί, μετά από κατάλληλη προσαρμογή, σε οποιαδήποτε αλυσίδα παραγωγής βιο-ενεργειακών ή και άλλων προϊόντων βιο-οικονομίας, και να παρέχει το δυναμικό παραγωγής τους. Αυτές οι προσαρμογές θα αφορούν στα κρίσιμα τεχνικά χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης που θα επηρεάζουν άμεσα την προκατεργασία και τις διεργασίες μετατροπής για την παραγωγή των βιοενεργειακών προϊόντων (ζυμώσιμα σάκχαρα για τις βιοχημικές μεθόδους, περιεκτικότητα σε έλαια για το βιοντίζελ, θερμογόνος δύναμη για θερμοχημικές μεθόδους κτλ.), και τα οποία θα πρέπει να οριστούν εξαρχής.

Σημειώνουμε ότι, στην αναλυτική χαρτογράφηση όπως παρουσιάστηκε στη διατριβή, τροποποιήσεις των επιλεγμένων, εν δυνάμει, πρώτων υλών, θα είναι απαραίτητες στην περίπτωση που η μελέτη αφορά σε άλλη τεχνολογία μετατροπής, π.χ. δασικά υπολείμματα και ξυλεία θα έπρεπε να συμπεριληφθούν στην περίπτωση που

εστιάζουμε σε θερμοχημική μετατροπή για το τελικό προϊόν.

Η μελλοντική ταυτόχρονη και ανομοιογενής ανάπτυξη διαφόρων τεχνολογιών παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων, σε συνθήκες πλήρους ανταγωνισμού θα επηρεάσουν αναπόφευκτα και τη διαθεσιμότητα των πρώτων υλών για την παραγωγή Βιο-υδρογόνου, όπως εκτιμήθηκαν στη διατριβή. Κατά προέκταση οι απόλυτες τιμές του εκτιμώμενου δυναμικού που βασίζονται στα πιο πρόσφατα στατιστικά δεδομένα για την Ε.Ε., τις χώρες ή τις περιφέρειες αποτελούν δεδομένα περιορισμένης και προσωρινής χρηστικότητας. Από την άλλη, η συγκεκριμένη μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί για σειρά παρελθόντων ετών και με βάση συγκεκριμένα σενάρια χρήσης γης και τεχνολογικής εξέλιξης. Αυτό θα επέτρεπε την αναγνώριση τάσεων αλλά θα αποτελούσε κι οδηγό για παρεμβάσεις πολιτικής.

Το δυναμικό πηγών υδατανθράκων εκτιμήθηκε να υπερβαίνει τους 300 Mt/a, με το μεγαλύτερο του μέρος (περίπου 80%) να προέρχεται από αγροτικά και αγροβιομηχανικά απόβλητα και παραπροϊόντα, χωρίς να προϋποτίθεται η αλλαγή χρήσης γης, και χωρίς άμεση επίδραση στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων. Ωστόσο, δεν πρέπει να υποτιμηθεί, η έμμεση επίδραση που μπορεί να υπάρξει από την ανάγκη αντικατάστασης της τρέχουσας χρήσης των υπολειμμάτων που μπορεί να παρουσιαστεί, δεδομένου ότι αρκετά συχνά αυτή σχετίζεται με ζωοτροφές.

Το θεωρητικό δυναμικό, που εκτιμήθηκε δεν λαμβάνει υπόψιν κανένα περιορισμό για τη διαθεσιμότητα του δυναμικού αυτού, όπως είναι ο ανταγωνισμός από άλλες τεχνολογίες βιο-ενεργειακών προϊόντων. Ωστόσο, ακόμη και με αυτό τον ανταγωνισμό, ένα σημαντικό κλάσμα του (αυτό με την χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και υψηλή υγρασία), εκτιμάται ότι θα παραμένει διαθέσιμο στην Ε.Ε. για χρήση στην τεχνολογία παραγωγής Βιο-υδρογόνου που μελετήθηκε.

Τα σακχαρούχα φυτά, είτε πρόκειται για το σακχαρούχο σόργο, είτε για το σακχαρότευτλο, ή άλλα μελλοντικά εναλλακτικά φυτά, αναμένεται να λειτουργήσουν ως πρωτοπόροι των μελλοντικών εφαρμογών, με δεδομένη της ευκολία στη ζύμωση των σακχάρων που προσφέρουν, αλλά και την εν δυνάμει διαθεσιμότητά τους. Σημειώνεται ότι και η αναδιάρθρωση της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής της Ε.Ε. θα συμβάλει επίσης προς αυτή την κατεύθυνση. Ακόμη, τα αγροτικά υπολείμματα που προέρχονται από δημητριακά, όπως τα άχυρα, αποτελούν επίσης σημαντικό «παίκτη» στην αλυσίδα παραγωγής Βιο-υδρογόνου, λαμβάνοντας ωστόσο υπόψιν τις αρκετές ανταγωνιστικές περιοχές εφαρμογής και τις πρόσθετες διεργασίες προκατεργασίας.

3. Πώς θα μπορούσαν να αναπτυχθούν συγκεκριμένες στρατηγικές και πολιτικές, κατάλληλες και προσαρμοσμένες στις τοπικές ιδιαιτερότητες, εντός της Ε.Ε., ώστε να έχουμε αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των βιολογικών πόρων, κι εν τέλει αύξηση του μεγέθους της Βιο-οικονομίας με όρους αειφορίας;

Για το σκοπό του συγκεκριμένου ερωτήματος αναγνωρίστηκαν τέσσερις τυπολογίες των χωρών της Ε.Ε. με βάση ένα μοντέλο τεσσάρων διαστάσεων. Στη συνέχεια αξιολογήθηκαν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της καθεμιάς από τις επιμέρους ομάδες χωρών. Σύμφωνα με αυτά:

Υπάρχει μία ποσοτική επικράτηση ως προς το διαθέσιμο δυναμικό της ομάδας “Industrial North”, μολονότι οι τρέχουσες τάσεις στην παραγωγή προϊόντων ενέργειας από βιόμαζα δείχνουν ότι η ομάδα “Green West” αποτελεί τον κύριο παίκτη του χώρου.

Η ομάδα “Emerging East” φαίνεται να διαθέτει τις μεγαλύτερες δυνατότητες για την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλων εκτάσεων αγρανάπαυσης στην περιοχή αυτή.

Η περίπτωση της ομάδας “Rural South”, επίσης, εμφανίζει μεγάλες προοπτικές για ενεργειακές καλλιέργειες, ακόμη και χωρίς να ληφθούν υπόψιν εκτάσεις που ενδέχεται να απελευθερωθούν κατά τις δομικές αλλαγές της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής.

Ο ρόλος κι η συνεισφορά των αγροτικών υπολειμμάτων σε οποιονδήποτε από τους 4 τύπους συστημάτων είναι κεφαλαιώδους σημασίας. Αυτό επανεπιβεβαιώνει την αναμενόμενη μελλοντική επίδραση των λιγνοκυτταρινούχων πρώτων υλών στην εκτεταμένη εφαρμογή οποιασδήποτε τεχνολογίας προϊόντων βιοενέργειας.

Στο καθένα από τους 4 διαφορετικούς τύπους συστημάτων διακρίνονται μία ή δύο χώρες οι οποίες θα αποτελέσουν την ατμομηχανή ως προς τη δυνατότητα παραγωγής βιο-υδρογόνου. Αυτό οφείλεται κυρίως στον ήδη υπαρκτό ισχυρό πρωτογενή ή/και δευτερογενή τομέα των χωρών αυτών. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα πιο πρόσφατα στατιστικά δεδομένα για τις χώρες αυτές, ως προς την έκταση των παραγόμενων ενεργειακών προϊόντων που βασίζονται στη βιόμαζα. Σε αυτό το πλαίσιο: η Γερμανία κι η Αγγλία στην ομάδα “Green West”, η Γαλλία κι η Ιταλία στην “Industrial North”, η Ισπανία στην “Rural South”, κι η Πολωνία και Ρουμανία στην “Emerging East”, μπορούν να θεωρηθούν οι κρίσιμοι παίκτες, κι η αλλαγή των χαρακτηριστικών τους με βάση το μοντέλο που έχει αναπτυχθεί, που θα τις οδηγούσε να ανήκουν σε μία από τις υπόλοιπες ομάδες θα άλλαζε σημαντικά τον χάρτη της βιο-οικονομίας στην Ε.Ε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η αύξηση της ταυτόχρονης παραγωγής συν-προϊόντων/παρα-προϊόντων και μάλιστα σε αντιστρόφως ανάλογο βαθμό με την

αποτελεσματικότητα των διεργασιών, καθιστά πολύ σημαντική την εύρεση αποτελεσματικού τρόπου αξιοποίησης τους για την βιωσιμότητα κι αειφορία της τεχνολογίας που μελετάται. Η εύρεση νέων αγορών για αυτά, όπως π.χ. νέα χημικά από την λιγνίνη, ή επαναπροώθηση τους σε αγορά από την οποία γίνεται ο «δανεισμός τους», π.χ. αγορά ζωοτροφών, και εδαφοβελτιωτικών αποτελεί τις προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει η έρευνα.

Η κινητοποίηση και των τεσσάρων ομάδων χωρών, ή ακόμη καλύτερα των 4 τύπων περιοχών όπως αυτές θα διαμορφώνονται σε περιφερειακό επίπεδο, μέσω εξειδικευμένων πολιτικών και στρατηγικών εργαλείων φαίνεται να είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός διάχυσης των τεχνολογιών βιοκαυσίμων και προϊόντων βιοενέργειας στην Ε.Ε. Η τρέχουσα κατάσταση δείχνει ότι μέχρι στιγμής λίγες είναι οι χώρες που σηκώνουν το βάρος της μαζικής παραγωγής σχετικών προϊόντων ανά την Ευρώπη.

Το πεδίο μελέτης περιορίστηκε σε επίπεδο ανάλυσης NUT0. Περαιτέρω μελέτη που θα εστιάζει σε επίπεδο NUT1 ή ακόμη και NUT2, θα διευκολύνει την ομαδοποίηση Ευρωπαϊκών περιφερειών, όπου εξειδικευμένες πολιτικές σε περιφερειακό επίπεδο θα μπορούν να αναπτυχθούν ευκολότερα, ώστε να υπάρξει η επιθυμητή ενσωμάτωση εφαρμογών της Βιο-οικονομίας στην Ε.Ε. Αλλά, ακόμη, θα μπορεί να υπάρξει διάχυση των θετικών κι αρνητικών παραδειγμάτων ανάμεσα στις ομοειδείς περιοχές.

4. Πώς σε περιφερειακό επίπεδο μπορούν να σχεδιαστούν συστήματα παραγωγής βιοενεργειακών προϊόντων, προσαρμοσμένα στα τοπικά χαρακτηριστικά;

Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου ερωτήματος υπήρξε μελέτη δύο περιπτώσεων, σε περιφέρειες αντιπροσωπευτικές του Νότου (Θεσσαλία/Ελλάδα) και της Κεντρικής Ευρώπης (Ρότερνταμ/Ολλανδία). Τα κύρια ευρήματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δύο αυτών μελετών παρουσιάζονται παρακάτω:

- Το εκτιμώμενο δυναμικό βιολογικών πόρων, καλύπτει τις μελλοντικές ανάγκες, σε βιο-υδρογόνο ακόμη και σε συνθήκες σχετικού ανταγωνισμού από άλλες ενεργειακές τεχνολογίες. Ωστόσο, η οικονομική βιωσιμότητα κι αειφορία τέτοιων συστημάτων εκτιμάται ότι θα είναι σε άμεση συνάρτηση με τη βελτίωση των αποδόσεων των διεργασιών προκατεργασίας και μετατροπής σε υδρογόνο, καθώς και με τη βέλτιστη αξιοποίηση των παραπροϊόντων, με μία προσέγγιση βιοδιυλιστηρίου, που θα προκύπτουν από το κάθε στάδιο της αλυσίδας παραγωγής.
- Σε συνθήκες πλήρους ανάπτυξης εφαρμογών Βιο-οικονομίας, οι ανταγωνιστικές εφαρμογές, θα περιόριζαν περαιτέρω την όποια

διαθεσιμότητα των πρώτων υλών. Κατά προέκταση, ταυτόχρονη έρευνα τόσο στη διάσταση της βελτίωσης των τεχνολογικών δεικτών της παραγωγής υδρογόνου με ζύμωση, όσο και της διεύρυνσης του εύρους των τεχνο-οικονομικά εκμεταλλεύσιμων πρώτων υλών βιόμαζας (μέσα και από κατάλληλες παρεμβάσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα) είναι απαραίτητη.

- Το σακχαρότευτλο αποτελεί την πιο υποσχόμενη και άμεσα αξιοποιήσιμη πρώτη ύλη για την Θεσσαλία με τις όποιες επιφυλάξεις για τις υψηλές απαιτήσεις των καλλιεργειών της σε νερό. Το «ενεργειακό τεύτλο» ή άλλα σακχαρούχα φυτά (π.χ. σόργο) μπορούν να αποτελέσουν την εναλλακτική λύση. Σε κάθε περίπτωση εκτιμάται ότι η συγκεκριμένη πρώτη ύλη θα παίξει κρίσιμο ρόλο στην αρχική φάση εφαρμογών της εξεταζόμενης τεχνολογίας.
- Η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών κι η τοπική εκμετάλλευση τους θα προσφέρει λύση σε δύο τουλάχιστον προβλήματα του αγροτικού τομέα:
 - ❖ Μείωση ποσόστωσης ζάχαρης για την Ελλάδα με συνεπαγόμενη διακοπή λειτουργίας του εργοστασίου της EBZ Λάρισας.
 - ❖ Ανάγκη για αλλαγή χρήσης γης για τις καλλιέργειες βάμβακος βάσει ΚΑΠ
- Οι ήδη υπάρχουσες μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων εκτιμάται ότι θα επηρεάσουν ποικιλοτρόπως την επικράτηση της εξεταζόμενης τεχνολογίας. Έτσι:
 - ❖ Η δράση τους θα είναι θετική, στην αρχική φάση εκκίνησης πιλοτικών μονάδων παραγωγής βιο-υδρογόνου, καθώς θα παρέχουν την απαραίτητη υποδομή για τη μικρής κλίμακας παραγωγή.
 - ❖ Πιθανή, ωστόσο, αρνητική τους δράση αναμένεται κατά την περαιτέρω επέκταση της τεχνολογίας λόγω κυρίως του ανταγωνισμού ως προς την χρήση γης.
 - ❖ Η όποια επιτυχία των βιοκαυσίμων 1^{ης} γενιάς, ως προς την επενδυτική, κοινωνική και περιβαλλοντική τους διάσταση θα δημιουργήσει το θετικό υπόβαθρο και για κάθε μελλοντική τεχνολογική εξέλιξη στον χώρο.
- Η ακύρωση του σχεδίου για την μετατροπή του εργοστασίου παραγωγής ζάχαρης της EBZ στη Λάρισα, σε εργοστάσιο παραγωγής βιο-αιθανόλης, θα μπορούσε να αποτελέσει ευκαιρία για την διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης της τεχνολογίας Hynvolution στην περιοχή. Σημειώνεται ότι, το συγκριτικό πλεονέκτημα της εξεταζόμενης τεχνολογίας, δηλαδή η δυνατότητα δημιουργίας μονάδων μικρού δυναμικού, με σχετικά μικρό αρχικό κόστος

επένδυσης, αποτελεί και την απάντηση στους βασικούς λόγους ακύρωσης του σχεδίου (υψηλή αρχική επένδυση που καθιστούσε απαγορευτική την διακινδύνευση της, υπό τις παρούσες συνθήκες). Ο μεγαλύτερος δείκτης διακινδύνευσης, ωστόσο, που θα συνεπάγεται το γεγονός της πρώιμης φάσης ανάπτυξης της τεχνολογίας αυτής, αποτελεί ένα προφανές αντικίνητρο.

- Η παροχή κινήτρων, κυρίως στις αγρο-βιομηχανικές μονάδες και στις ήδη υπάρχουσες μονάδες παραγωγής βιοντίζελ, με απώτερο στόχο τη βελτίωση των δεικτών αειφορίας του συνόλου του ενεργειακού συστήματος, θα είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία της μετάβασης σε πιο αποτελεσματικά βιοκαύσιμα.
- Η ενεργός συμμετοχή και των ευρύτερων τοπικών αγροβιομηχανικών μονάδων θα παίζει σημαντικό ρόλο στην βιωσιμότητα και στην αειφορία της όποιας προσπάθειας. Ειδικότερα, το πίτουρο που παράγεται από τοπικούς αλευρόμυλους μπορεί να αξιοποιηθεί, σε πιθανή συνέργεια με αυτούς, για την παραγωγή υδρογόνου.
- Οι εισαγόμενες πρώτες ύλες αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στη διαθεσιμότητα πρώτων υλών, έστω κι έμμεσα, καθώς η διαθεσιμότητα συγκεκριμένων πρώτων υλών, όπως το πίτουρο σιταριού, θα είναι σε συνάρτηση με την ανάπτυξη των μονάδων επεξεργασίας σιταριού. Ωστόσο, οι μονάδες αυτές τροφοδοτούνται σε μεγάλο βαθμό και με εισαγόμενες, στην περιοχή, πρώτες ύλες.
- Λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες, όπως το άχυρο κριθαριού (ή και μελλοντικά σιταριού, με την βελτίωση των τεχνικών προκατεργασίας του) μπορούν να αξιοποιηθούν σε μικρές, αποκεντρωμένες μονάδες, λόγω και της μεγάλης χωρικής τους διασποράς.
- Η απαιτούμενη γη για την εγκατάσταση των αντιδραστήρων φωτοχημικής ζύμωσης, όπου οι ανάγκες στην παρούσα φάση εκτιμώνται στα 60 ha για μία μονάδα των 2 MW με προοπτική αυτή να περιοριστεί στα 10 ha όταν υπάρξει βελτιστοποίηση των διεργασιών, αποτελεί έναν επιπλέον παράγοντα που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη, ειδικότερα στην περίπτωση περιοχών όπου υπάρχει περιορισμένη διαθεσιμότητα γης. Στην περίπτωση της Θεσσαλίας υπάρχει σχετική διαθεσιμότητα γης, τουλάχιστον για την φάση εκκίνησης, καθώς μπορεί να αξιοποιηθεί αγροτική γη χαμηλής ποιότητας για αυτό το σκοπό.
- Τα σενάρια παραγωγής ενεργειακών φυτών στην Θεσσαλία, ακόμη κι αυτά με τις πιο συντηρητικές υποθέσεις, αυξάνουν σημαντικά το δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου στην περιοχή. Σύμφωνα, λοιπόν με το σενάριο «μέγιστης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών», το **2.5 έως 4.7%** των

ενεργειακών αναγκών του τομέα των μεταφορών (ή 1.0 έως 1.9% των προβλεπόμενων συνολικών ενεργειακών αναγκών) της Ελλάδας για το 2020, μπορούν να καλυφθούν από το υδρογόνου που θα παράγεται στην περιφέρεια της Θεσσαλίας με την τεχνολογία “Hyvolution”.

- Σημειώνεται ότι παρά τις αισιόδοξες εκτιμήσεις ως προς το δυναμικό των πρώτων υλών, το γεγονός ότι το 70% των βιοκαυσίμων προβλέπεται μέχρι το 2020 να εξακολουθούν να είναι πρώτης γενιάς θα περιορίζει σημαντικά την διαθεσιμότητα τους για τη τεχνολογία που εξετάζεται. Ωστόσο, η ανάπτυξη των τεχνολογιών υδρογόνου θα καθιστά εφικτή την, έστω και μικρή, συνεισφορά της τεχνολογίας αυτής στο συνολικό ισοζύγιο του παραγόμενου υδρογόνου.
- Στην περίπτωση της περιοχής του Ρότερνταμ, η βιωσιμότητα και αειφορία μονάδων που θα είναι σε συνέργεια με τις μονάδες επεξεργασίας πατάτας θα εξαρτηθεί από:
 - ❖ την ανταγωνιστικότητα της τεχνολογίας αυτής σε σχέση με την τεχνολογία βιοαερίου, ή τη χρήση φυσικού αερίου για τις ανάγκες της μονάδας
 - ❖ τη δυνατότητα πώλησης των δικαιωμάτων διοξειδίου του άνθρακα που θα προκύψουν για την μονάδα τροφίμων
 - ❖ την αποδεδειγμένα αξιόπιστη λειτουργία της μονάδας βιο-υδρογόνου, καθώς η μακροχρόνια αποθήκευση των παραπροϊόντων/αποβλήτων είναι ανεπιθύμητη
 - ❖ την αξιοποίηση των παράπλευρων προϊόντων της μονάδας υδρογόνου
 - ❖ την αποτίμηση άλλων επιπτώσεων των μονάδων βιο-υδρογόνου στην ευρύτερη περιοχή, όπως ασφάλεια κτλ.
- Δεδομένου ότι ενδέχεται μία μονάδα βιο-υδρογόνου που θα λειτουργεί σε συνέργεια με υπάρχουσα μονάδα τροφίμων (επεξεργασία πατάτας, αλευρόμυλοι κτλ.) να μην διασφαλίζει σε μόνιμη βάση την πρώτη ύλη που χρειάζεται, η ευελξία, που θα επιτρέπει τον εφοδιασμό με σειρά διαφορετικών πρώτων υλών, θα είναι ένας κρίσιμος παράγοντας βιωσιμότητας

5. Πώς μπορούν να αναπτυχθούν καλές πρακτικές για την αξιοποίηση της κάθε διαθέσιμης πρώτης ύλης, βιόμαζας;

Η εφαρμογή της ολιστικής προσέγγισης ως προς το εξεταζόμενο σύστημα, παρέχει τα απαραίτητα μεθοδολογικά εργαλεία για την αποτίμηση και επιλογή των καταλληλότερων πρώτων υλών, τεχνολογιών, και συνδυασμένων στρατηγικών αξιοποίησης πόρων υπό συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες. Για την ανάπτυξη των οδηγιών «Ορθών Πρακτικών», δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων 8 βασικών κεφαλαίων, στα οποία παρέχονται οι απαραίτητες πληροφορίες και δεδομένα για τις υποψήφιες προς χρήση πρώτες ύλες. Τα ενδεικτικά αποτελέσματα για το σακχαρότευτλο και το άχυρο κριθαριού παρουσιάστηκαν στη διατριβή.

- Το σακχαρότευτλο ως μια άμεσα διαθέσιμη, βοηθούντων και των συνθηκών με το καθεστώς ζάχαρης στην Ε.Ε., πρώτη ύλη, αναμένεται να παίξει σημαντικό ρόλο, σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα, στην υπό διαμόρφωση Βιο-οικονομία. Το γεγονός της εύκολης ζυμωσιμότητας της, αλλά και οι προϋπάρχουσες υποδομές και τεχνογνωσία προσμετρώνται ως επιπλέον πλεονέκτηματα.
- Το άχυρο κριθαριού, από την άλλη, όντας ένα αγροτικό παραπροϊόν, είναι πιο απαιτητικό ως προς τις διεργασίες προκατεργασίας και μετατροπής, οπότε και θα πρέπει να ιδωθεί ως μία μεσομακροπρόθεσμη επιλογή, υπό την προϋπόθεση ότι τόσο η αποτελεσματικότητα των διεργασιών όσο και η αξιοποίηση των παραπροϊόντων του θα βελτιστοποιηθούν. Το γεγονός της εξάρτησης της διαθεσιμότητάς του, εν μέρει, και από την πορεία των κλάδων αξιοποίησης του κύριου προϊόντος του φυτού (άλευρα, μύρα, κ.α.) προσθέτει έναν επιπλέον παράγοντα αβεβαιότητας και διακινδύνευσης, σε περίπτωση επιλογής του, ως αποκλειστική πρώτη ύλη.

6. Πώς αντιμετωπίζονται οι διάφοροι εμπλεκόμενοι «παίκτες» στην αλυσίδα παραγωγής και χρήσης βιοενεργειακών προϊόντων, ώστε να μεγιστοποιούνται οι συνεργιστικές και να ελαχιστοποιούνται οι ανταγωνιστικές τάσεις, καθόλη τη διάρκεια ζωής μονάδων αξιοποίησης βιόμαζας;

Η συμμετοχή των εμπλεκόμενων παικτών, «stakeholders», στη διαδικασία αλληψης αποφάσεων από τις πρώτες φάσεις σχεδιασμού και υλοποίησης σχετικών έργων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματική ενσωμάτωση τους στο τοπικό σύστημα υποδοχής.

Τα συμπεράσματα από την πειραματική εφαρμογή της προτεινόμενης συμμετοχικής διαδικασίας μπορούν να έχουν, εκ των πραγμάτων, μόνο κάποια ενδεικτική ισχύ, παρέχοντας ωστόσο ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες, ειδικότερα μέσα από τα

επαναλαμβανόμενα ή εκ διαμέτρου αντίθετα αποτελέσματα που μπορούν να εμφανίζονται κατά τις επαναλήψεις του πειράματος.

Έτσι, ένα πρώτο συμπέρασμα που προκύπτει είναι η πρωτεύουσα σημασία που δίνεται στην «περιβαλλοντική» διάσταση των έργων. Γεγονός, εκ πρώτης όψης, όχι αυτονόητο, ειδικότερα λαμβάνοντας υπόψιν ότι η περίοδος που έλαβαν χώρα τα πειράματα είναι κι η περίοδος της έντονης οικονομικής κρίσης. Ωστόσο, η σύγκλιση σε αυτή τη διάσταση, σε συνδυασμό με τις έντονες κοινωνικές αντιδράσεις κι επιφυλάξεις που φαίνεται να εκφράζονται και για τα τρία έργα στην ευρύτερη κοινωνία, καθιστά το θέμα της περιβαλλοντικής διάστασης το πλέον σημαντικό κατά το σχεδιασμό του έργου.

Τα δεδομένα πλεονεκτήματα της χρήσης βιόμαζας για την παραγωγή βιοενεργειακών προϊόντων, έστω κι αν αυτή η βιόμαζα προέρχεται από απόβλητα ή υπολείμματα, δεν φαίνεται να λειτουργεί αυτομάτως θετικά στην αντίληψη των «παικτών» του συστήματος. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε σχετική προσπάθεια, θα πρέπει να παρέχει τεκμηριωμένα στοιχεία για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καταρχήν στην τοπική/περιφερειακή κλίμακα, αλλά και σε ένα δεύτερο επίπεδο να αναδεικνύει με ποσοτικό τρόπο τις συνολικότερες περιβαλλοντικές ωφέλειες που θα συνεπάγεται η εφαρμογή.

Υπήρξε, επίσης, σύγκλιση σε θέση υψηλής προτεραιότητας, και στις τρεις επαναλήψεις, για την «τοπική οικονομία» με προσδοκώμενες θετικές επιπτώσεις ενός σχετικού έργου σε αυτήν. Το γεγονός ότι προκρίθηκε η «τοπική οικονομία» σε σχέση με το κριτήριο της απασχόλησης, και για τις τρεις χρονιές, είναι ενδεικτικό των προσδοκιών που υπάρχουν από έργα βιο-οικονομίας. Οι θέσεις εργασίας, προφανώς εξακολουθούν και είναι ένας από τους βασικούς λόγους αυτής της επιλογής, καθώς έτσι κι αλλιώς κι αυτό το κριτήριο βρίσκεται αρκετά υψηλά στις προτιμήσεις, αλλά δεν είναι ο μοναδικός. Τα παράπλευρα οικονομικά οφέλη για την τοπική κοινωνία αξιολογούνται ως εξίσου σημαντικά, όπως η πρόσβαση της, με ευνοηκότερους όρους στο ενεργειακό προϊόν ή στο παραπροϊόν της διαδικασίας, που θα αύξαναν την προστιθέμενη αξία του όλου εγχειρήματος. Ακόμη, και η γενικότερη υπεραξία που θα παραχθεί καθόλο το μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού και παραγωγής, που ξεκινά από τον αγρό ή το δάσος και καταλήγει στο τελικό ενεργειακό προϊόν αποτελεί κομμάτι της συνεισφοράς του κάθε σχετικού έργου στην τοπική οικονομία.

Η χαρτογράφηση των σχέσεων συμμαχίας κι αντιπαλότητας φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητη ως προς το συγκεκριμένο έργο που αξιολογείται. Έτσι, οι τρεις επαναλήψεις δίνουν έναν αρκετά διαφορετικό χάρτη συμμαχιών την κάθε φορά. Κατά προέκταση η αποτίμηση των τοπικών δυναμικών, στη βάση ενός συγκεκριμένου σχεδίου φαίνεται να γίνεται ακόμη πιο σημαντική στην φάση της λήψης αποφάσεων για τον σχεδιασμό και την υλοποίησή του.

Τέλος, η μετάβαση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας σε συνθήκες πραγματικής εφαρμογής με αποτελεσματικό τρόπο θα μπορούσε να ενσωματώσει και τα παρακάτω σημεία:

- Περαιτέρω εξειδίκευση κι εμπλουτισμός των κριτηρίων αξιολόγησης, με συνεισφορά και των «παικτών», με δημόσια διαβούλευση, στη διαδικασία αυτή, ώστε τα κριτήρια να συμπεριλαμβάνουν και συγκεκριμένους προβληματισμούς τους.
- Χρήση συνετελεστών βαρύτητας για τη σημασία των δεικτών, ώστε τα κριτήρια που αποτιμούνται ως σημαντικότερα για το συγκεκριμένο έργο στην συγκεκριμένη περιοχή να έχουν βαρύνοντα ρόλο στην τελική απόφαση.
- Επανάληψη της διαδικασίας, κρατώντας πλέον μόνο τα κριτήρια που φαίνονται να έχουν την μεγαλύτερη σημασία για τους «παίκτες», κι αξιολογώντας το έργο, στο οποίο θα έχουν ενσωματωθεί και οι όποιες βελτιώσεις με βάση τα συμπεράσματα του πρώτου γύρου.

7.2 Προτάσεις - Προοπτικές

Τα ευρήματα της παρούσας διατριβής αναδεικνύουν την ανάγκη για περαιτέρω εμβάθυνση, σε μία σειρά από ζητήματα που θα διευκολύνουν την πορεία προς την ανάπτυξη της Βιο-οικονομίας, στο πλαίσιο και των προτεραιοτήτων σε επίπεδο της Ε.Ε. και της χώρας. Ορισμένα από αυτά, ως εν δυνάμει αντικείμενα ερευνητικών έργων ή και διατριβών, καταγράφονται παρακάτω:

- Χαρτογράφηση ιδιαίτερων χαρακτηριστικών Βιο-οικονομίας κάθε περιφέρειας στην Ελλάδα, και δημιουργία σεναρίων και οδικού χάρτη για την ανάπτυξη τους. Μέσα από αυτή τη διαδικασία θα μπορούν να αναδειχθούν οι «Βιο-οικονομίες» της χώρας, και να χαραχτεί στρατηγική προσαρμοσμένη σε κάθε περιφέρεια για τη βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων.
- Δημιουργία εμπλουτισμένης βάσης δεδομένων- φακέλων, για τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα είδη/πρώτες ύλες στην Ελλάδα, στο πρότυπο των φακέλων που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 5. Η γνώση του πλήρους χάρτη των διαθέσιμων πρώτων υλών, και της καταλληλότητας τους για χρήση από διάφορες τεχνολογικές επιλογές θα αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη των διαφόρων εφαρμογών Βιο-οικονομίας.
- Επέκταση εργαλείων αξιολόγησης τεχνο-οικονομικής βιωσιμότητας και κοινωνικο-περιβαλλοντικής αειφορίας, με τρόπο που να περιλαμβάνουν αφενός την πλήρη αλυσίδα, με όλα τα, διευρημένα, παραγωγικά στάδια (από

τον αγρό μέχρι την τελική χρήση), αφετέρου προσαρμοσμένα και για διαφορετικά τεχνολογικά μονοπάτια και τελικά προϊόντα.

- Η χρήση υπολειμματικής μορφής βιόμαζας αναμένεται να κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος τα επόμενα χρόνια έναντι των ενεργειακών καλλιεργειών. Έτσι, η διερεύνηση των προοπτικών αύξησης της διαθεσιμότητας τέτοιας βιόμαζας στις δυο παρακάτω κατευθύνσεις θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο έρευνας:
 - ❖ Η καλλιέργεια διαφορετικών ποικιλιών που θα παρέχουν μεγαλύτερες ποσότητες αγροτικών υπολειμμάτων χωρίς να υπάρχει σημαντική μεταβολή στην παραγόμενη ποσότητα και ποιότητα του κύριου προϊόντος της καλλιέργειας. Με δεδομένο ότι αρκετές από τις ποικιλίες που ήδη καλλιεργούνται έχουν επιλεγεί με κριτήρια κυρίως παράδοσης, εκτιμούμε ότι υπάρχουν αρκετά περιθώρια βελτιστοποίησης προς αυτή την κατεύθυνση.
 - ❖ Η δημιουργία νέων διαχειριστικών συστημάτων υπολειμμάτων και αποβλήτων διατροφής. Το γεγονός ότι αρκετά μεγάλο ποσοστό του εκτιμώμενου δυναμικού βιόμαζας παραμένει αναξιοποίητο, και πρακτικά μη προσβάσιμο οδηγεί στην ανάγκη μιας διαφορετικής προσέγγισης του. Οι νέες εφαρμογές Βιο-οικονομίας, υψηλής προστιθέμενης αξίας, θα παρέχουν και τα απαραίτητα κίνητρα για έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση. Ήδη υπάρχοντα συστήματα, όπως αυτό της συλλογής τηγανελαιών, τα οποία δημιουργήθηκαν μόλις τα τελευταία χρόνια θα πρέπει να μελετηθούν και να αποτελέσουν οδηγό.
- Εφαρμογή του παιγνίου λήψης αποφάσεων σε πραγματικές συνθήκες, με πραγματικούς εκπροσώπους των εμπλεκόμενων φορέων για έργα/επενδύσεις που προγραμματίζονται να μπου σε εφαρμογή στα επόμενα χρόνια.
- Διεπιστημονικά έργα που θα διερευνούν τις κοινωνικο-οικονομικές διαστάσεις της ανάπτυξης των βιο-οικονομικών εφαρμογών υπό διαφορετικές τοπικές συνθήκες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1

Πίνακας Π1.1: Αποδελτίωση βιβλιογραφίας για τη μεταφορά και διαχείριση της βιόμαζας

	1 [28]	2 [29]	3 [33]	4 [24][34][35]	5 [36]
Τύπος βιόμαζας που μελετάται	Αρχικώς δασική βιόμαζα με δυνατότητα εφαρμογής τόσο σε ενεργειακά φυτά όσο και σε αγροτικά υπολείμματα.	Αρχικώς για σακχαροκάλαμο και σακχαρούχο σόργο, Εφαρμόσιμο σε οποιαδήποτε βιόμαζα που θα μεταφερθεί από την περιοχή μελέτης	Αγροτικά υπολείμματα (άχυρο) , Ξυλεία από δάση, Υπολείμματα δασικών διεργασιών.	Άχυρο δημητριακών	Ιτιά
Στόχος και προσέγγιση μοντελοποίησης	Ένα απλό μοντέλο υπολογισμού του κόστους μεταφοράς για τη συλλογής της βιόμαζας για την παράδοση της σε μία κεντρική μονάδα αξιοποίησης. Οι παράμετροι του μοντέλου είναι ομαδοποιημένες σε απόσταση και γεωμετρικούς παράγοντες.	Βασισμένη στην προσέγγιση του 1, Προσδιορισμός του βέλτιστου μεγέθους μονάδας με βάση το κόστος.	Υποθέτει μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που θα παραμένουν λειτουργικές επί 30 χρόνια, Η πλήρης εφοδιαστική αλυσίδα από τη συλλογή μέχρι την μετατροπή λαμβάνεται υπόψιν, Η μελέτη αναφέρεται σε συγκεκριμένα τοπικά χαρακτηριστικά του Δυτικού Καναδά, Συνυπολογίζεται το κόστος εναλλακτικών εφοδιαστικών αλυσίδων,	Προσέγγιση μοντέλου δυναμικής προσομοίωσης (Dynamic simulation modeling), Αξιολόγηση και βελτιστοποίηση υπάρχοντων ή εν δυνάμει εναλλακτικών για την διαχείριση του αχύρου Η αποδοτικότητα του συστήματος, το κόστος και οι ενεργειακές ανάγκες λαμβάνονται υπόψιν,	Αλυσίδες εφοδιασμού ελαχίστου κόστους Μείωση του κόστους χάριν σε αποφάσεις αλυσίδας εφοδιασμού Αναλυτικοί υπολογισμοί κόστους για απαιτούμενα μηχανήματα και εξοπλισμό

	1 [28]	2 [29]	3 [33]	4 [24][34][35]	5 [36]
			<p>Δίνονται αναλυτικά στοιχεία κόστους για κάθε διεργασία της εφοδιαστικής αλυσίδας,</p> <p>Διερευνάται η ευαισθησία του κόστους ως προς την κλίμακα παραγωγής.</p>	<p>Γεωγραφικές και μετεωρολογικές συνθήκες,</p> <p>Υπομοντέλα για την χωρική τοποθέτηση, τις συνθήκες καιρού και ξήρανσης και χρήση μη-χανημάτων για συλλογή και διαχείριση.</p>	
Παράμετροι που λαμβάνονται ως μεταβλητές του μοντέλου	<p>Μέγεθος μονάδας επεξεργασίας,</p> <p>Παραγωγικότητα βιόμαζας και χαρακτηριστικά της (υγρασία, αξιοποιήσιμο τμήμα της),</p> <p>Μέρος της επιφάνειας της γης που καλύπτεται από το φυτό,</p> <p>Γεωμετρικοί περιορισμοί τόσο της περιοχής που είναι εγκατεστημένη η μονάδα επεξεργασίας, όσο και η περιοχή συλλογής</p>	<p>Μέγεθος μονάδας επεξεργασίας,</p> <p>Παραγωγικότητα βιόμαζας και χαρακτηριστικά της (υγρασία, αξιοποιήσιμο τμήμα της),</p> <p>Μέρος της επιφάνειας της γης που καλύπτεται από το φυτό,</p> <p>Γεωμετρικοί περιορισμοί τόσο της περιοχής που είναι εγκατεστημένη η μονάδα επεξεργασίας, όσο και η περιοχή συλλογής</p>	<p>Κόστος αγοράς βιόμαζας,</p> <p>Κόστος συλλογής της βιόμαζας,</p> <p>Η υποκατάσταση των θρεπτικών του εδάφους,</p> <p>Η μεταφορά της βιόμαζας στην μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού,</p> <p>Η προκατεργασία της βιόμαζας στις εγκαταστάσεις της μονάδας μετατροπής,</p> <p>Ο παράγοντας της κλίμακας,</p> <p>Το μέγιστο δυναμικό της μονάδας,</p> <p>Το κόστος κεφαλαίου,</p> <p>Η τοποθεσία της μονάδας,</p> <p>Η συνδεσιμότητα της μονάδας με το υπάρχον δίκτυο ηλεκτρισμού,</p> <p>Το κόστος λειτουργίας.</p>	<p>Προκατεργασία στον αγρό (κοπή, δεματοποίηση, κτλ.)</p> <p>Οι εναλλακτικές λύσεις για την μεταφορά</p> <p>Εναλλακτικές για αποθήκευση</p> <p>Χωρική τοποθέτηση αποθηκών και μονάδων μετατροπής</p> <p>Η διαχείριση χρόνου</p> <p>Οι βροχοπτώσεις και οι συνθήκες υπό τις οποίες μπορεί να γίνει η ξήρανση και η αλλοίωση της πρώτης ύλης</p> <p>Μεγέθη αγρών με συλλέξιμα άχυρα, αποστάσεις ανάμεσα στις</p>	<p>Μέγεθος σωματιδίων κατά:</p> <ul style="list-style-type: none"> - τη συλλογή και προκατεργασία στον αγρό, -την κεντρική προκατεργασία <p>Περιεχόμενο σε υγρασία:</p> <p>Τεχνολογίες ξήρανσης</p> <p>Μεταφορά:</p> <p>Τεχνολογία/κλίμακα</p> <p>Χρονική υστέρηση ανάμεσα στη συλλογή και την μετατροπή</p>

	1 [28]	2 [29]	3 [33]	4 [24][34][35]	5 [36]
				<p>αποθήκες και στην μονάδα θέρμανσης.</p> <p>Μέση στρεμματική απόδοση σε άχυρο</p> <p>Μέση έκταση γύρω από τη μονάδα με πλεονάζουσα ποσότητα αχύρου</p>	
Κύρια ευρήματα	<p>Η μετάβαση σε πρακτικές εντατικής αγροτικής και δασικής καλλιέργειας θα βελτιώσει τους δείκτες κόστους που σχετίζονται με την μεταφορά και διαχείριση βιόμαζας,</p> <p>Μια απλή συσχέτιση των μεταβλητών που λαμβάνονται υπόψιν δίνει πολύ αξιόπιστα αποτελέσματα για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών,</p> <p>Ο συμβιβασμός ανάμεσα στο κόστος μεταφοράς και διαχείρισης κι αυτό της οικονομίας κλίμακας θα δώσει το βέλτιστο</p>	<p>Απλή συσχέτιση του κόστους μεταφοράς και του μοαδιαίου κόστους μετατροπής για την εύρεση της βέλτιστης δυναμικότητας</p> <p>Ο λόγος του κόστους μεταφορές προς αυτό της παραγωγής εξαρτάται από τους συντελεστές που ορίζουν την εξάρτηση τους από την κλίμακα,</p> <p>Σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής αιθανόλης αν χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά φυτά, ως προς την περίοδο συλλογής τους, όπως σακχαρού-</p>	<p>Η επίδραση της κλίμακας δεν ήταν σημαντική στη μονάδα που τροφοδοτείται με άχυρα,</p> <p>Η κατασκευή του κατάλληλου οδικού δικτύου είναι ένα σημαντικό στοιχείο κόστους, όταν πρόκειται για παράδειγμα για δασική βιόμαζας,</p> <p>Μονάδες μικρότερες από το βέλτιστο λειτουργούν μόνο με μια μικρή επιβάρυνση ως προς το κόστος, καθώς η σχέση κόστους ηλεκτρισμού έναντι δυναμικότητας είναι ασήμαντη</p>	<p>Η πολυπλοκότητα του συστήματος απαιτεί σειρά προσεγγίσεων για την διαχείριση του</p> <p>Ισχυρή επίδραση γεωγραφικών και κλιματικών συνθηκών στο σύστημα.</p> <p>Μείωση του κόστους συλλογής μέχρι και κατά 30% αν επιτευχθεί επέκταση της περιόδου συλλογής,</p> <p>Η αύξηση της πυκνότητας της μεταφερόμενης βιόμαζας επιδρά πολύ σημαντικά στο κόστος</p> <p>Ανεξάρτητο σύστημα μεταφοράς έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη ευαισθησία στις διαταράξεις</p>	<p>Σχεδιασμός συστήματος εφοδιασμού ελάχιστου κόστους: Όφελος 26-34% σε συνάρτηση και με την δυναμικότητα της μονάδας</p> <p>Τα μικρά συστήματα φθηνότερα ότι το κόστος εκφράζεται σε Euro/t ξηρής μάζας</p> <p>Τα μεγάλα συστήματα φθηνότερα όταν το κόστος εκφράζεται σε Euro/kWh</p>

	1 [28]	2 [29]	3 [33]	4 [24][34][35]	5 [36]
	δυναμικό της μονάδας μετατροπής.	χο σόργο και σακχαροκάλαμο, Η μείωση που μπορεί να επιτευχθεί χάριν της βελτίωσης της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι πολύ πιο σημαντική ακόμη κι από πολύ ουσιαστικές τεχνολογικές βελτιώσεις που μπορούν να επιτευχθούν.		Οι απώλειες κατά την αποθήκευση είναι αβέβαιες Χωρική διασπορά της ενδιάμεσης αποθήκευσης, η μέγιστη δυνατή απόσταση ανάμεσα στα σημεία αποθήκευσης, και η ελάχιστη συνολική απόσταση μέχρι να γίνει η μεταφορά στη μονάδα μετατροπής.	
Πρόσθετες πληροφορίες (ενεργειακό προϊόν/τεχνολογία μετατροπής που λαμβάνεται υπόψιν κτλ.)	Το προτεινόμενο μοντέλο είναι εφαρμόσιμο για οποιαδήποτε τεχνολογία μετατροπής και ενεργειακό προϊόν, εφόσον η συλλεγόμενη βιόμαζα έχει μεγάλη χωρική διασπορά.	Η βιοαιθανόλη είναι το προϊόν που στοχεύει η μελετώμενη εφοδιαστική αλυσίδα.	Παραγωγή ηλεκτρισμού από απευθείας καύση	Μονάδα παραγωγής θερμότητας μέσω καύσης	Παραγωγή ηλεκτρισμού είτε μέσω καύσης είτε μέσω αεριοποίησης

	6 [37]	7 [38]	8 [39]	9 [40]
Τύπος βιόμαζας που μελετάται	Αγροτικά παραπροϊόντα, αγροβιομηχανικά απορρίμματα και απορρίμματα ξύλου	Μίσχανθος (Miscanthus)	Ξηλεία από ταχυαυξή δέντρα Αγρωστώδη φυτά Μονοετής κάνναβη	Switchgrass
Στόχος και προσέγγιση μοντελοποίησης	Τεχνικά, οργανωτικά και εφοδιαστικά ζητήματα σε	Εξετάζονται 3 σενάρια:	Η επίδραση των συνθηκών συλλογής, χρόνου και	Μοντέλο που λαμβάνει υπόψιν:

	6 [37]	7 [38]	8 [39]	9 [40]
	<p>σχέση με το πλήρες σύστημα βιοενέργειας.</p> <p>Το κόστος μεταφορικών, όπως αυτό υπολογίζεται ως άθροισμα του κόστους των οχημάτων και του προσωπικού.</p> <p>Η μονάδα τοποθετημένη στο κέντρο κυκλικής περιοχής συλλογής των πρώτων υλών</p> <p>Η πραγματικά λειτουργική αγροτική γη αποτελεί μόνο ένα μικρό κλάσμα της επιφάνειας του κύκλου.</p> <p>Ανομοιογενής διασπορά των βιολογικών πόρων στην περιοχή.</p> <p>Προσέγγιση μέσης ισοδύναμης στρεμματικής απόδοσης (υπόθεση ομοιόμορφης κατανομής της διαθέσιμης βιόμαζας στην επιφάνεια της περιοχής συλλογής)</p>	<p>- Κινητοποίηση των αγροτών</p> <p>- Δημιουργία εταιρείας διαχείρισης μίσχανθου</p> <p>- Η εργασία των αγροτών και το κόστος των μηχανημάτων κρατιέται εκτός του υπολογιζόμενου κόστους</p> <p>Το κόστος παραγωγής, συλλογής, αποθήκευσης, μεταφοράς καθώς κι εγκατάστασης μονάδας υπολογίζονται με βάση αυτά τα τρία σενάρια.</p> <p>Η μελέτη γεωγραφικά επικεντρώνεται στην Βορειοανατολική περιφέρεια της Ολλανδίας</p> <p>Η πρώτη ύλη θα μεταφέρεται μόνο σε μία μονάδα εγκατεστημένη στα σύνορα της περιφέρειας.</p>	<p>τοποθεσίας αποθήκευσης στην υγγρασία, στην απώλεια ξηρής μάζας, στην δομή και σύσταση των συλλεχθέντων υλικών.</p> <p>Υπομοντέλα για κάθε κρίσιμο κομμάτι της εφοδιαστικής αλυσίδας για τη βελτιστοποίηση του κόστους.</p>	<p>Την αποθήκευση, τον προγραμματισμό και την μεταφορά</p> <p>Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού</p> <p>Ανάλυση μελέτης περίπτωσης</p> <p>Περιγραφή του συστήματος μέσα από 4 υποσυστήματα: Παραγωγή, συλλογή, επιτόπου αποθήκευση στον αγριό, μεταφορά σε κεντρική μονάδα.</p> <p>Λειτουργική περίοδος: 6 μήνες</p> <p>Μεταφορά γίνεται συνεργασία με μεταφορική εταιρεία.</p> <p>Περιορισμοί στην προσφορά, ζήτηση και αποθήκευση.</p> <p>Στόχος: Ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς και αποθήκευσης με χρήση αποθηκευτικού χώρου που ανήκει στους αγρότες</p>
Παράμετροι που λαμβάνονται ως μεταβλητές του μοντέλου	<p>Ειδικό κόστος μεταφοράς οχήματος</p> <p>Δυναμικότητα οχήματος</p>	<p>Είδος εξοπλισμού συλλογής και μεταφοράς καθώς και δυναμικότητα του,</p> <p>Επιλογές προκατεργασίας πρώτων υλών,</p>	<p>Καιρικές συνθήκες</p> <p>Θερμισμός</p> <p>Ελάττωση μεγέθους</p>	<p>Ο αριθμός κι η διασπορά παραγωγών & σημείων αποθήκευσης</p> <p>Η αποθήκευση: Ποιοτικά (ανοιχτού χώρου ή κλειστές</p>

	6 [37]	7 [38]	8 [39]	9 [40]
	<p>Ειδικό κόστος αγοράς βιόμαζας</p> <p>Πυκνότητα διασποράς πρώτης ύλης</p> <p>Κλίμακα μονάδας</p>	<p>Απόσταση μεταφοράς,</p> <p>Εναλλακτικές λύσεις αποθήκευσης</p>	<p>Συμπύκνωση</p> <p>Συντήρηση</p> <p>Αποθήκευση</p> <p>Προκατεργασία</p>	<p>εγκαταστάσεις αποθήκευσης) και ποσοτικά (δυναμικότητα)</p> <p>Μεταφορά:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Από τον αγρό μέσω κύριων ή δευτερευόντων οδικών αρτηριών - Συνολικός χρόνος κύκλου μεταφοράς - παράγοντες σχετιζόμενοι με τις καιρικές συνθήκες (περίοδοι καλλιέργειας και θερισμού) <p>Απώλεια ξηρής ύλης ανάλογα με τη διάρκεια και τις συνθήκες αποθήκευσης</p> <p>Περίοδος λειτουργίας της μονάδας</p>
Κύρια ευρήματα	<p>Η οικονομικότητα της μονάδας ευνοείται από μεγαλύτερες μονάδες,</p> <p>Οι εφοδιαστικοί περιορισμοί λιγότερο σημαντικοί στις μεγαλύτερες μονάδες</p> <p>Η επίδραση διαφόρων παραγόντων της εφοδιαστικής στην κερδοφορία διαμορφώνεται ως εξής:</p>	<p>Μεγάλη μεταβλητότητα του κόστους μεταφοράς στην πύλη του εργοστασίου μετατροπής</p> <p>Ανάλογα με την διεργασία που έχει επιλεγεί, την απόσταση μεταφοράς και τα εξεταζόμενα σενάρια το κόστος αυτό στο εύρος 5-25% του συνολικού κόστους πρώτων υλών.</p> <p>Μείωση κατά 50% στο κόστος για μεταφορά προϊόντος υψηλής συμπύκνωσης.</p>	<p>Η επιλογή του βέλτιστου συστήματος εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες και τα κριτήρια βελτιστοποίησης που έχουν επιλεγεί.</p> <p>Βελτιστοποίηση σύμφωνα με:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Τα έσοδα μείων τα κόστη - Χρησιμοποιούμενη ενέργεια - Το λόγο εξερχόμενης προς την εισερχόμενη ενέργεια 	<p>Το συνολικό κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης σε συνθήκες περιβάλλοντος ανέρχεται στα 13 με 15 \$/ξηρό τόνο (1996)</p>

	6 [37]	7 [38]	8 [39]	9 [40]
	<p>Ειδικό κόστος μεταφοράς οχήματος = +/-30%</p> <p>Δυναμικότητα οχήματος= +100/-50%</p> <p>Ειδικό κόστος αγοράς βιόμαζας: +/-60%</p> <p>Πυκνότητα διασποράς βιόμαζας στον χώρο: +300/-80%</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Την καθαρή εξερχόμενη ενέργεια - Την περιβαλλοντική πλευρά - Την κοινωνική πλευρά - Την οργανωτική δομή <p>Η βελτιστοποίηση είναι εφικτή μόνο για σχεδιασμό υπό τις συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες</p>	
Πρόσθετες πληροφορίες (ενεργειακό προϊόν/τεχνολογία μετατροπής που λαμβάνεται υπόψιν κτλ.)	<p>Ασχολείται με μονάδα καύσης και αεριοποίησης για την παραγωγή ηλεκτρισμού</p>	<p>Η μελέτη επικεντρώνεται στην εφοδιαστική αλυσίδα μέχρι την πύλη του εργοστασίου μετατροπής.</p>	<p>Δεν εστιάζει σε συγκεκριμένη τεχνολογία μετατροπής και τελικού ενεργειακού προϊόντος, οπότε και είναι εφαρμόσιμο για οποιοδήποτε.</p>	<p>Δεν εστιάζει σε συγκεκριμένη τεχνολογία μετατροπής και τελικού ενεργειακού προϊόντος, οπότε και είναι εφαρμόσιμο για οποιοδήποτε.</p>

	10 [41]	11 [42]	12 [43]	13 [44]
Τύπος βιόμαζας που μελετάται	Στελέχη βαμβακόφυτου	Ροκανίδια ξύλου	Σακχαρούχο σόργο	Switchgrass
Στόχος και προσέγγιση μοντελοποίησης	Οργανωτικά και χρηματοδοτικά μοντέλα εφοδιαστικών διεργασιών και προβλημάτων	Η ελάχιστη δαπάνη σε μεταφορά για δεδομένες	Ενεργειακή ανάλυση για δύο εναλλακτικές επιλογές	Ένα μοντέλο με βάση GIS-για την εκτίμηση του

	10 [41]	11 [42]	12 [43]	13 [44]
	<p>που μπορούν να εμφανιστούν κατά τη συλλογή, διανομή και αποθήκευση των α' υλών.</p> <p>Περιφέρεια της Θεσσαλίας</p> <p>Μοντέλο βελτιστοποίηση με γραμμικό προγραμματισμό</p> <p>Παρουσιάζονται οι βέλτιστες ποσότητες βιόμαζας για όλη την περιοχή</p> <p>Ορίζεται στόχος βέλτιστου κόστους παράδοσης βιόμαζας</p> <p>Βέλτιστη χωροθέτηση με βάση GIS των μονάδων επεξεργασίας και μετατροπής με βάση τη διασπορά των πρώτων υλών.</p>	<p>απαιτήσεις καυσόξυλου με τις διαθέσιμες πηγές</p> <p>Ανάλυση κόστους-προσφοράς που δίνει το κόστος κάλυψης της αθροιστικής ετήσιας ζήτησης σε συγκεκριμένα σημεία με την διαθέσιμη διεσπαρμένη προσφορά</p> <p>Χρήση GIS</p> <p>Εστίαση σε 4 περιφέρειες της Δανίας</p>	<p>διαχείρισης σακχαρούχου σόργου:</p> <p>1. Λειτουργία όλο τον χρόνο με χρήση συμπυκνωμένου χυμού σόργου. Η συμπύκνωση λαμβάνει χώρα 15 km από τον αγρό. Η πούλπα χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή.</p> <p>2. Λειτουργία όλο τον χρόνο με χρήση φρέσκου χυμού σόργου. Άμεση μεταφορά χυμού και πούλπας σε κεντρική μονάδα.</p> <p>Εκχύμωση σε τοπικές μονάδες κοντά στον αγρό και στις δυο περιπτώσεις που εξετάζονται</p> <p>Η μετατροπή σε κεντρική μονάδα και για τις δυο περιπτώσεις (απόσταση μεταφοράς 48 km)</p> <p>Η σύγκριση γίνεται με ήδη υπάρχον σύστημα παραγωγής βιοαιθανόλης από καλαμπόκι</p>	<p>δυναμικού βιόμαζας από ενεργειακά φυτά</p> <p>Εκτίμηση κόστους και περιβαλλοντικών επιπτώσεων</p> <p>Η μελέτη τοποθετείται στις ΗΠΑ και γίνεται σε επίπεδο πολιτειών</p> <p>Μοντέλο με 5 κύρια συστατικά:</p> <ul style="list-style-type: none"> - εν δυνάμει διαθέσιμη γη για καλλιέργεια των φυτών - αναμενόμενη τιμή και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των ενεργειακών και παραδοσιακών καλλιεργειών στην πύλη του εργοστασίου - δυναμικό εφοδιασμού στην πύλη του εργοστασίου και χαρτογράφηση του κόστους - ελαχιστοποίηση του κόστους της πρώτης ύλης - Ποιότητα εδάφους και απώλεια θρεπτικών <p>Προσέγγιση Καθαρής Παρούσας Αξίας για τιμές</p>

	10 [41]	11 [42]	12 [43]	13 [44]
				στην πύλη του εργοστασίου για σειρά ετών
Παράμετροι που λαμβάνονται ως μεταβλητές του μοντέλου	<p>Δυναμικότητα μονάδας και χωροθέτησή της (μικρές αποκεντρωμένες έναντι μεγάλων κεντρικών)</p> <p>Επιλογές προκατεργασίας</p> <p>Επιλογές αποθήκευσης</p> <p>Επιλογές μεταφοράς</p>	<p>Διαθεσιμότητα βιόμαζας</p> <p>Διασπορά βιόμαζας</p> <p>Οδικό δίκτυο</p> <p>Δυναμικότητα μονάδας</p>	<p>Ενεργειακή κατανάλωση</p> <p>Τύπος καταναλισκόμενης ενέργειας (υγρά καύσιμα, κ.α.)</p> <p>Επιλογές της προκατεργασίας των πρώτων υλών</p> <p>Επιλογές μεταφοράς</p>	<p>Ποιότητα εδάφους</p> <p>Χωρική διασπορά της παραγόμενης βιόμαζας</p> <p>Προϋπάρχουσες χρήσεις πηγών βιόμαζας (συμβολαϊκή γεωργία)</p> <p>Ο αριθμός, η τοποθεσία και η δυναμικότητα των μονάδων ενεργειακών προϊόντων</p>
Κύρια ευρήματα	<p>Η αποτελεσματικότητα στη μεταφορά μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τη συμμετοχή των αγροτών στην εφοδιαστική</p> <p>Η οικονομία κλίμακας επιτυγχάνεται στο βαθμό που αυξάνεται η δυναμικότητα μεταφοράς των οχημάτων</p> <p>Η βελτιστοποίηση της τιμής της βιόμαζας εξαρτάται και από τη συνολική πολυπλοκότητα του συστήματος</p>	<p>Το κόστος μεταφοράς είναι το 20% του συνολικού καυσίμου που παραδίδεται λόγω της χαμηλής πυκνότητας παραγωγής, διεσπαρμένων και μικρών δασών, και ογκώδους βιόμαζας</p> <p>Μεγάλη μεταβλητότητα των καμπυλών προσφοράς-κόστους, σε συνάρτηση με την υπό εξέταση περιοχή</p> <p>Μοντέλο ελαχίστου κόστους των ρινισμάτων ξύλου που συνεισφέρει:</p> <p>- στην εκτίμηση των μη χρησιμοποιούμενων, από</p>	<p>Στην πρώτη περίπτωση το 5.5% και</p> <p>Στη δεύτερη περίπτωση 8% του ενεργειακού περιεχομένου της παραγόμενης αιθανόλης καταναλώνεται στην προκατεργασία της πρώτης ύλης και στη μεταφορά του χυμού</p>	<p>Τα μοντέλα GIS αποτελούν μία ιδιαίτερα απλοποιημένη εκδοχή της πραγματικότητας, καθώς τα χωρικά εντοπισμένα δεδομένα είναι πολύ περιορισμένα</p> <p>Στατικό κι όχι δυναμικό μοντέλο, π.χ. ο αριθμός των μονάδων δεν επηρεάζει την τιμή των ενεργειακών φυτών στη πύλη των εργοστασίων</p> <p>Το μέσο κόστος μεταφοράς παρουσιάζει ιδιαίτερη μεταβλητότητα από 4.5 έως</p>

	10 [41]	11 [42]	12 [43]	13 [44]
		<p>τους ιδιωκτῆτες τους, δασικῶν υπολειμμάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> - στη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας στην μεταφορά ἀπὸ τις εταιρείες μεταφορῶν - στην ἀπάντηση των ἐρωτημάτων κόστους ἐφοδισμοῦ ἀν ἐμφανιστεῖ μεγαλύτερη ζήτηση πρώτων υλῶν ἀπὸ την ἐνεργειακὴ μονάδα - στην ἀποτίμηση των περιβαλλοντικῶν και των κοινωνικο-οικονομικῶν ζητημάτων κατὰ τη λήψη ἀποφάσεων <p>Σύστημα που βασίζεται ἐντονα στην ροὴ πληροφοριῶν πρὸς και ἀπὸ κάθε ἐμπλεκόμενο παίκτη</p>		<p>8.5 \$/dry ton, ἀνάλογα με την κλίμακα της μονάδας και τις τοπικὲς ιδιαιτερότητες</p>
<p>Πρόσθετες πληροφορίες (ἐνεργειακὸ προϊόν/τεχνολογία μετατροπῆς που λαμβάνεται ὑπόψιν κτλ.)</p>	<p>Συμπαγωγή Μεθολογία ἐφαρμόσιμη τόσο σε ἄλλες πρώτες ὕλες ὅσο και σε διαφορετικὰ ἐνεργειακὰ προϊόντα</p>	<p>Θέρμανση περιφέρειας Συμπαγωγή</p>	<p>Μετατροπὴ σε βιοαιθάνολη</p>	<p>Το μοντέλο: (i) ἀνεξάρτητο ἀπὸ ἐνεργειακὲς ἐφαρμογές και τελικὰ προϊόντα, (ii) ὑπερβολικὰ γενικὸ για να δώσει τη δυνατότητα χωροθέτησης συγκεκριμένων βιοἐνεργειακῶν μονάδων</p>

Παράρτημα 2

Πίνακας Π.2.1: Ενδεικτικό φύλλο ταυτότητας φυτού, για την εκτίμηση του δυναμικού βιοχημικά παραγόμενου υδρογόνου από το σακχαρότευτλο και τις σχετιζόμενες με αυτό πρώτες ύλες προερχόμενες από την τρέχουσα αλυσίδα αξιοποίησής του

Qualitative data	
Crop:	sugar beet
Main agricultural product:	sugar beet
Main industrial product:	sugar
Type of leafy biomass:	leaves
Stem/Stalk type 1:	-
Stem/Stalk type 2:	-
Pulp type 1:	sugar beet pulp
Pulp type 2:	-
Wet residue type 1:	molasse
Wet residue type 2:	sludge

Year of statistical data	2008
--------------------------	------

Quantitative data	
Main agricultural product (fresh t/a)	
Moisture (%)	
Yield (fresh t/ha.a)	
Main agricultural product (dry t/a)	
Exploitable % for biohydrogen	
Cultivated land	
Leafy biomass (dry t/ha)	
Ratio of stalk 1/main product	
Exploitable % for biohydrogen	
Ratio of stalk 2/main product	
Exploitable % for biohydrogen	
Main industrial product (dry t/a)	
Exploitable % for biohydrogen	
Ratio of pulp 1/agricultural main product	
Exploitable % for biohydrogen	
Ratio of pulp 2/agricultural main product	
Exploitable % for biohydrogen	
Other wet residue 1/agricultural main product	
Exploitable % for biohydrogen	
Other wet residue 2/agricultural main product	
Exploitable % for biohydrogen	
Other wet residue 3/agricultural main product	
Exploitable % for biohydrogen	

Carbohydrates	Overall % in dry matter	% of exploitable over the overall
Main agricultural product		
Main industrial product		
Leafy biomass		
Stem/stalk 1		
Stem/stalk 2		
Pulp 1		
Pulp 2		
Other wet residue 1		
Other wet residue 2		
Other wet residue 3		

Ratio of pulp 1/industrial main product		
Exploitable % for biohydrogen		
Ratio of pulp 2/industrial main product		
Exploitable % for biohydrogen		
Other wet residue 1/industrial main product		
Exploitable % for biohydrogen		
Other wet residue 2/industrial main product		
Exploitable % for biohydrogen		
Other wet residue 3/industrial main product		
Exploitable % for biohydrogen		

Πίνακας Π2.2α: Παραδοχές κατά την επεξεργασία των στατιστικών δεδομένων αγροτικής και αγροβιομηχανικής παραγωγής στις χώρες μέλη της Ε.Ε. – Μέρος Α

1. Leaves: 3 dry t/ha for each crop type
2. 5 categories of carbohydrates depending on the easiness of their obtainability
3. 1/3 of the total fallow land available for energy crop cultivation (sweet sorghum for South and Miscanthus for North)
4. The total hydrogen production potential for EU-25 assumed that 10% of the main product of each crop will be utilised as feedstock for hydrogen production, whenever this is possible.
5. Maize stalk (dry) = 80% (grain[dry]+cob[dry])
6. Oil cake (dry)= produced oil X 2.5
7. Sweet soghum yield and sucrose content according to the experimental results of A. Glynos
8. Sugar beet: 130 kg crystal sugar = 50 kg dry pulp
9. Sugar beet: 5% of the main product = sludge
10. Potato peels: 15% of the tubers (dry basis)
11. Sweet sorghum bagasse = 40% of produced sugar (dry)
12. Corn oil cake=2.5 X EU corn oil production
13. Grapes: Vine yield= 3 dry tonne/ha
14. Apples/fruits: trimmings= 3 dry tonne/ha
15. Pulp for grapes 30% of wine production
16. Apples/fruits/vegetables: pulp=20% of the main product
17. Canned products: mainly tomato products
18. In the case of wine, must, fruit and vegetable juices the given amounts, in the Table of total EU-25 production, are not on dry basis
19. In the case of juices the EU statistics do not distinguish the fruits and vegetables (except tomato) separately (excluding citrus, pineapple, apple, grape). The 80% of the total amount of juice production was calculated as being "other fruit juice
20. Maize oil: Wherever EU country statistics mentions that the data is not available or confidential the respective country oil production was estimated according to the formula: $EU \text{ maize oil production} \times \text{country maize production} / (EU \text{ maize production} - \text{Country maize production})$
21. In the case of grape the wine and juice production was summed.
22. Vegetable main product canned: Unconcentrated tomato puree+concentrated tomato puree+tomato ketchup+homogenised vegetables+preserved tomatoes whole or in pieces
23. Vegetable main product juice: tomato juice + 20% of EU fruit and vegetable juice production (excluding citrus, pineapple, apple, grape)

Πίνακας Π2.2β: Παραδοχές κατά την επεξεργασία των στατιστικών δεδομένων αγροτικής και αγροβιομηχανικής παραγωγής στις χώρες μέλη της Ε.Ε. – Μέρος Β

grape and wine				
wine	0,85 water	d=	1,00 kg/l	
	0,15 alcohol	d=	0,80	
	wine	d=	0,97	
	after correction due to other volatiles	d=	0,95	
mass balance				
	2,00 t fresh grapes	<=====>	1,00 m3 wine	<=====> 0,95 t wine
	1,00 t grapes	<=====>	0,20 t dry matter	
	1,00 t dry matter	<=====>	0,80 t carbohydrates	
	1,00 m3 wine	<=====>	0,40 t dry grapes	
	0,40 t pulp	<=====>	1,00 m3 wine	
	0,42 t pulp	<=====>	1,00 t wine	
	0,03 t other wet residue	<=====>	1,00 m3 wine	
	0,03 t other wet residue	<=====>	1,00 t wine	
apple and apple juice				
juice density		1,20 kg/l		
	1,00 t juice	<=====>	0,09 t solid pomace	
juice	water	0,85		
	dry matter	0,15		
	carbohydrates	0,12		
	% carbo in dry matter		0,80	
	other wet residue/t juice		0,03	
other fruit juice				
juice density		1,20 kg/l		
	1,00 t juice	<=====>	0,09 t solid pomace	
juice	water	0,85		
	dry matter	0,15		
	carbohydrates	0,12		
	% carbo in dry matter		0,80	
	other wet residue/t juice		0,03	
vegetable juice etc				
juice density		1,20 kg/l	(tomato juice)	
	1,00 t juice	<=====>	0,09 t solid pomace	
juice	water	0,85		
	dry matter	0,15		
	carbohydrates	0,12		
	% carbo in dry matter		0,80	
	other wet residue/t juice		0,03	
tomato pure		1,5 kg/l		
oil crops				
	70% of cakes sold in EU produced in EU			
	not additional calculations for pulp/cake except the values found in industrial statistics			
	40% water content			

Πίνακας Π2.3: Θεωρητικό δυναμικό βιομάζας για την Ελλάδα με βάση της παραδοχές του μοντέλου εκτίμησης δυναμικού

ANNUAL BIOMASS PRODUCTION (10 ⁶ d.t)								
Crop Category	Crop	main product	by-products				Total Annual Production	
			leafy biomass	stems-stalks	pulps-cakes	sludges-other wet residues		
Crops already cultivated for nutritional needs	Sugar Crops	sugar beet	0,2	0,1	-	0,1	0,0	0,3
						0,0		
	Starch Crops	potato	0,2	0,1	-	0,0	0,0	0,3
		wheat	1,6	-	1,3	0,2	0,1	3,2
		barley	0,3	-	0,3	0,0	0,0	0,6
						0,0		
		maize	2,0	-	1,6	0,5	0,1	4,5
					1,0			
	other cereals	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	
	rice	0,1	-	0,1	0,0	0,0	0,3	
	Other Food Crops	grapes	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
		apples	0,0	-	0,7	0,0	0,0	0,7
		other fruits	0,0	-	1,2	0,0	0,0	1,2
vegetables		-	0,3	-	0,0	0,0	0,3	
		-		-	-	-		
oil seeds	-	-	3,5	0,1	0,0	3,6		
Energy crops	Sugar Crops	sw. sorghum	0,8	0,2	-	0,3	0,0	1,4
	Lignocellulosic crops	miscanthus	0,0	0,0	-	-	-	0,0
Total Annual Production			5,3	0,7	9,6	0,9	0,3	16,5
			Total Annual Production for crop main products	Total Annual Production for Agricultural Wastes		Total Annual Production for AgroIndustrial Wastes		

Πίνακας Π2.4: Θεωρητικό δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου για την Ελλάδα

HYDROGEN POTENTIAL (H2 Mt)								
Crop Category	Crop	10% of the main product production as feedstock for hydrogen	by-products				Total Hydrogen Production Potential	
			leafy biomass	stems-stalks	pulps-cakes	sludges-other wet residues		
Crops already cultivated for nutritional needs	Sugar Crops	sugar beet	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,01
							0,00	
	Starch Crops	potato	0,00	0,01	-	0,00	0,00	0,01
		wheat	0,01	-	0,09	0,01	0,00	0,12
		barley	0,00	-	0,02	0,00	0,00	0,02
							0,00	
		maize	0,01	-	0,11	0,03	0,00	0,23
							0,07	
	Other Food Crops	other cereals	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00
		rice	0,00	-	0,01	0,00	0,00	0,01
		grapes	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00
		apples	0,00	-	0,05	0,00	0,00	0,05
		other fruits	0,00	-	0,08	0,00	0,00	0,09
		vegetables	-	0,02	-	0,00	0,00	0,02
	oil seeds	-	-	0,24	0,01	0,00	0,25	
Energy crops	Sugar Crops	sw. sorghum	0,08	0,01	-	0,02	0,00	0,12
	Lignocellulosic crops	miscanthus	0,00	0,00	-	-	-	0,00
		Total Hydrogen production Potential	0,1	0,1	0,7	0,1	0,0	0,9

Πίνακας Π2.5: Συγκεντρωτικός πίνακας για το δυναμικό στις χώρες της Ε.Ε. ανά κατηγορία πρώτης ύλης

	AT	BE	BG	CZ	CY	DK	DE	EE	IE	GR	ES	FR	IT	LV	LT	HU	NL	PL	PT	RO	SL	SK	FI	SE	UK	EU27
Annual Biomass (10 ⁶ dry ton)	11,39	7,99	15,12	16,00	0,42	15,97	95,87	1,58	3,71	16,50	78,08	147,19	57,15	3,12	6,77	18,25	7,46	46,24	6,67	41,08	1,14	7,93	6,40	12,71	50,04	674,79
Annual Hydrogen (10 ⁶ ton)	0,5	0,3	0,9	0,7	0,0	0,7	4,2	0,1	0,2	0,9	4,8	6,7	3,1	0,1	0,3	0,9	0,3	2,2	0,5	2,1	0,1	0,4	0,3	0,6	2,1	32,75
% in EU27	1,6%	1,0%	2,7%	2,1%	0,1%	2,0%	12,7%	0,2%	0,5%	2,9%	14,6%	20,5%	9,4%	0,4%	1,0%	2,7%	0,9%	6,6%	1,4%	6,4%	0,2%	1,1%	0,9%	1,8%	6,4%	100,0%
Existing crops - Agriculture	0,04	0,03	0,03	0,05	0,00	0,06	0,35	0,00	0,01	0,03	0,17	0,49	0,16	0,01	0,02	0,05	0,04	0,15	0,01	0,10	0,00	0,03	0,02	0,04	0,18	2,09
Farm residues	0,37	0,21	0,63	0,52	0,01	0,47	2,87	0,06	0,11	0,72	2,48	4,64	2,17	0,10	0,22	0,63	0,18	1,48	0,23	1,49	0,05	0,28	0,18	0,40	1,51	22,04
Agro-industrial residues	0,10	0,08	0,07	0,11	0,00	0,11	0,84	0,01	0,02	0,06	0,50	1,20	0,50	0,02	0,04	0,10	0,09	0,37	0,04	0,23	0,01	0,05	0,04	0,09	0,34	5,06
Energy crops	0,02	0,00	0,11	0,01	0,01	0,02	0,09	0,01	0,00	0,08	1,27	0,30	0,20	0,02	0,03	0,08	0,00	0,15	0,13	0,28	0,00	0,01	0,06	0,05	0,05	2,98
Farm residues of energy crops	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,22	0,05	0,03	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,57
Agro-industrial residues of energy crops	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,39	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64

Παράρτημα 3

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΟΡΙΣΜΟΥ ΤΥΠΟΛΟΓΙΑΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Τα πρωτογενή στοιχεία που συλλέχθηκαν από τις σχετικές βιβλιογραφικές πηγές ([24] [26] [27] [28]) παρουσιάζονται στον Πίνακα Π3.1. Τα στοιχεία αυτά ανήκουν μέχρι και στην περίοδο 2009-2010, καθώς πρόκειται για την περίοδο κατά την οποία έλαβε χώρα η σχετική έρευνα, κι επίσης αποτελεί την περίοδο κατά την οποία αφενός είχε ξεκινήσει η συζήτηση για μία Βιο-οικονομία στην Ε.Ε., κι αφετέρου, εντός αυτού του πλαισίου, η εντατικοποίηση της παραγωγή Βιοκαυσίμων. Σημειώνεται ότι για την επεξεργασία και την κανονικοποίηση των δεδομένων ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

- Και για τους 4 δείκτες σχετικοποιήθηκαν οι τιμές τους, όπου για τον καθένα με το 100 αντιστοιχήθηκε η χώρα με την υψηλότερη τιμή του συγκεκριμένου δείκτη,
- Δημιουργήθηκαν διαγράμματα αράχνης για την απεικόνιση των 4 δεικτών για την κάθε χώρα, ώστε να γίνει ευκολότερη η οπτικοποίηση του προφίλ της κάθε χώρας,
- Υπολογίστηκε το εμβαδό του κάθε διαγράμματος αράχνης για να βρεθεί ένας συνδυασμένος δείκτης στον οποίο και θα συνοψίζεται η επίδραση των τεσσάρων δεικτών, επιτρέποντας μας να έχουμε μία κατάταξη των χωρών. Δεδομένου ότι η αρχική σειρά τοποθέτησης των δεικτών ήταν αυθαίρετη, το εμβαδό υπολογίστηκε για κάθε πιθανό συνδυασμό θέσεων των 4 δεικτών, κι ο μεικτός δείκτης προέκυψε ως άθροισμα αυτών των εμβαδών.
- Το σύνολο των χωρών της Ε.Ε. μοιράστηκαν στους προκαθορισμένους 4 τύπους συστημάτων με βάση την κατάταξη τους

Σημειώνεται ότι σε αρκετές περιπτώσεις η ομαδοποίηση αυτή έχει αβεβαιότητες για τις χώρες που βρίσκονται στο όριο δύο συστημάτων.

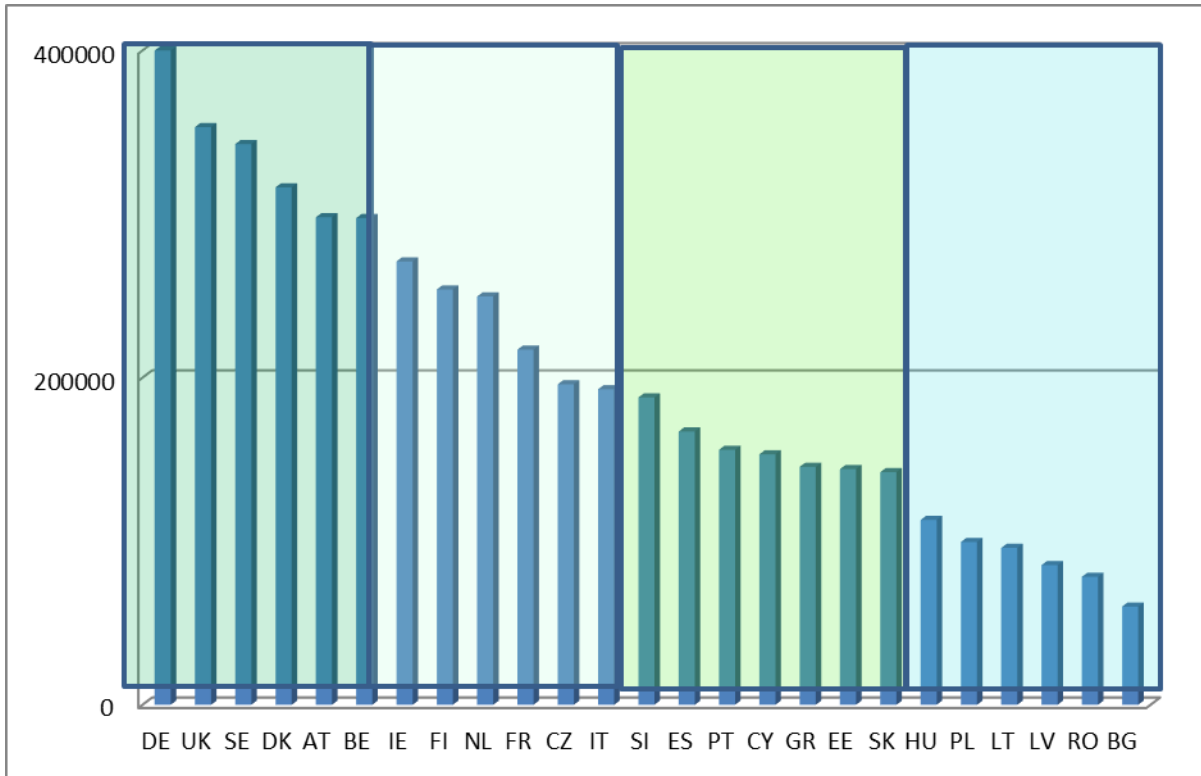
Επειδή οι δείκτες αυτοί έχουν ένα δυναμικό χαρακτήρα έγινε επανάληψη των υπολογισμών, με βάση τα νεότερα δεδομένα για την περίοδο 2015, και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα Π3.2. Μολονότι στο διάστημα αυτό υπήρξαν σημαντικές αλλαγές, κυρίως στους οικονομικούς δείκτες, οι αλλαγές αυτές δεν φαίνεται να επηρέασαν σημαντικά την εικόνα της ομαδοποίησης, καθώς οι όποιες αλλαγές απλώς βρίσκονται σε οριακό επίπεδο.

Πίνακας Π3.1: Πρωτογενή στοιχεία για τους οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες (στοιχεία 2009)

	ΑΕΠ/άτομο, 2009, (Μέσο ΕΕ27 = 100)	Καινοτομικότητα στην ΕΕ (2009)	Ποσοστό ΑΕΠ από Γεωργικές δραστηριότητες	Ποσοστό ΑΕΠ από Βιομηχανικές δραστηριότητες	Λόγος ΑΕΠ Βιομηχ./Γεωργ.	Δείκτης περιβαλλοντικών επιδόσεων
BE	115	0,516	0,8	17,9	22,4	58
BG	41	0,231	7,3	21,9	3,0	63
CZ	80	0,415	2,3	31,3	13,6	72
DK	117	0,574	1,1	20,5	18,6	69
DE	116	0,596	0,9	25,6	28,4	73
EE	62	0,481	2,6	20,6	7,9	64
IE	131	0,515	2	25,3	12,7	67
GR	95	0,37	3,3	13,6	4,1	71
ES	103	0,377	2,8	17,3	6,2	71
FR	107	0,501	2	13,8	6,9	78
IT	102	0,363	2	20,8	10,4	73
CY	98	0,479	2,1	10,2	4,9	56
LV	49	0,261	3,1	13,8	4,5	73
LT	53	0,313	4,5	22,2	4,9	68
HU	63	0,328	4,3	24,9	5,8	69
MT	78	0,343	2,3	17,7	7,7	76
NL	130	0,491	1,8	19,7	10,9	66
AT	124	0,536	1,7	23,2	13,6	78
PL	61	0,317	4,5	23,1	5,1	63
PT	78	0,401	2,4	17,6	7,3	73
RO	45	0,294	7,2	25,6	3,6	67
SI	86	0,466	2,3	25,1	10,9	65
SK	72	0,331	3,4	28,1	8,3	75
FI	110	0,622	3	24,9	8,3	75
SE	120	0,636	1,6	22,8	14,3	86
UK	117	0,575	0,8	17,6	22,0	74

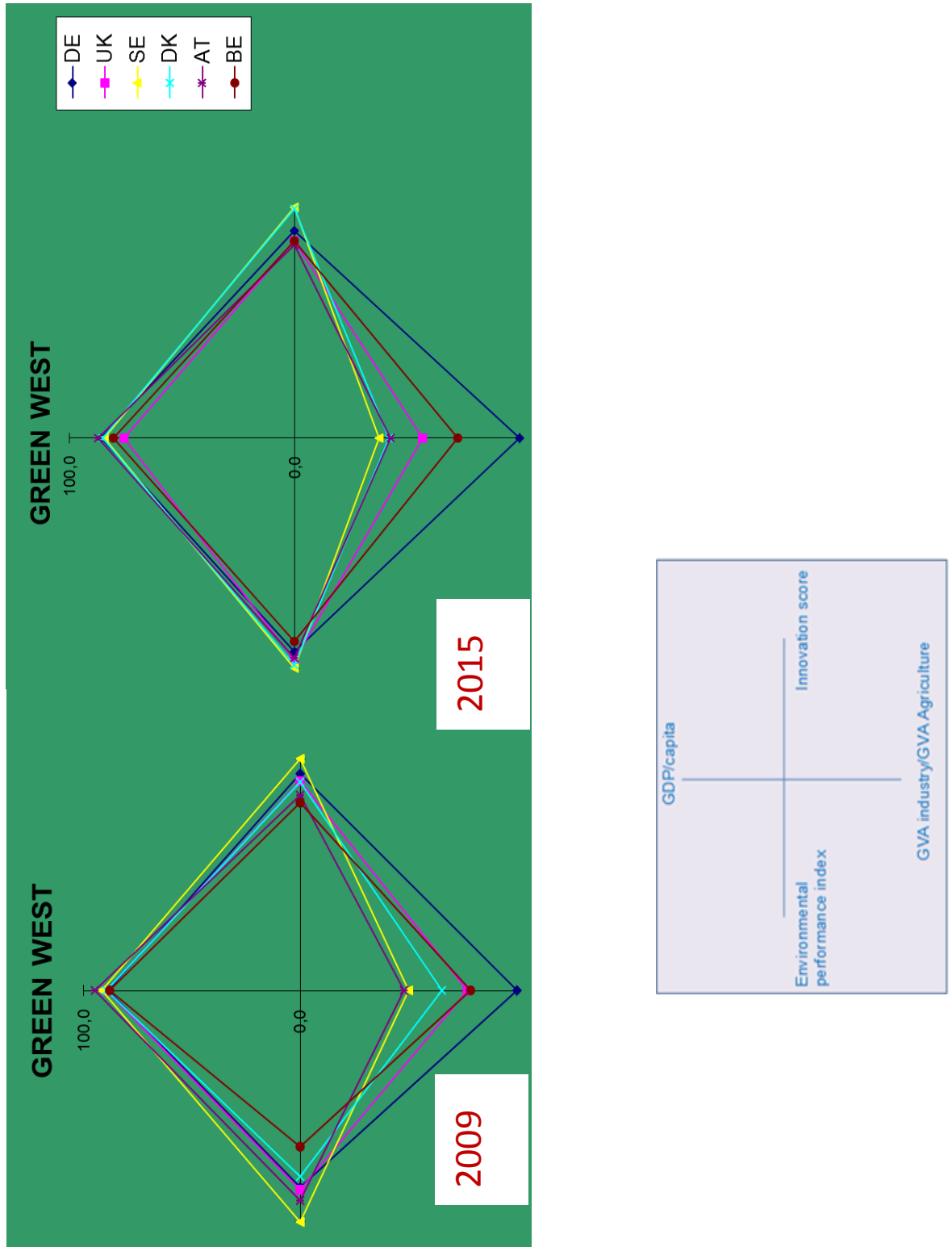
Πίνακας Π3.2: Επεξεργασμένα και κανονικοποιημένα στοιχεία των δεικτών

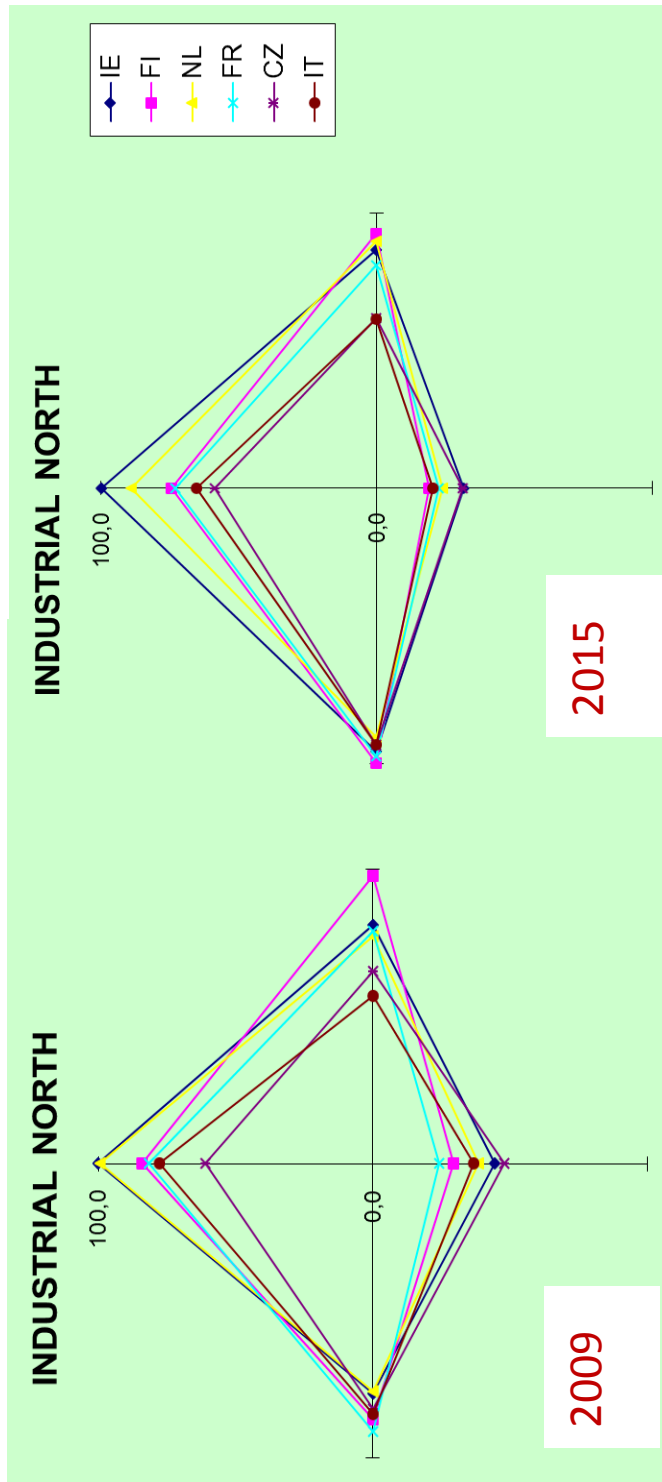
	ΑΕΠ/άτομο	Καινοτομία	ΑΕΠ (Βιομ./Γεωργ)	Δείκτης περιβαλ. Επιδόσεων
BE	87,8	81,1	78,7	67,6
BG	31,3	36,3	10,5	72,7
CZ	61,1	65,3	47,8	83,3
DK	89,3	90,3	65,5	80,5
DE	88,5	93,7	100,0	85,1
EE	47,3	75,6	27,9	74,2
IE	100,0	81,0	44,5	78,0
GR	72,5	58,2	14,5	82,6
ES	78,6	59,3	21,7	82,1
FR	81,7	78,8	24,3	90,9
IT	77,9	57,1	36,6	85,0
CY	74,8	75,3	17,1	65,5
LV	37,4	41,0	15,7	84,3
LT	40,5	49,2	17,3	79,4
HU	48,1	51,6	20,4	80,3
MT	59,5	53,9	27,1	88,7
NL	99,2	77,2	38,5	77,2
AT	94,7	84,3	48,0	90,8
PL	46,6	49,8	18,0	73,4
PT	59,5	63,1	25,8	84,9
RO	34,4	46,2	12,5	77,9
SI	65,6	73,3	38,4	75,6
SK	55,0	52,0	29,1	86,6
FI	84,0	97,8	29,2	86,9
SE	91,6	100,0	50,1	100,0
UK	89,3	90,4	77,3	86,3

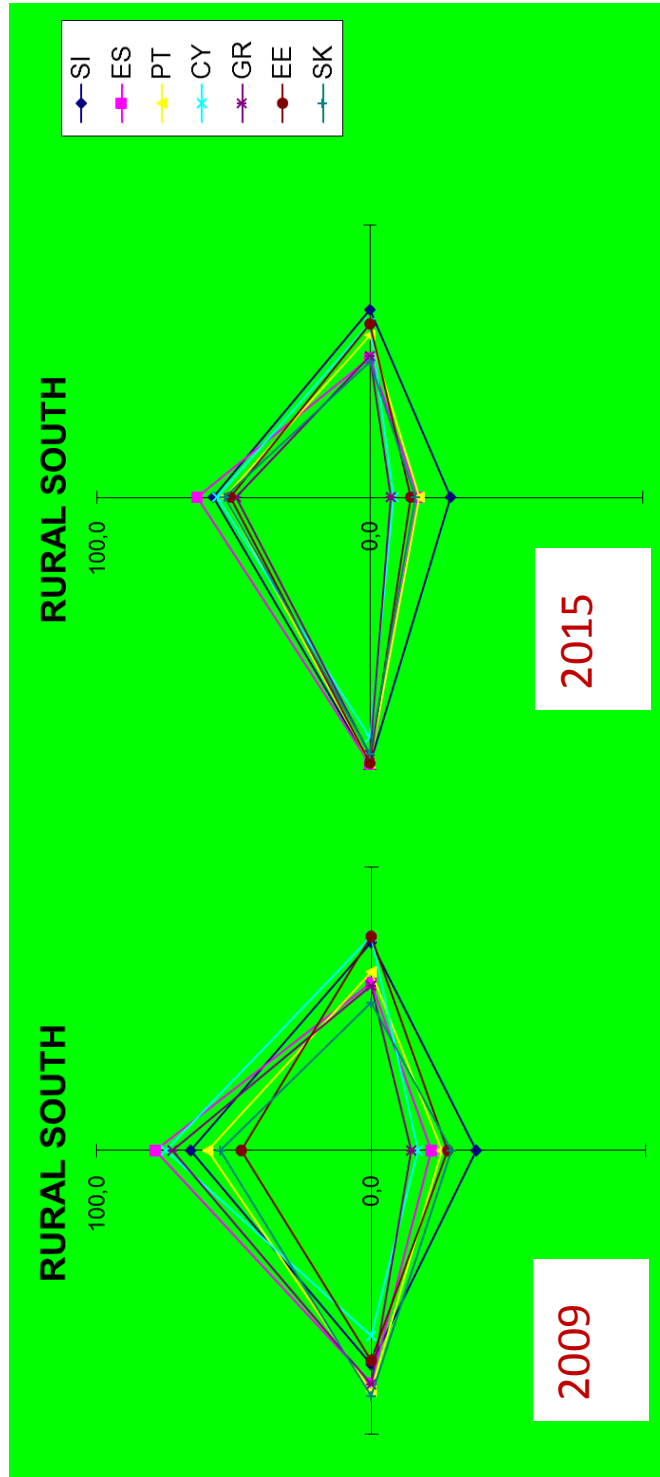


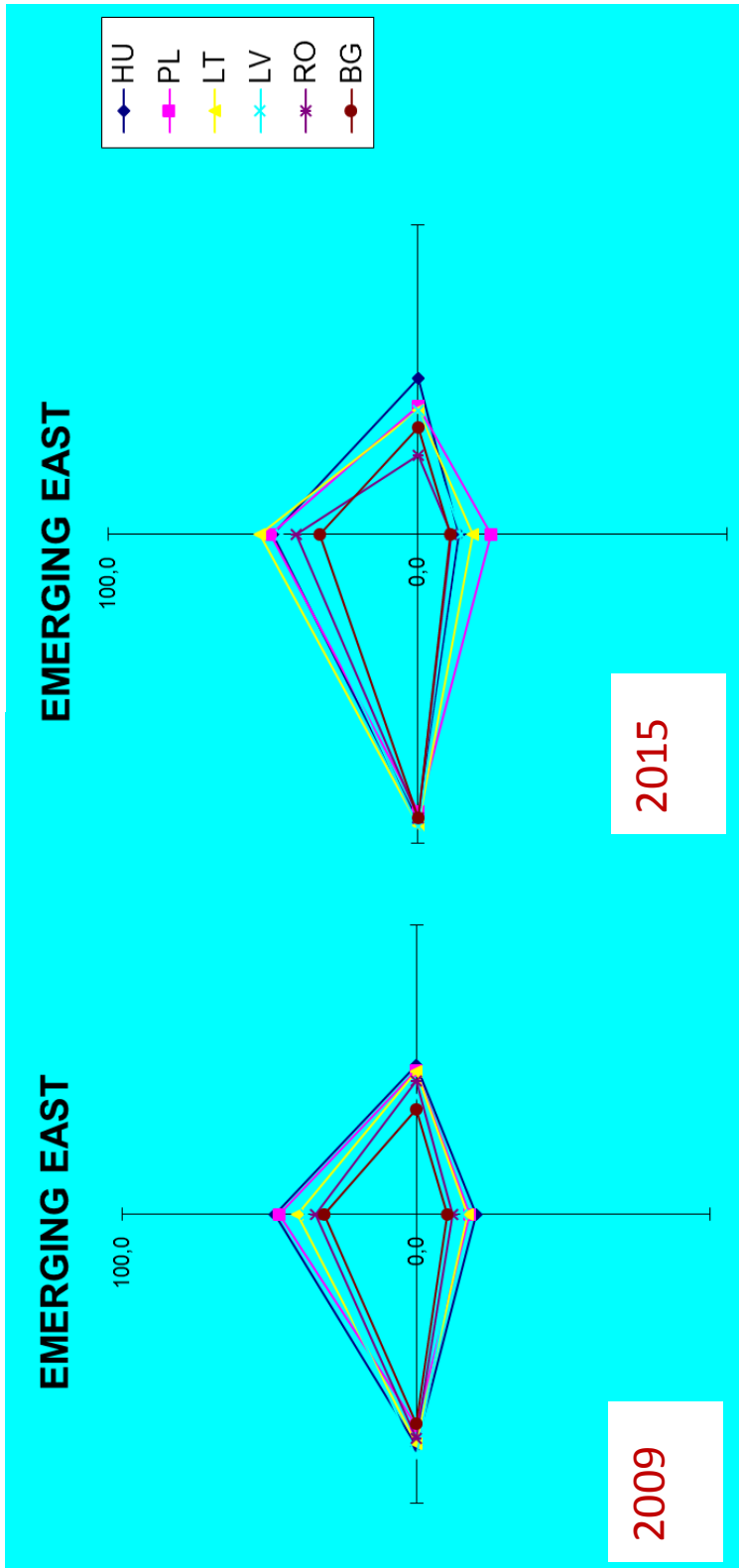
Σχήμα Π3.1: Διάγραμμα συνδυασμένου δείκτη για την ομαδοποίηση των χωρών – 4 ομάδες χωρών

Σχήμα Π3.2: Αποτύπωση των 4 δεικτών για τους 4 τύπους χωρών, στα έτη 2009 και 2015









Πίνακας Π3.3: Δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου με βάση τις επιπλέον παραδοχές καθώς και παραπροϊόντων που αναμένεται να προκύψουν με βάση τους περιορισμούς

	AT	BE	BG	CZ	CY	DK	DE	EE	IE	GR	ES	FR
Annual Biomass (10 ⁶ dry ton)	8,51	6,33	12,46	12,56	0,38	13,27	75,17	1,32	3,34	11,44	63,16	112,56
Annual Hydrogen (10 ⁶ ton)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,2	1,0	0,0	0,0	0,2	1,6	1,6
% in EU27	1,3	0,9	2,7	2,0	0,1	2,1	11,7	0,2	0,5	2,7	18,9	19,4
Annual co-product generation (Mt dry matter)	1,85	1,46	4,35	2,89	0,11	3,23	17,04	0,35	0,87	2,46	15,59	25,16

	IT	LV	LT	HU	NL	PL	PT	RO	SL	SK	FI	SE	UK	EU27
Annual Biomass (10 ⁶ dry ton)	40,93	2,54	5,53	13,93	6,24	36,40	5,07	31,37	0,89	6,14	5,85	10,29	39,76	525,45
Annual Hydrogen (10 ⁶ ton)	0,7	0,0	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,5	0,0	0,1	0,1	0,2	0,5	8,31
% in EU27	8,4	0,4	1,0	2,5	0,8	6,1	1,7	6,4	0,2	1,0	1,2	1,8	6,0	100,0
Annual co-product generation (Mt dry matter)	8,64	0,66	1,40	3,22	1,32	8,29	1,20	8,39	0,22	1,47	1,74	2,65	9,26	123,82

Παράρτημα 4

Πίνακας Π4.1: Οδηγός συλλογής στοιχείων στις περιφέρειες

A. Τοπικό “Βιο-σύστημα”

A1. Δεδομένα χρήσης γης και γεωργικής παραγωγής της περιοχής

- α. Δεδομένα χρήσης γης – Διασπορά αγροτικής παραγωγής εντός της περιοχής
- β. Βασικά αγροτικά προϊόντα (ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία)
- γ. Το εύρος του εκτιμώμενου αγροτικού εισοδήματος (Euro/ha) με βάση τις τρέχουσες γεωργικές δραστηριότητες
- δ. Ζητήματα ποιότητας εδάφους – Ανάγκες για εδαφοβελτιωτικά (για αγορά χρήσης και προϊόντων από ένα βιοδιυλιστήριο)

A2. Αγροβιομηχανικές δραστηριότητες της περιοχής

- α. Τύποι αγροβιομηχανικών μονάδων (πρώτες ύλες και κύρια προϊόντα, με έμφαση στις μονάδες επεξεργασίας τεύτλων, πατάτας και χυμών στην πειροχή)
- β. Χωρική διασπορά των μονάδων
- γ. Ονομαστική δυναμικότητα και τρέχουσα παραγωγικότητα μονάδων
- δ. Παραπροϊόντα βιόμαζας που προκύπτουν από κάθε μονάδα (ποιοτικά και ποσοτικά)
- ε. Τρέχουσα χρήση παραπροϊόντων και αποτίμηση τιμής αγοράς τους

A3. Δεδομένα κτηνοτροφίας στην περιοχή

Διερεύνηση της δυνατότητας συνεργιστικών ή ανταγωνιστικών σχέσεων με τους κτηνοτρόφους της περιοχής, ανάγκες για περαιτέρω εισροές ζωοτροφών (π.χ. από βιοδιυλιστηριακές δραστηριότητες).

B. Υπάρχουσες υποδομές εφοδιασμού βιόμαζας

B1. Τοπική υποδομή μεταφορών (οδική, θαλάσσια, σιδηροδρομική κτλ.)

B2. Εμπειρία αντίστοιχων εφοδιαστικών συστημάτων, πχ. αγροδιατροφικές αλυσίδες

Πίνακας Π4.1: Οδηγός συλλογής στοιχείων στις περιφέρειες (συνέχεια)

Γ. Δεδομένα ενέργειας της περιοχής

Γ1. Δεδομένα παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας

Γ2. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Εν δυνάμει και ήδη αξιοποιούμενες) και ο αναμενόμενος ρόλος τους στο ισοζύγιο ενέργειας της περιοχής (σχέδιο δράσης)

Γ3. Ενεργειακά προϊόντα από βιόμαζα στην περιοχή (υπάρχουσες μονάδες και μονάδες υπό υλοποίηση στο άμεσο μέλλον)

Δ. Γενικά στοιχεία που αφορούν στην περιοχή

Δ1. Στοιχεία που αφορούν στην τοπική οικονομία

- α. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ
- β. Η συνεισφορά των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τον πρωτογενή τομέα στο ΑΕΠ της περιοχής
- γ. Απασχόληση (Παρούσα κατάσταση, επίπεδο εκπαίδευσης, τάσεις)

Δ2. Δεδομένα για το φυσικό περιβάλλον

- α. Διαθεσιμότητα υδάτινων πόρων για γεωργία στην περιοχή
- β. Ποιότητα εδάφους
- γ. Μετεωρολογικά δεδομένα (προφίλ θερμοκρασίας, βροχοπτώσεων, ηλιφάνειας κ.α.)

Δ3. Ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες

- α. Ειδικές πολιτικές και κυβερνητικές δράσεις στήριξης της περιφερειακής ανάπτυξης για την περιοχή
- β. Κοινωνικές συμπεριφορές, κι άλλα στοιχεία «κουλτούρας» που θα επηρεάσουν την κοινωνική αποδοχή
- γ. Ύπαρξη ερευνητικών ινστιτούτων και πανεπιστημίων

Πίνακας Π4.2: Συνοπτικός πίνακας χαρακτηριστικών των δυο περιοχών της μελέτης περιπτώσεων

	“Rural South”:	“Industrial North”:
Land use / Main Agricultural Products	- Total Agricultural Land: 490000 ha - Cotton: 150000 ha - Wheat: 110000 ha - Barley: 14000 ha - Sugar beet: 7000 ha - Fallow/pasture land/other not utilised agricultural land: 38000 ha	- Total Agricultural Land: 150000 ha - Cereals: 12500 - Potatoes: 9000 ha - Sugar beet: 4000 ha
Estimated Agricultural Income	850-2500 €/ha (40-50% coming from national or EU subsidies)	900-2500 €/ha (much higher for greenhouse agriculture)
Agro-industrial Units	2 large wheat mill units 1 large juice production unit Several small canned product units Several oil production/processing units	- oilseed crushing - grain processing - large beer breweries - potato processing facilities
Spatial Distribution of Agro-industrial Units	- 2 wheat mills are placed in Larissa and Magnesia prefectures - The juice production unit is placed in Magnesia prefecture - The rest units are distributed throughout the 4 prefectures	Main agro-industrial units are placed around the , within a 30 km radius
Potentially Available Agricultural and Agro-industrial By-products	- wheat bran - wheat and barley straw - pulp from juice industry - cake from oil industry	- wheat bran - potato steam peels - cake from oil industry
Transport Infrastructure	- a major port in Magnesia prefecture - good road network	- port (’s cheapest bunker port): the third largest port in the world - railway and road network supplying the port
Available Supply Chain Infrastructures	Already existing import (oil/oil seeds, cereals) and export (flour and other processed cereal and juice products) activities in the region	The agro-industrial units of the region are largely based on imported feedstock. The Agri-bulk handled in is about 9.5 million tonnes
Renewable Energy in the Region	135 MW power produced in H/E plants, and 2 biodiesel production units	- electricity production using imported wood residues(1 Mton dry wood residues) - wind energy
Biomass-based Energy Production	- 2 biodiesel production units (using imported feedstock) of 55000 tonnes total capacity - 1 bioethanol unit (from sugar beet and cereals) to be operational within 2010	- co-firing of wood for electricity - surplus of heat from oil refinery - farm scale biogas digesters - several bioethanol facilities around the port area
Population	About 750000 persons	About 1600000 persons
GDP/Capita - Employment	73.2 (considering 100 the GDP of EU25) 13% employed in primary sector	- 204 billion Euro regional product - 21% of the total employment of NL, 1.5% in primary
Special Regional Conditions - Policies	Governmental initiatives encouraging the land use change (especially from cotton to alternative crops)	Sustainable production program for all the economic sectors
Social Acceptance of Bioenergy Projects	“Thessaly Biofuel Technology Platform” along with the play a positive role in the social acceptance of biofuels	- Positive public response to “green electricity” - Negative public response to large biofuel plant projects

* Hellenic Sugar Industry announced in March 2010 that the specific project was cancelled, since they assessed that such a large plant will not

Πίνακας Π4.3.1: Ετήσια παραγωγή βιόμαζας στην Θεσσαλία, σε χιλιάδες ξηρούς τόνους/έτος

	Crop Category	Crop	main product	by-products				Total Annual Production for THESSALY
				leafy biomass	stems-stalks	pulps-cakes	sludges-other wet residues	
Crops already cultivated for nutritional needs	Sugar Crops	sugar beet	27,192	20,472	-	14,233	11,211	74,9
							1,779	
	Starch Crops	potato	2,972	1,842	-	0,446	0,149	5,4
		wheat	189,497	-	160,515	18,950	9,475	378,4
		barley	25,375	-	21,494	2,538	0,000	49,4
		maize	139,832	-	167,799	13,983	6,992	398,5
					69,916	0,000		
		other cereals	0,680	-	0,484	0,068	0,034	1,3
	rice	0,306	-	0,230	0,031	0,015	0,6	
	Other Food Crops	grapes	0,019	-	11,796	0,006	0,001	11,8
		apples	-	-	-	-	-	0,0
		other fruits	8,943	-	27,210	1,789	0,447	38,4
		vegetables	11,694	20,730	-	2,339	0,585	35,6
					0,213	-	0,043	
oil seeds		30,263	-	139,617	?	?	169,9	
Energy crops	Sugar Crops	sw. sorghum	152,204	38,051	60,882	-	7,610	258,7
	Lignocellulosic crops	miscanthus	-	-	-	-	-	-
Total Annual Production								1423,0

Πίνακας 4.3.2: Δυναμικό παραγωγής βιο-υδρογόνου στη Θεσσαλία, σε χιλιάδες τόνους/έτος

	Crop Category	Crop	10% of the main product production as feedstock for hydrogen	by-products				Total Hydrogen Production Potential
				leafy biomass	stems-stalks	pulps-cakes	sludges-other wet residues	
Crops already cultivated for nutritional needs	Sugar Crops	sugar beet	0,272	1,433	-	0,996	0,897 0,089	3,687
		Starch Crops	potato	0,022	0,129	-	0,031	0,015
	wheat		1,326	-	11,236	1,326	0,474	14,363
	barley		0,178	-	1,505	0,178	0,000	1,860
	maize		0,979	-	11,746 4,894	0,979	0,350	18,947
	other cereals		-	-	-	-	-	-
	rice		2,142	-	16,126	2,142	0,765	21,174
	Other Food Crops	grapes	0,000	-	0,826	0,000	0,000	0,826
		apples	-	-	-	-	-	0,000
		other fruits	0,013	-	1,905	0,143	0,022	2,084
		vegetables	1,169	1,451	-	0,164	0,029	2,814
			0,000	-	-	0,000	0,000	-
		oil seeds	-	-	9,773	?	?	9,773
Energy crops	Sugar Crops	sw. sorghum	15,220	2,664	4,262	-	0,381	22,526
	lignocellulosic crops	miscanthus	-	-	-	-	-	-
		Total Hydrogen production Potential	21,322	5,677	66,533	5,959	3,021	98,251

Πίνακας Π4.4: Κατανομή δυναμικού ανά νομό, συνυπολογίζοντας τις βιομηχανικές δραστηριότητες της περιοχής

	Καρδίτσα	Λάρισα	Μαγνησία	Τρίκαλα	Σύνολο
Πρώτη ύλη	10 ³ t υδρογόνου ετησίως				
10% Ζάχαρη από τεύτλο	0.10	0.20	0.02	0.04	0.36
Άχυρο Κριθαριού	0.03	1.05	0.16	0.27	1.50
Φλούδες πατάτας	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πίτουρο σιταριού	0.00	0.82	0.77	0.00	1.59
Σύνολο	0.13	2.07	0.94	0.31	3.45

1: Το σύνολο του δυναμικού από πίτουρο θεωρήθηκε ότι είναι διαθέσιμο στη Μαγνησία λόγω της μεγάλης μονάδας αλευρόμυλων στην περιοχή

2: Το δυναμικό από φλούδες πατάτας είναι μηδενικό, καθώς δεν υπάρχει μονάδα επεξεργασίας πατάτας στην περιοχή, ωστόσο λαμβάνεται υπόψιν ότι μεγάλο μέρος αυτού του δυναμικού θα βρεθεί διαθέσιμο στην γειτονική περιοχή της Λαμίας, όπου υπάρχει μονάδα παραγωγής τσίπς.

Πίνακας Π4.5: «Καλό» και «Κακό» σενάριο για την Θεσσαλία, 2010-2030

	Best Case	Worst Case
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">2010-2015</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">From Laboratory to Demonstration and Pilot Scale</p>	Development of Hyvolution Technology	
	<p>Pretreatment efficiencies, especially for lignocellulosics, and the range of techno-economically suitable feedstocks will be improved.</p> <p>Co-products utilisation: New, innovative co-product applications to be developed for better resource exploitation (=overall system sustainability) and end-product (hydrogen) cost</p> <p>Conversion technology, especially in the case of photo-fermentation to be improved and optimised</p>	<p>Difficulties in improving the conversion efficiency of the photofermentation process and lack of co/by-product exploitation</p> <p>Limited improvement in the suitable biomass portfolio</p>
	New CAP - Land Availability - Other Energy (Oil) Crops	
	<p>The gradual replacement of large Cotton culture lands will take place, providing land availability to other (energy) crops</p> <p>Competition from feedstocks targetting to other technologies (e.g. oil crops for biodiesel) will be faced successfully</p> <p>More efficient land use practices (less set aside land, restriction of abandoned agricultural land, protection of soil quality) will be applied</p>	<p>Overexploitation of the land, soil and water resources.</p> <p>Difficulties in biomass cost reduction, due to the competition from other established biofuel applications.</p>
	Bioethanol Plant and its Success in the Region	
<p>The expected operation of bioethanol plant will provide the infrastructure for the creation of a bioethanol/bioenergy/bio-economy culture in the region</p> <p>Feedstock demand of the bioethanol plant will keep the interest for energy crop cultivation in the region vivid and the initial competition by oil crops will be faced by the ethanol plant</p> <p>The synergetic operation of this plant with demonstration/pilot scale biohydrogen generation units is possible</p>	<p>The failure of this large scale biofuel project in the region will create a negative attitude in the local society for any future biofuel/bioenergy project</p> <p>The know how, critical infrastructure and long lasting relevant “sugar beet culture” will be lost</p>	

	Best Case	Worst Case
	Biofuel Targets	
2015-2020 Niche Markets - First Commercial Applications	The Biofuel targets for 2020, as they are set by EU will speed up the construction of biofuel generation units in the region	The already dominant biofuel applications (bioethanol and biodiesel) will continue to play a major role in the biofuel sector, trying to expand their market share in regional and national level, blocking in the meantime the transition to hydrogen economy
	Penetration of Hydrogen Technology	
	The required infrastructure for hydrogen transport, handling and end use stations (regionally to be organised), will be possible to supply the hydrogen generation technology Fuel cell technologies and hydrogen purification and storage issues will be solved for mobile applications (globally to be solved)	Limited improvement in the hydrogen technology infrastructure Still old technology vehicles due to financial reasons and the lack of infrastructure (refuelling stations)
	Local Small Scale Applications in the Region	
	Either stand alone plants for lignocellulosic agricultural residues (straw) or add-on plants co-operating with local food and biofuel industries will exploit the regional biomass potential The already optimised Hyvolution pretreatment and conversion technology will be competitive	Other biohydrogen (e.g. through gasification) or renewable hydrogen technologies dominate the market Lack of interest for investment from local stakeholders (already existing food and biofuel plants) Lack of market for co-products which will worsen the efficiency of the plants

		Best Case	Worst Case
		Energy Crops in Full Development	
2020-2025 Towards a Hydrogen Economy-Society	<p>Land use optimisation with combined energy and food crop production</p> <p>A large portfolio of energy crops (sugar, lignocellulosics) with improved characteristics, targetting at different and combined energy products will be available</p> <p>Improvements of agricultural practices will improve the yield and productivity</p>	<p>Unsustainable agricultural practices of previous periods leads to water shortage and soil quality reduction. As a consequence a sharp decrease in the productive agricultural land, which will limit the overall available land for biofuel production</p>	
	Combined Small-Large Scale Applications in the Region		
	<p>The gradual transition from sugar beet bioethanol to large scale sugar beet and other energy crop biohydrogen will take place (in already existing bioethanol plant)</p> <p>The number of small scale units in the region increases</p> <p>The market share of Hyvolution technology in overall biomass-to-biohydrogen systems becomes significant (e.g. 40-50%)</p>	<p>Bioethanol plant blocks any perspective for large scale biohydrogen generation</p> <p>Hyvolution technology remains an option for small scale applications with limited market share in overall hydrogen market</p>	
	New Generation Biofuels in the Region		
	<p>The transition from first generation biofuels to the 2nd generation and hydrogen is almost completed (only a small part of oil biodiesel and sugar bioethanol is still in the market)</p> <p>The optimised resource utilisation (lignocellulosic agro/food residues) increase the amount of technoeconomically exploitable feedstocks</p>	<p>Old technology resists due to lack of motives for economy and society. Previous unsuccessful projects (bioethanol) creates societal hesitation.</p>	

	Best Case	Worst Case
	Biorefineries	
2025-2030 Sustainable "Hydrogen Biorefineries"	Transition to multi-feedstock multi product plants Hyvolution technology part of a larger biomass exploitation system where food-fodder-fine chemicals-hydrogen-other energy products co-exist Domination of larger plants or networks of small plants	Hyvolution technology remains isolated from the biorefinery approach, with access only to niche markets and in small scale applications
	Sustainability	
	Strict regulations and indicators monitoring systematically the performance of energy products, and rewarding the best sustainability performances Overall feedstock utilisation, agro-residues utilisation and multi-product generation provides a comparative advantage to Hyvolution technology in this new era	Only "high quality" carbohydrates or resource consuming pretreatment processes applicable to hyvolution technology, reducing its overall sustainability performance

Πίνακας Π4.6: Αναλυτικά στοιχεία των υπολογισμών για τα σενάρια παραγωγής υδρογόνου στο Ρότερταμ

(α)

	3% average increase each year 2008-2030	10% of agribulk handled	60% carbo content	70%	30%	1t-->0.1 t	1t-->0.1 t	1t-->0.05 t	1t-->0.05 t
	Agribulk handled in Rotterdam (dry Mt)	Estimated by-products/residues available for Hydrogen (dry Mt)	Carbohydrate content (dry Mt)	Carbohydrate Recovery Max (dry Mt)	Carbohydrate Recovery Min (dry Mt)	Conversion to Hydrogen Max (kt) for Min Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Max (kt) for Max Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Min (kt) for Min Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Min (kt) for Max Carbo recovery
2008	9,50	0,95	0,57	0,40	0,17	17,10	39,90	8,55	19,95
2009	9,79	0,98	0,59	0,41	0,18	17,61	41,10	8,81	20,55
2010	10,08	1,01	0,60	0,42	0,18	18,14	42,33	9,07	21,16
2011	10,38	1,04	0,62	0,44	0,19	18,69	43,60	9,34	21,80
2012	10,69	1,07	0,64	0,45	0,19	19,25	44,91	9,62	22,45
2013	11,01	1,10	0,66	0,46	0,20	19,82	46,26	9,91	23,13
2014	11,34	1,13	0,68	0,48	0,20	20,42	47,64	10,21	23,82
2015	11,68	1,17	0,70	0,49	0,21	21,03	49,07	10,52	24,54
2016	12,03	1,20	0,72	0,51	0,22	21,66	50,54	10,83	25,27
2017	12,40	1,24	0,74	0,52	0,22	22,31	52,06	11,16	26,03
2018	12,77	1,28	0,77	0,54	0,23	22,98	53,62	11,49	26,81
2019	13,15	1,32	0,79	0,55	0,24	23,67	55,23	11,84	27,62
2020	13,54	1,35	0,81	0,57	0,24	24,38	56,89	12,19	28,44
2021	13,95	1,40	0,84	0,59	0,25	25,11	58,59	12,56	29,30
2022	14,37	1,44	0,86	0,60	0,26	25,87	60,36	12,93	30,18
2023	14,80	1,48	0,89	0,62	0,27	26,64	62,16	13,32	31,08
2024	15,24	1,52	0,91	0,64	0,27	27,44	64,03	13,72	32,01
2025	15,70	1,57	0,94	0,66	0,28	28,26	65,95	14,13	32,97
2026	16,17	1,62	0,97	0,68	0,29	29,11	67,93	14,56	33,96
2027	16,66	1,67	1,00	0,70	0,30	29,98	69,96	14,99	34,98
2028	17,16	1,72	1,03	0,72	0,31	30,88	72,06	15,44	36,03
2029	17,67	1,77	1,06	0,74	0,32	31,81	74,23	15,91	37,11
2030	18,20	1,82	1,09	0,76	0,33	32,77	76,45	16,38	38,23

(β)

	6% increase each year	10% of agribulk handled by- products/residues available for Hydrogen	60% carbo content	70%	30%	1t->0.1 t	1t->0.1 t	1t->0.05 t	1t->0.05 t
	Agribulk handled in Rotterdam (dry Mt)	Estimated by- products/residues available for Hydrogen (dry Mt)	Carbohydrate content (dry Mt)	Carbohydrate Recovery Max (dry Mt)	Carbohydrate Recovery Min (dry Mt)	Conversion to Hydrogen Max (kt) for Min Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Max (kt) for Max Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Min (kt) for Min Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Min (kt) for Max Carbo recovery
2008	9,50	0,95	0,57	0,40	0,17	17,10	39,90	8,55	19,95
2009	10,07	1,01	0,60	0,42	0,18	18,13	42,29	9,06	21,15
2010	10,67	1,07	0,64	0,45	0,19	19,21	44,83	9,61	22,42
2011	11,31	1,13	0,68	0,48	0,20	20,37	47,52	10,18	23,76
2012	11,99	1,20	0,72	0,50	0,22	21,59	50,37	10,79	25,19
2013	12,71	1,27	0,76	0,53	0,23	22,88	53,40	11,44	26,70
2014	13,48	1,35	0,81	0,57	0,24	24,26	56,60	12,13	28,30
2015	14,28	1,43	0,86	0,60	0,26	25,71	59,99	12,86	30,00
2016	15,14	1,51	0,91	0,64	0,27	27,25	63,59	13,63	31,80
2017	16,05	1,61	0,96	0,67	0,29	28,89	67,41	14,45	33,71
2018	17,01	1,70	1,02	0,71	0,31	30,62	71,45	15,31	35,73
2019	18,03	1,80	1,08	0,76	0,32	32,46	75,74	16,23	37,87
2020	19,12	1,91	1,15	0,80	0,34	34,41	80,29	17,20	40,14
2021	20,26	2,03	1,22	0,85	0,36	36,47	85,10	18,24	42,55
2022	21,48	2,15	1,29	0,90	0,39	38,66	90,21	19,33	45,11
2023	22,77	2,28	1,37	0,96	0,41	40,98	95,62	20,49	47,81
2024	24,13	2,41	1,45	1,01	0,43	43,44	101,36	21,72	50,68
2025	25,58	2,56	1,53	1,07	0,46	46,05	107,44	23,02	53,72
2026	27,12	2,71	1,63	1,14	0,49	48,81	113,89	24,40	56,94
2027	28,74	2,87	1,72	1,21	0,52	51,74	120,72	25,87	60,36
2028	30,47	3,05	1,83	1,28	0,55	54,84	127,96	27,42	63,98
2029	32,30	3,23	1,94	1,36	0,58	58,13	135,64	29,07	67,82
2030	34,23	3,42	2,05	1,44	0,62	61,62	143,78	30,81	71,89

(γ)

	3% average increase each year 2008-2030	15% of agribulk handled	60% carbo content	70%	30%	1t->0.1 t	1t->0.1 t	1t->0.05 t	1t->0.05 t
	Agribulk handled in Rotterdam (dry Mt)	Estimated by-products/residues available for Hydrogen (dry Mt)	Carbohydrate content (dry Mt)	Carbohydrate Recovery Max (dry Mt)	Carbohydrate Recovery Min (dry Mt)	Conversion to Hydrogen Max (kt) for Min Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Max (kt) for Max Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Min (kt) for Min Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Min (kt) for Max Carbo recovery
2008	9,50	1,43	0,86	0,60	0,26	25,65	59,85	12,83	29,93
2009	9,79	1,47	0,88	0,62	0,26	26,42	61,65	13,21	30,82
2010	10,08	1,51	0,91	0,63	0,27	27,21	63,49	13,61	31,75
2011	10,38	1,56	0,93	0,65	0,28	28,03	65,40	14,01	32,70
2012	10,69	1,60	0,96	0,67	0,29	28,87	67,36	14,43	33,68
2013	11,01	1,65	0,99	0,69	0,30	29,74	69,38	14,87	34,69
2014	11,34	1,70	1,02	0,71	0,31	30,63	71,46	15,31	35,73
2015	11,68	1,75	1,05	0,74	0,32	31,55	73,61	15,77	36,80
2016	12,03	1,81	1,08	0,76	0,32	32,49	75,82	16,25	37,91
2017	12,40	1,86	1,12	0,78	0,33	33,47	78,09	16,73	39,05
2018	12,77	1,92	1,15	0,80	0,34	34,47	80,43	17,24	40,22
2019	13,15	1,97	1,18	0,83	0,36	35,51	82,85	17,75	41,42
2020	13,54	2,03	1,22	0,85	0,37	36,57	85,33	18,29	42,67
2021	13,95	2,09	1,26	0,88	0,38	37,67	87,89	18,83	43,95
2022	14,37	2,16	1,29	0,91	0,39	38,80	90,53	19,40	45,26
2023	14,80	2,22	1,33	0,93	0,40	39,96	93,24	19,98	46,62
2024	15,24	2,29	1,37	0,96	0,41	41,16	96,04	20,58	48,02
2025	15,70	2,36	1,41	0,99	0,42	42,40	98,92	21,20	49,46
2026	16,17	2,43	1,46	1,02	0,44	43,67	101,89	21,83	50,95
2027	16,66	2,50	1,50	1,05	0,45	44,98	104,95	22,49	52,47
2028	17,16	2,57	1,54	1,08	0,46	46,33	108,10	23,16	54,05
2029	17,67	2,65	1,59	1,11	0,48	47,72	111,34	23,86	55,67
2030	18,20	2,73	1,64	1,15	0,49	49,15	114,68	24,57	57,34

(δ)

	6% increase each year	15 % of agribulk handled Estimated by- products/residues available for Hydrogen (dry Mt)	60% carbo content	70%	30%	1t-->0.1 t	1t-->0.1 t	1t-->0.05 t	1t-->0.05 t
	Agribulk handled in Rotterdam (dry Mt)		Carbohydrate content (dry Mt)	Carbohydrate Recovery Max (dry Mt)	Carbohydrate Recovery Min (dry Mt)	Conversion to Hydrogen Max (kt) for Min Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Max (kt) for Max Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Min (kt) for Min Carbo recovery	Conversion to Hydrogen Min (kt) for Max Carbo recovery
2008	9,50	1,43	0,86	0,60	0,26	25,65	59,85	12,83	29,93
2009	10,07	1,51	0,91	0,63	0,27	27,19	63,44	13,59	31,72
2010	10,67	1,60	0,96	0,67	0,29	28,82	67,25	14,41	33,62
2011	11,31	1,70	1,02	0,71	0,31	30,55	71,28	15,27	35,64
2012	11,99	1,80	1,08	0,76	0,32	32,38	75,56	16,19	37,78
2013	12,71	1,91	1,14	0,80	0,34	34,33	80,09	17,16	40,05
2014	13,48	2,02	1,21	0,85	0,36	36,39	84,90	18,19	42,45
2015	14,28	2,14	1,29	0,90	0,39	38,57	89,99	19,28	45,00
2016	15,14	2,27	1,36	0,95	0,41	40,88	95,39	20,44	47,70
2017	16,05	2,41	1,44	1,01	0,43	43,34	101,12	21,67	50,56
2018	17,01	2,55	1,53	1,07	0,46	45,94	107,18	22,97	53,59
2019	18,03	2,71	1,62	1,14	0,49	48,69	113,61	24,35	56,81
2020	19,12	2,87	1,72	1,20	0,52	51,61	120,43	25,81	60,21
2021	20,26	3,04	1,82	1,28	0,55	54,71	127,66	27,35	63,83
2022	21,48	3,22	1,93	1,35	0,58	57,99	135,32	29,00	67,66
2023	22,77	3,42	2,05	1,43	0,61	61,47	143,43	30,74	71,72
2024	24,13	3,62	2,17	1,52	0,65	65,16	152,04	32,58	76,02
2025	25,58	3,84	2,30	1,61	0,69	69,07	161,16	34,53	80,58
2026	27,12	4,07	2,44	1,71	0,73	73,21	170,83	36,61	85,42
2027	28,74	4,31	2,59	1,81	0,78	77,61	181,08	38,80	90,54
2028	30,47	4,57	2,74	1,92	0,82	82,26	191,95	41,13	95,97
2029	32,30	4,84	2,91	2,03	0,87	87,20	203,46	43,60	101,73
2030	34,23	5,14	3,08	2,16	0,92	92,43	215,67	46,22	107,84

Στοιχεία της ανάλυσης του παραγοντικού σχεδιασμού

Πίνακας 4.7.1: Παραγοντικός σχεδιασμός 4 παραγόντων, δύο επιπέδων, με απόκριση το δυναμικό παραγωγής υδρογόνου, εκφρασμένο σε kt/a.

Αύξηση % πρώτων υλών A	Χρήση % υπολειμματικής βιομάζας B	Ανάκτηση σακχάρων C	Μετατροπή D	Δυναμικό υδρογόνου 2010	Δυναμικό υδρογόνου 2020	Δυναμικό υδρογόνου 2030
-1	-1	-1	-1	9,07	12,19	16,38
1	-1	-1	-1	9,61	17,20	30,81
-1	1	-1	-1	13,61	18,29	24,57
1	1	-1	-1	14,41	25,81	46,22
-1	-1	1	-1	21,16	28,44	38,23
1	-1	1	-1	22,42	40,14	71,89
-1	1	1	-1	31,75	42,67	57,34
1	1	1	-1	33,62	60,21	107,84
-1	-1	-1	1	18,14	24,38	32,77
1	-1	-1	1	19,21	34,41	61,62
-1	1	-1	1	27,21	36,57	49,15
1	1	-1	1	28,82	51,61	92,43
-1	-1	1	1	42,33	56,89	76,45
1	-1	1	1	44,83	80,29	143,78
-1	1	1	1	63,49	85,33	114,68
1	1	1	1	67,25	120,43	215,67

Πίνακας Π4.7.2: Πίνακας Ανάλυσης μεταβλητότητας του παραγοντικού σχεδιασμού

Full Factorial Design							
Factors:	4	Base Design:	4;	16			
Runs:	48	Replicates:		3			
Blocks:	1	Center pts (total):		0			
All terms are free from aliasing.							
Factorial Regression: Δυναμικό υδρογόνου versus A; B; C; D							
Analysis of Variance							
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value		
Model	15	47195,3	3146,4	3,73	0,001		
Linear	4	41959,9	10490,0	12,44	0,000		
A	1	5196,7	5196,7	6,16	0,018		
B	1	4727,1	4727,1	5,60	0,024		
C	1	18906,7	18906,7	22,42	0,000		
D	1	13129,4	13129,4	15,57	0,000		
2-Way Interactions	6	4998,9	833,1	0,99	0,450		
A*B	1	207,8	207,8	0,25	0,623		
A*C	1	831,5	831,5	0,99	0,328		
A*D	1	577,4	577,4	0,68	0,414		
B*C	1	756,2	756,2	0,90	0,351		
B*D	1	525,0	525,0	0,62	0,436		
C*D	1	2100,9	2100,9	2,49	0,124		
3-Way Interactions	4	232,9	58,2	0,07	0,991		
A*B*C	1	33,2	33,2	0,04	0,844		
A*B*D	1	23,1	23,1	0,03	0,870		
A*C*D	1	92,5	92,5	0,11	0,743		
B*C*D	1	84,1	84,1	0,10	0,754		
4-Way Interactions	1	3,7	3,7	0,00	0,948		
A*B*C*D	1	3,7	3,7	0,00	0,948		
Error	32	26990,9	843,5				
Total	47	74186,3					
Model Summary							
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)			
	29,0425	63,62%	46,56%	18,14%			
Coded Coefficients							
Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant		49,62	4,19	11,84	0,000		
A	20,81	10,40	4,19	2,48	0,018	1,00	
B	19,85	9,92	4,19	2,37	0,024	1,00	
C	39,69	19,85	4,19	4,73	0,000	1,00	
D	33,08	16,54	4,19	3,95	0,000	1,00	
A*B	4,16	2,08	4,19	0,50	0,623	1,00	
A*C	8,32	4,16	4,19	0,99	0,328	1,00	
A*D	6,94	3,47	4,19	0,83	0,414	1,00	
B*C	7,94	3,97	4,19	0,95	0,351	1,00	
B*D	6,61	3,31	4,19	0,79	0,436	1,00	
C*D	13,23	6,62	4,19	1,58	0,124	1,00	
A*B*C	1,66	0,83	4,19	0,20	0,844	1,00	
A*B*D	1,39	0,69	4,19	0,17	0,870	1,00	
A*C*D	2,78	1,39	4,19	0,33	0,743	1,00	
B*C*D	2,65	1,32	4,19	0,32	0,754	1,00	

A*B*C*D 0,56 0,28 4,19 0,07 0,948 1,00

Regression Equation in Uncoded Units

$$\begin{aligned} \text{Δυναμικό υδρογόνου} &= 49,62 + 10,40 A + 9,92 B + 19,85 C + 16,54 D \\ &+ 2,08 A*B + 4,16 A*C \\ &\quad + 3,47 A*D + 3,97 B*C + 3,31 B*D + 6,62 C*D \\ &+ 0,83 A*B*C + 0,69 A*B*D \\ &\quad + 1,39 A*C*D + 1,32 B*C*D + 0,28 A*B*C*D \end{aligned}$$

Alias Structure

Factor Name

A A
B B
C C
D D

Aliases

I
A
B
C
D
AB
AC
AD
BC
BD
CD
ABC
ABD
ACD
BCD
ABCD

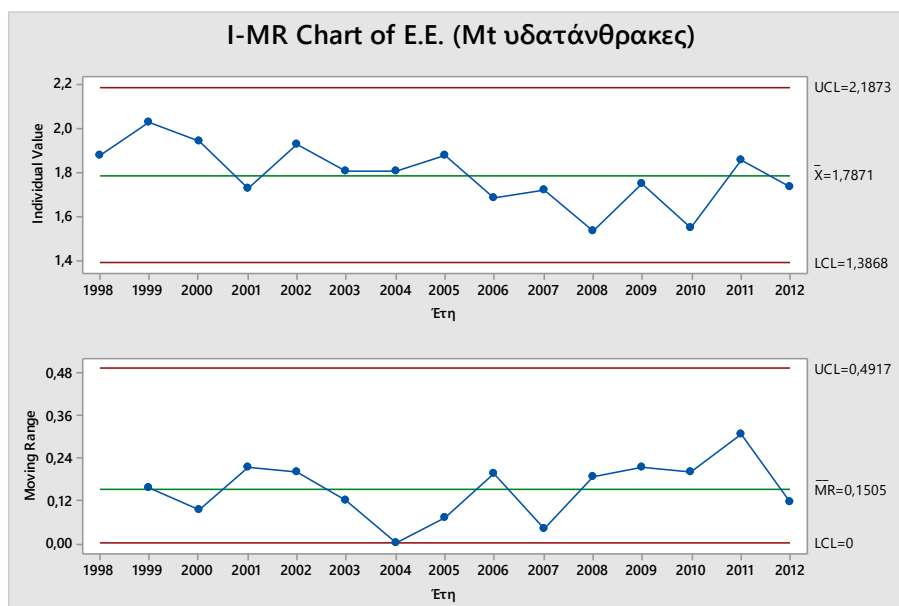
Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Δυναμικό υδρογόνου	Fit	Resid	Std Resid	
16	67,3	134,5	-67,2	-2,83	R
46	143,8	89,6	54,1	2,28	R
48	215,7	134,5	81,2	3,43	R

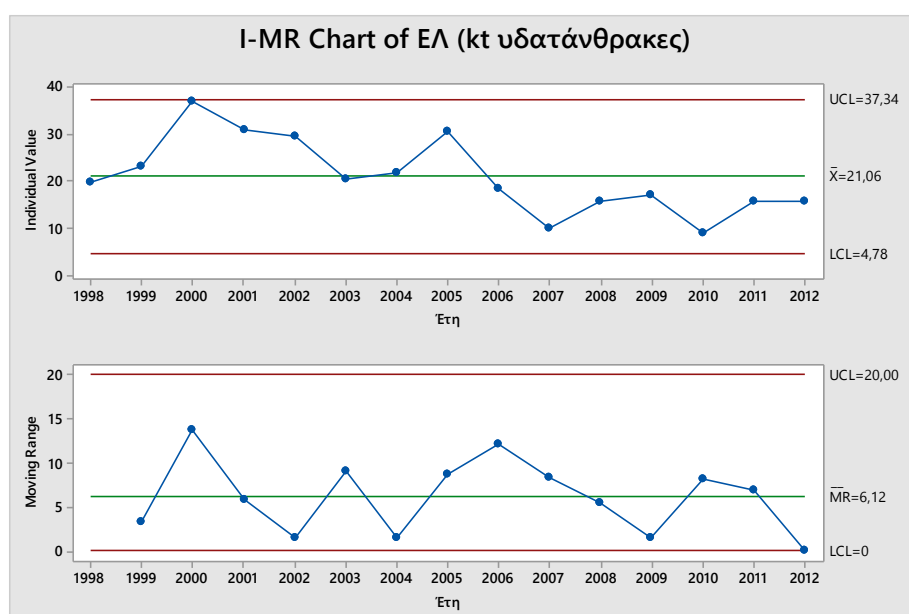
R Large residual

Παράρτημα 5

Α. Παραγωγικοί δείκτες για σακχαρότευτλο



Σχήμα Π5.1: Παραγωγή υδατανθράκων από σακχαρότευτλο στην Ε.Ε. 1998 -2012 (το ποσό αναφέρεται στο 10% της συνολικά ετήσιας παραγόμενης ζάχαρης, η οποία και θεωρείται ότι μπορεί να διατεθεί για την παραγωγή υδρογόνου)



Σχήμα Π5.2: Παραγωγή υδατανθράκων από σακχαρότευτλο στην Ελλάδα 1998 -2012 (το ποσό αναφέρεται στο 10% της συνολικά ετήσιας παραγόμενης ζάχαρης, η οποία και θεωρείται ότι μπορεί να διατεθεί για την παραγωγή υδρογόνου)

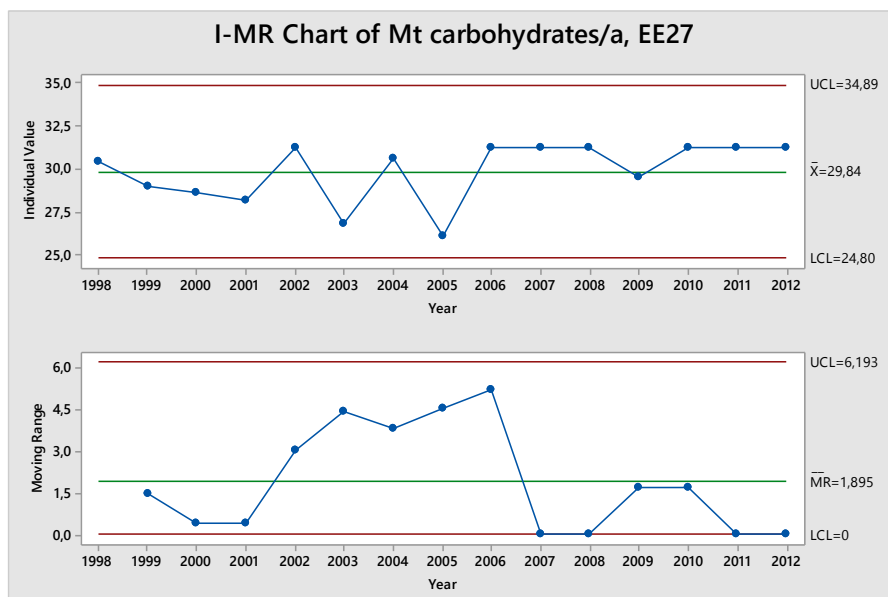
Πίνακας Π5.1: Τεύτλο, στρεμματική απόδοση ανά χώρα 1998-2012 (t sugar/a*ha)

Year	AUSTRIA	BELGIUM	BULGARIA	CZECH REPUBLIC	CYPRUS	DENMARK	GERMANY	ESTONIA	IRELAND	GREECE	SPAIN	FRANCE	ITALY	LATVIA	LITHUANIA	HUNGARY	NETHERLANDS	POLAND	PORTUGAL	ROMANIA	SLOVENIA	SLOVAKIA	FINLAND	SWEDEN	UNITED KINGDOM	EU27
1998	9,90	8,10	-	8,02	-	8,05	8,02	-	6,64	5,40	7,80	11,71	5,80	0,00	6,88	7,10	7,40	7,56	6,60	4,90	0,00	8,61	3,53	6,80	8,90	7,53
1999	10,30	10,50	-	8,60	-	8,60	9,00	-	6,60	5,80	8,10	11,70	6,20	0,00	6,88	7,10	9,30	7,56	8,00	4,90	0,00	8,61	4,90	6,80	8,90	8,08
2000	9,00	9,90	-	9,20	-	9,20	9,70	-	6,60	5,40	8,40	11,70	6,20	0,00	6,88	7,10	9,50	7,56	7,20	4,90	0,00	8,61	4,70	7,30	9,10	8,13
2001	8,80	8,40	-	8,50	-	8,50	8,20	-	6,60	7,20	7,80	9,60	6,00	0,00	6,88	7,10	8,30	7,56	6,40	4,90	0,00	8,61	4,80	6,70	7,95	7,59
2002	9,80	10,40	-	8,80	-	8,80	8,70	-	6,40	7,10	10,50	11,50	5,70	0,00	6,88	7,10	9,40	7,56	8,70	4,90	0,00	8,61	5,10	8,10	9,60	8,27
2003	9,00	10,10	-	8,90	-	8,90	8,50	-	7,20	5,00	9,20	10,80	4,20	4,90	5,10	5,40	10,20	6,60	8,50	4,90	5,20	5,20	4,80	8,30	10,10	7,76
2004	9,20	9,60	-	9,20	-	9,20	8,70	-	6,70	9,70	9,10	10,80	5,60	5,00	5,00	5,90	10,20	6,60	7,90	5,00	5,00	5,20	4,80	7,80	9,60	7,50
2005	9,20	9,69	-	9,40	-	9,40	9,20	-	6,90	7,20	9,40	11,00	5,60	4,80	5,00	6,40	9,70	6,10	8,40	4,30	6,00	5,29	4,80	7,90	9,60	7,67
2006	10,10	10,37	-	8,70	-	8,70	9,00	-	6,90	7,10	9,80	11,80	5,70	5,40	5,30	6,80	10,40	6,60	10,20	4,30	6,60	6,50	5,10	7,60	8,09	
2007	10,90	10,30	2,50	9,70	-	9,70	10,10	-	7,30	10,00	10,00	12,50	7,30	0,00	5,50	7,80	10,50	7,10	9,50	4,30	0,00	7,40	5,20	7,70	10,80	8,49
2008	9,50	11,30	-	11,00	-	11,00	9,80	-	11,40	11,80	13,00	8,10	8,10	0,00	7,90	6,40	12,10	7,30	0,00	5,60	0,00	10,50	5,10	8,90	11,80	9,44
2009	8,70	13,30	-	11,70	-	11,70	11,60	-	7,50	12,70	13,30	5,30	5,30	0,00	7,00	7,90	13,70	6,60	0,00	7,30	0,00	10,20	5,90	10,10	12,60	9,96
2010	7,80	11,80	-	10,50	-	10,50	10,10	-	6,70	11,40	11,90	7,30	7,30	0,00	6,30	7,10	12,25	7,70	0,00	6,30	0,00	9,10	5,30	9,00	11,50	8,90
2011	11,70	13,60	-	13,00	-	13,00	10,70	-	27,40	11,80	14,30	11,10	11,10	0,00	7,70	9,10	13,60	9,70	0,00	7,80	0,00	9,90	8,50	10,50	13,30	11,89
2012	9,50	12,00	-	11,80	-	11,80	11,90	-	17,00	14,80	13,60	13,60	10,40	0,00	10,10	6,40	13,20	9,40	0,00	9,30	0,00	11,90	12,20	9,60	11,00	11,36

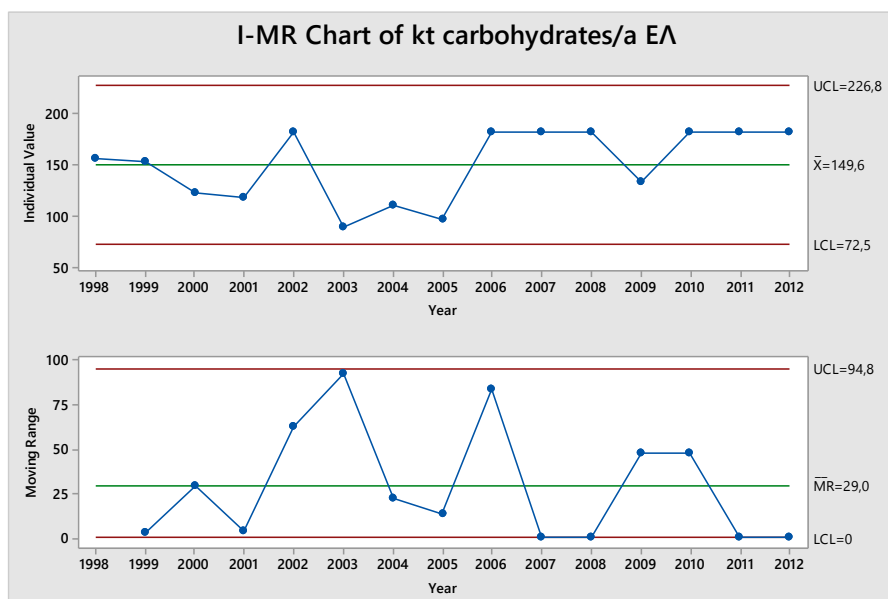
Πίνακας Π5.2: Σακχαρότευτλο, θεωρητικό δυναμικό παραγωγής υδρογόνου (kt/a) ανά χώρα 1998-2012

	AUSTRIA	BELGIUM	BULGARIA	CZECH REPUBLIC	CYPRUS	DENMARK	GERMANY	ESTONIA	IRELAND	GREECE	SPAIN	FRANCE	ITALY	LATVIA	LITHUANIA	HUNGARY	NETHERLANDS	POLAND	PORTUGAL	ROMANIA	SLOVAKIA	SLOVENIA	FINLAND	SWEDEN	UNITED KINGDOM	BULG	
1998	4.90	7.94	0.00	4.80	4.80	0.00	5.31	40.37	0.00	2.19	1.99	11.60	45.12	15.96	0.00	1.00	0.97	8.25	14.46	0.66	1.04	0.00	1.37	1.26	3.99	14.42	187.60
1999	5.01	10.91	0.00	4.80	4.80	0.00	5.53	44.01	0.00	2.16	2.32	11.05	48.03	17.05	0.00	1.00	0.97	11.17	14.46	0.76	1.04	0.00	1.37	1.66	4.30	15.46	203.06
2000	4.11	9.42	0.00	4.80	4.80	0.00	5.33	43.83	0.00	2.19	3.68	11.03	44.94	15.52	0.00	1.00	0.97	10.63	14.46	0.57	1.04	0.00	1.37	1.53	4.12	13.25	193.79
2001	4.20	8.04	0.00	4.80	4.80	0.00	4.73	37.26	0.00	2.05	3.10	10.14	39.55	13.18	0.00	1.00	0.97	9.00	14.46	0.32	1.04	0.00	1.37	1.50	3.70	12.00	172.41
2002	4.33	10.19	0.00	4.80	4.80	0.00	4.73	40.06	0.00	1.98	2.96	11.98	46.97	14.09	0.00	1.00	0.97	10.23	14.46	0.78	1.04	0.00	1.37	1.63	4.32	14.24	192.56
2003	3.86	10.29	0.00	5.18	4.80	0.00	1.92	37.79	0.00	2.24	2.05	9.19	42.15	9.00	0.68	1.32	2.60	10.76	18.87	0.60	1.04	0.26	1.65	1.36	4.16	13.68	180.75
2004	4.12	9.14	0.00	4.73	4.80	0.00	4.42	38.14	0.00	2.10	2.19	9.99	40.39	10.08	0.68	1.23	3.92	10.10	17.38	0.67	1.04	0.31	1.81	1.42	3.72	13.00	180.58
2005	4.06	8.54	0.00	4.77	4.80	0.00	4.66	38.98	0.00	2.00	3.06	10.54	40.07	15.62	0.67	1.08	3.87	9.11	18.00	0.68	1.04	0.47	2.11	1.42	3.79	13.00	187.58
2006	4.14	8.63	0.00	5.09	4.80	0.00	3.52	32.20	0.00	1.85	10.07	47.08	46.80	6.27	0.61	0.98	8.65	16.28	0.38	1.04	0.46	1.84	1.27	3.40	11.00	168.03	
2007	4.63	8.80	0.07	4.68	4.80	0.00	3.82	41.10	0.00	0.00	1.02	7.72	60.80	4.98	0.00	0.91	2.97	8.60	16.12	0.13	1.08	0.00	1.48	0.84	3.12	11.50	171.99
2008	4.10	7.22	0.00	4.15	4.80	0.00	4.45	36.55	0.00	0.00	1.72	6.08	43.47	5.09	0.00	0.68	1.05	8.63	12.85	0.00	1.12	0.00	1.16	0.69	3.24	11.92	153.43
2009	3.81	8.41	0.00	4.79	4.80	0.00	4.45	42.07	0.00	0.00	0.00	5.99	48.81	5.09	0.00	1.06	1.08	9.93	16.47	0.00	1.46	0.00	1.62	0.88	4.03	13.08	174.75
2010	3.49	6.93	0.00	4.31	4.80	0.00	4.09	36.72	0.00	0.00	0.91	5.29	43.42	4.65	0.00	0.94	0.96	8.70	15.16	0.00	1.52	0.00	1.60	0.76	3.52	11.99	154.96
2011	5.46	8.78	0.00	6.16	4.80	0.00	5.19	42.67	0.00	0.00	1.59	5.30	51.82	5.07	0.00	1.37	1.22	9.99	19.09	0.00	1.46	0.00	1.75	1.20	4.17	13.15	185.44
2012	4.69	7.61	0.00	5.65	4.80	0.00	4.80	40.07	0.00	0.00	1.58	5.32	46.35	5.46	0.00	1.90	1.12	9.69	18.03	0.00	2.59	0.00	2.29	1.40	3.66	11.44	173.65

Β. Παραγωγικοί δείκτες για άχυρο κριθαριού



Σχήμα Π5.3: Θεωρητικό δυναμικό παραγωγής υδατανθράκων από άχυρο κριθαριού στην Ε.Ε. 1998 -2012



Σχήμα Π5.4: Θεωρητικό δυναμικό παραγωγής υδατανθράκων από άχυρο κριθαριού στην Ελλάδα 1998 -2012

Πίνακας Π5.3: Κριθάρι, στρεμματική απόδοση ανά χώρα 1998-2012 (t/a*ha)

	AUSTRIA	BELGIUM	BULGARIA	CZECH REPUBLIC	CYPRUS	DENMARK	GERMANY	ESTONIA	IRELAND	GREECE	SPAIN	FRANCE	ITALY	LATVIA	LITHUANIA	HUNGARY	NETHERLANDS	IRELAND	PORTUGAL	ROMANIA	SLOVENIA	SLOVAKIA	FINLAND	SWEDEN	UNITED KINGDOM	EU27	
1998	4.60	6.90	-	4.65	1.53	5.20	5.70	2.60	2.60	5.60	2.50	3.10	6.50	3.60	2.30	2.90	1.50	5.50	3.00	1.00	3.00	4.00	4.40	2.40	3.80	5.30	3.82
1999	4.70	7.30	-	4.65	1.53	5.10	6.00	2.60	6.70	6.70	2.70	2.40	6.20	3.80	2.30	2.90	1.50	6.30	3.00	1.20	3.00	4.00	4.40	2.70	3.80	5.60	3.93
2000	3.80	6.90	2.80	3.30	0.80	5.40	6.40	2.00	7.20	7.20	2.70	3.40	6.30	3.70	1.80	2.40	2.80	5.90	2.50	4.70	2.10	3.30	3.10	3.60	4.20	5.80	3.87
2001	4.70	7.20	3.20	4.00	2.30	5.30	6.40	2.00	7.00	7.00	1.90	2.10	5.80	3.40	1.80	2.30	3.50	5.80	3.10	1.10	3.00	3.50	3.10	3.30	4.20	5.40	3.82
2002	4.30	7.60	3.10	3.70	2.50	5.00	5.60	1.90	5.50	1.90	2.70	2.70	6.70	3.50	1.90	2.40	2.80	5.90	3.20	1.80	2.00	3.90	3.50	3.40	4.40	5.60	3.77
2003	4.20	10.10	-	3.80	2.50	5.30	5.10	1.90	6.50	1.90	2.80	2.80	5.60	3.30	1.90	2.40	3.30	6.40	2.80	1.20	2.00	2.90	3.00	3.20	4.30	5.90	3.87
2004	5.30	7.90	3.60	5.00	1.70	5.20	6.60	2.30	7.20	7.20	2.70	3.40	6.80	3.80	2.20	2.90	4.30	6.10	3.50	1.70	3.30	3.90	4.10	3.10	4.30	5.80	4.27
2005	4.60	7.60	2.50	4.20	1.20	5.40	6.00	2.50	6.20	6.20	2.40	1.40	6.40	3.80	2.50	2.70	3.80	6.10	3.20	0.80	2.20	4.00	3.60	3.50	4.30	5.90	3.87
2006	4.40	7.50	2.80	3.60	1.10	4.80	5.90	2.10	6.80	2.50	2.60	2.60	6.20	3.90	2.00	1.90	3.70	6.10	2.60	2.40	2.30	3.60	3.50	3.50	3.60	5.90	3.82
2007	4.20	7.70	2.30	3.80	1.50	4.70	5.40	2.70	6.70	6.70	2.40	3.70	5.60	3.60	2.40	2.70	3.20	5.70	3.30	2.00	1.50	3.70	3.10	3.60	4.50	6.00	3.83
2008	5.20	7.80	-	4.65	1.53	4.70	6.10	2.60	6.90	6.90	2.50	3.25	6.80	3.80	2.30	2.90	1.50	6.20	3.00	2.30	3.00	4.00	4.40	3.60	4.70	6.00	4.13
2009	4.60	7.70	-	4.40	1.80	5.70	6.50	2.70	5.90	2.30	2.40	6.80	6.40	3.40	2.50	3.10	7.00	7.00	3.40	1.90	2.30	3.50	3.50	3.60	4.70	6.00	4.12
2010	4.60	9.20	3.40	4.10	1.80	5.20	6.30	2.40	7.00	7.00	2.80	2.80	6.40	3.50	2.30	3.40	6.00	6.00	3.50	1.50	2.00	4.30	2.70	3.20	4.00	5.70	4.02
2011	5.60	7.70	4.00	4.90	1.80	5.40	5.50	2.50	7.80	3.20	3.10	5.70	5.70	3.50	2.50	3.00	3.80	6.00	3.30	1.30	3.20	4.50	3.90	3.50	4.40	5.70	4.23
2012	4.40	8.10	3.50	4.20	1.70	5.60	6.20	3.10	6.00	6.00	2.50	2.20	6.70	3.80	2.90	3.40	3.60	6.00	3.60	1.30	2.40	4.70	3.20	3.50	4.60	5.50	4.11

Πίνακας Π5.4: Άχυρο κριθαριού, θεωρητικό δυναμικό παραγωγής υδρογόνου (kt/a) ανά χώρα 1998-2012

	AUSTRIA	BELGIUM	BULGARIA	CYPRUS	GERMANY	HUNGARY	IRELAND	SPAIN	FRANCE	ITALY	NETHERLANDS	POLAND	PORTUGAL	SLOVAKIA	SLOVENIA	ESTONIA	FINLAND	UNITED KINGDOM	EU27						
1998	57,69	17,85	41,79	106,81	169,69	595,57	16,66	51,07	15,52	518,60	504,13	65,64	14,61	46,17	70,35	10,19	172,31	1,24	57,64	3,67	44,27	62,64	80,30	315,59	3042,50
1999	54,88	18,47	41,79	106,81	174,93	633,13	16,66	60,83	15,23	353,86	454,06	62,50	14,61	46,17	70,35	17,37	172,31	1,38	57,64	3,67	44,27	74,64	88,16	313,11	2899,32
2000	40,70	15,85	30,27	77,54	189,45	576,25	16,56	62,36	12,28	526,60	462,15	60,07	12,42	40,94	42,89	13,71	132,47	1,71	41,27	1,81	18,90	94,49	77,78	306,02	2859,28
2001	48,17	17,56	44,32	93,58	188,78	642,36	12,85	60,79	11,85	297,45	466,43	53,60	11,00	36,94	61,83	18,42	158,51	0,62	75,21	2,09	29,18	85,01	78,16	317,97	2818,25
2002	46,08	20,42	41,79	106,81	159,98	569,63	16,66	59,50	18,09	536,02	583,10	58,69	14,61	46,17	70,35	14,76	172,31	4,76	57,64	3,67	44,27	101,34	79,87	292,45	3121,47
2003	41,98	12,90	41,79	98,48	179,74	504,37	12,09	57,02	8,85	414,02	488,57	48,60	11,76	42,84	54,88	16,61	134,76	0,62	25,75	1,86	38,27	80,78	73,59	303,21	2679,50
2004	47,93	14,52	56,22	110,91	170,84	618,47	13,99	63,17	11,08	506,46	525,12	55,64	13,52	40,94	67,26	13,71	169,98	1,24	66,93	2,90	35,18	100,10	80,54	276,94	3058,77
2005	41,89	14,38	31,32	110,91	180,74	552,83	17,47	48,79	9,71	212,15	490,90	57,79	17,42	45,12	56,64	14,61	170,46	1,24	51,36	2,90	35,18	100,10	75,83	293,37	2905,96
2006	46,08	20,42	41,79	106,81	159,98	569,63	16,66	59,50	18,09	536,02	583,10	58,69	14,61	46,17	70,35	14,76	172,31	4,76	57,64	3,67	44,27	101,34	79,87	292,45	3121,47
2007	46,08	20,42	41,79	106,81	159,98	569,63	16,66	59,50	18,09	536,02	583,10	58,69	14,61	46,17	70,35	14,76	172,31	4,76	57,64	3,67	44,27	101,34	79,87	292,45	3121,47
2008	46,08	20,42	41,79	106,81	159,98	569,63	16,66	59,50	18,09	536,02	583,10	58,69	14,61	46,17	70,35	14,76	172,31	4,76	57,64	3,67	44,27	101,34	79,87	292,45	3121,47
2009	39,75	21,56	41,79	96,34	181,65	584,91	18,09	51,84	13,33	362,24	613,09	49,93	12,61	40,84	49,17	14,76	189,54	3,62	56,31	3,68	32,18	103,34	79,83	293,20	2853,20
2010	46,08	20,42	41,79	106,81	159,98	569,63	16,66	59,50	18,09	536,02	583,10	58,69	14,61	46,17	70,35	14,76	172,31	4,76	57,64	3,67	44,27	101,34	79,87	292,45	3121,47
2011	46,08	20,42	41,79	106,81	159,98	569,63	16,66	59,50	18,09	536,02	583,10	58,69	14,61	46,17	70,35	14,76	172,31	4,76	57,64	3,67	44,27	101,34	79,87	292,45	3121,47
2012	46,08	20,42	41,79	106,81	159,98	569,63	16,66	59,50	18,09	536,02	583,10	58,69	14,61	46,17	70,35	14,76	172,31	4,76	57,64	3,67	44,27	101,34	79,87	292,45	3121,47

Παράρτημα 6

Πίνακας Π6.1: Παίγνιο λήψης αποφάσεων για βιοενεργειακή εφαρμογή-2014

Ο Δήμος Πεντέλης επεξεργάζεται σχέδιο εγκατάστασης μονάδας αεριοποίησης βιομάζας. Στην περιοχή εγκατάστασης της μονάδας, ο Δήμος ανακοίνωσε ότι έχει στην ζώνη ευθύνης του 70.000 στρέμματα και την διαχείριση «περίπου 20 τόνων κλαδιών, κορμών και άλλων φυτών που κλαδεύονται» - χωρίς άλλες διευκρινήσεις. Σημειώνεται ότι η καθημερινή μετακίνηση μεγάλου όγκου κλαδιών στην χωματερή Άνω Λιοσίων επιβαρύνει τον Δήμο οικονομικά και δημιουργεί εστίες πυρκαγιάς στα σημεία συγκέντρωσης, τη θερινή ιδίως περίοδο. Ανακοινώνεται επίσης πως «στην προτεινόμενη μονάδα θα καταλήγουν προς άμεση επεξεργασία 5 τόνοι βιομάζας ξύλου, σε μικρή απόσταση από τα σημεία αποκοπής της» και ότι «η περιοχή πρώην λατομείων Μαλτέζου βρίσκεται στρατηγικά τοποθετημένη σε απόσταση 1,5 km από την Άνω Πεντέλη και 2,5 km από τον Κοκκιναρά Κηφισιάς σε εγκαταλειμμένη, ακατοίκητη περιοχή». Εκτός από τα παραπάνω οφέλη της συλλογής και επεξεργασίας της βιομάζας ξύλου που παράγεται στην ευρύτερη περιοχή, με την φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία της αεριοποίησης παράγεται ηλεκτρική ενέργεια που καλύπτει τις ίδιες ανάγκες λειτουργίας της μονάδας και έχει την δυνατότητα πώλησης της περίσσειας ενέργειας στην ΔΕΗ δημιουργώντας σημαντικά έσοδα για τον Δήμο, ενώ είναι επίσης δυνατή η συμπαραγωγή βιο-θερμότητας για τοπικές χρήσεις. Ο φορέας υλοποίησης του έργου (και ιδιοκτήτης) θα είναι ο Καλλικρατικός Δήμος Πεντέλης, και η έκταση εγκατάστασης αποτελεί ιδιοκτησία μέσα στα όρια του Δήμου.

Για την προκαταρκτική εκτίμηση της σκοπιμότητας και βιωσιμότητας του επενδυτικού αυτού σχεδίου, θα διοργανωθεί στις 11/7, και ώρα 15.00-18.00, Συνάντηση Εργασίας εκπροσώπων όλων των βασικών «παικτών» στη λήψη αποφάσεων, δηλαδή: (Α) Παραγωγών βιομάζας από κλαδέματα και άλλες φυτικές πηγές Δήμου, (Β) Διαχειριστών βιομάζας από αστικές πηγές, (Γ) Βιοενεργειακής βιομηχανίας (αεριοποίησης), (Δ) Εταιρείας διανομής ηλεκτρισμού, (Ε) Τοπικής κοινωνίας, (ΣΤ) Τοπικής Αυτοδιοίκησης, (Ζ) Κεντρικής Κυβέρνησης, (Η) ??? («παίκτης» υπό καθορισμό). Στη συνάντηση θα ζητηθεί από όλες τις ομάδες να αξιολογήσουν τα ακόλουθα κυριότερα κριτήρια για την λήψη απόφασης, δηλαδή να τα θέσουν σε σειρά απόλυτης προτεραιότητας (1=πρώτη προτεραιότητα, 2=δεύτερη, κοκ.), επεξηγώντας παράλληλα τις επιλογές τους με τη βοήθεια του πίνακα της επόμενης σελίδας.

Πίνακας Π6.2: Παίγνιο λήψης αποφάσεων για βιοενεργειακή εφαρμογή-2015

Ο Δήμος Θέρμης, στη Θεσσαλονίκη, επεξεργάζεται σχέδιο εγκατάστασης μονάδας αεριοποίησης βιομάζας. Το έργο περιλαμβάνει εγκατάσταση επεξεργασίας μη επικίνδυνων αποβλήτων προς παραγωγή αερίου σύνθεσης, και εγκατάσταση μονάδας ισχύος 498 KW για ηλεκτροπαραγωγή. Συγκεκριμένα το έργο αφορά στην εγκατάσταση συστήματος επεξεργασίας βιομάζας με την τεχνολογία της θερμοχημικής αεριοποίησης και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αεριοστροβίλου και γεννήτριας με μέγιστη ισχύ 498 kWe.

Σκοπός της επένδυσης: Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα πωλείται στον διαχειριστή του ηλεκτρικού συστήματος (Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.) με βάση το νόμο 3168/2006, όπως ισχύει.

Πρώτη ύλη: Ροκανίδια (wood chips), σε ποσότητα 5000 τόνοι/έτος ή 15 τόνοι ημερησίως, τα οποία θα τα προμηθεύεται η εταιρεία, είτε από την εγχώρια είτε από τη διεθνή αγορά, βάση σχετικών τιμών.

Συνολικό κόστος επένδυσης: 750.000 Ευρώ και θα χρηματοδοτηθεί κατά 25% από ίδια κεφάλαια και κατά 75% από δάνειο.

Θέση έργου: Η εγκατάσταση χωροθετείται σε αγροτεμάχιο 4800 m². που βρίσκεται βόρεια της εθνικής οδού Θεσσαλονίκης Πολυγύρου, νοτιοανατολικά του οικισμού Λακκιάς, και απέχει 650 m από αυτόν.

Για την προκαταρκτική εκτίμηση της σκοπιμότητας και βιωσιμότητας του επενδυτικού αυτού σχεδίου, θα διοργανωθεί στις 5/6, και ώρα 15.00-18.00, Συνάντηση Εργασίας εκπροσώπων όλων των βασικών «παικτών» στη λήψη αποφάσεων, δηλαδή: (Α) Παραγωγών βιομάζας από κλαδέματα και άλλες φυτικές πηγές της ευρύτερης περιοχής (Β) Διαχειριστών βιομάζας από αστικές πηγές, (Γ) Βιοενεργειακής βιομηχανίας (αεριοποίησης), (Δ) Εταιρείας διανομής ηλεκτρισμού, (Ε) Τοπικής κοινωνίας, (ΣΤ) Τοπικής Αυτοδιοίκησης, (Ζ) Κεντρικής Κυβέρνησης, (Η) ??? («παίκτης» υπό καθορισμό). Στη συνάντηση θα ζητηθεί από όλες τις ομάδες να αξιολογήσουν τα ακόλουθα κυριότερα κριτήρια για την λήψη απόφασης, δηλαδή να τα θέσουν σε σειρά απόλυτης προτεραιότητας (1=πρώτη προτεραιότητα, 2=δεύτερη, κοκ.), επεξηγώντας παράλληλα τις επιλογές τους με τη βοήθεια του πίνακα της επόμενης σελίδας.

Πίνακας Π6.3: Παίγνιο λήψης αποφάσεων για βιοενεργειακή εφαρμογή-2016

Ο Δήμος Μαρκόπουλο στα Μεσόγεια Αττικής, επεξεργάζεται σχέδιο εγκατάστασης μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιόμαζα (φυτικά έλαια -vegetable oil) ισχύος 1MWe. Την παροχή των απαιτούμενων ποσοτήτων ημερησίως θα αναλαμβάνει συγκεκριμένη προμηθεύτρια εταιρεία, η οποία θα δραστηριοποιείται στον κλάδο των ενεργειακών πρώτων υλών. Η εταιρεία θα διαθέτει όλη την απαιτούμενη τεχνογνωσία και υποδομή προκειμένου να ελέγχει και να αξιολογεί τις συγκεντρωθείσες ποσότητες φυτικών ελαίων. Σκοπός της επένδυσης: Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα πωλείται στον διαχειριστή του ηλεκτρικού συστήματος (Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.) με βάση το νόμο 3168/2006, όπως ισχύει. **Πρώτη ύλη:** Η μονάδα θα χρησιμοποιεί πρώτες ύλες με πιστοποίηση περιβαλλοντικής προέλευσης, οι οποίες θα αποτελούνται από μη βρώσιμα φυτικά έλαια υποβαθμισμένης ποιότητας συγκεκριμένων ειδών όπως ηλιέλαιο, κραμβέλαιο, βαμβακέλαιο, φοινικέλαιο. Επίσης από χρησιμοποιημένα βρώσιμα έλαια από διάφορες πηγές. Η πρώτη ύλη θα παραλαμβάνεται επεξεργασμένη και έτοιμη να εισαχθεί απευθείας στις μηχανές εσωτερικής καύσης. **Τεχνολογία-Δυναμικότητα:** Η καύσιμη ύλη της μονάδας(φυτικά έλαια) θα εισάγεται σε δύο ειδικών προδιαγραφών ενσωματωμένες δεξαμενές (vegetable oil -fuel tanks) συνολικής χωρητικότητας 35 m³, οι οποίες θα έχουν επάρκεια επτά ημερών. Οι ανάγκες της μονάδας σε ποσότητες λαδιού υπολογίζονται σε 200 L/h (100 L/h για κάθε δεξαμενή). Πέραν των δύο αυτών δεξαμενών φυτικών ελαίων, η μονάδα θα διαθέτει tank fuel για αποθήκευση βιοντήζελ (RME) χωρητικότητας 30 L περίπου. Το βιοντήζελ που εντάσσεται και αυτό στα βιοκαύσιμα όπως άλλωστε και τα φυτικά έλαια, χρησιμοποιείται ως υποβοήθημα για την εκκίνηση του κινητήρα όταν παύσει να λειτουργεί για μία ώρα και επιπλέον, έχοντας ψυχθεί αρκετά. Η παραγωγή ενέργειας θα επιτυγχάνεται μέσω 2 Μηχανών Εσωτερικής Καύσης diesel ειδικά τροποποιημένες να χρησιμοποιούν φυτικά έλαια. **Συνολικό κόστος επένδυσης:** 750.000 Ευρώ και θα χρηματοδοτηθεί κατά 25% από ίδια κεφάλαια και κατά 75% από δάνειο. **Θέση έργου:** Το έργο χωροθετείται εντός του δήμου Μαρκόπουλου σε περιοχή ΒΙΠΑ προς εξυγίανση. Η μονάδα θα εγκατασταθεί εντός αγροτεμαχίου επιφανείας 2000,45 m². Για την προκαταρκτική εκτίμηση της σκοπιμότητας και βιωσιμότητας του επενδυτικού αυτού σχεδίου, θα διοργανωθεί στις 27/5, και ώρα 15.00-18.00, Συνάντηση Εργασίας εκπροσώπων όλων των βασικών «παικτών» στη λήψη αποφάσεων, δηλαδή: (Α) Παραγωγών βιόμαζας και άλλων παρόχων ελαίων, (Β) Διαχειριστών βιόμαζας από απόβλητα (τηγανέλαια κλπ), (Γ) Βιοενεργειακής βιομηχανίας (καύσης ελαίων και παραγωγής ηλεκτρισμού), (Δ) Εταιρείας διανομής ηλεκτρισμού, (Ε) Τοπικής κοινωνίας, (ΣΤ) Τοπικής Αυτοδιοίκησης, (Ζ) Κεντρικής Κυβέρνησης, (Η) ??? («παίκτης» υπό καθορισμό).

Και στις τρεις περιπτώσεις οι εκπρόσωποι των φορέων κλήθηκαν να ακολουθήσουν τα παρακάτω βήματα:

1. Να ιεραρχήσετε, αρχικά σε ατομική βάση και στη συνέχεια σε συλλογική, μετά από διαβούλευση στο πλαίσιο της ομάδας σας, και με βάση τον «παίκτη» που εκπροσωπείτε, τα 9 κριτήρια απόφασης του ακόλουθου Πίνακα.
2. Να τεκμηριώσετε αναλυτικά τις επιλογές σας, διευκρινίζοντας για καθένα από τα κριτήρια τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες θα ήσασταν απολύτως θετικοί, απολύτως αρνητικοί, ή απλώς επιφυλακτικοί ως προς την υλοποίηση της επένδυσης.
3. Να δηλώσετε ποιες συμμαχίες εκτιμάτε ότι θα έπρεπε να επιδιώξετε (με ποιους από τους υπόλοιπους «παίκτες»), και με ποια κοινή στόχευση/βάση συνεργασίας, και
4. Να καταθέσετε γραπτώς τις απόψεις σας ως προς τα 3 παραπάνω ερωτήματα, μέχρι μία εβδομάδα πριν από την συνάντηση. (όχι περισσότερες από 2 σελίδες).

Πίνακας Π6.4: Αναλυτικές αποκρίσεις των «παικτών» κατά τις 3 πιλοτικές εφαρμογές της μεθοδολογίας

Κριτήριο απόφασης	a			b			c			d			e			f			g			h		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
	A			B			Γ			Δ			Ε			ΣΤ			Ζ			Η		
1. Απόδοση επένδυσης	5	4	2	1	6	2	1	2	1	4	8	8	6	7	9	6	7	9	1	7	7	2	3	1
2. Ετήσια κέρδη - Εισόδημα	1	1	3	2	5	1	2	1	3	6	9	9	5	6	8	5	8	6	2	2	8	1	6	3
3. Εθνική Οικονομία	7	7	5	8	7	3	8	8	6	7	6	4	7	4	7	8	3	8	7	1	6	6	9	8
4. Περιφερειακή/Τοπική Οικονομία	4	2	4	4	2	5	6	7	5	5	7	5	3	2	3	1	1	1	3	4	3	5	5	7
5. Εφαρμογή Νέας Τεχνολογίας	6	6	7	7	9	8	7	5	8	1	2	2	4	5	5	7	6	5	6	9	5	8	1	6
6. Απασχόληση	3	3	6	6	8	9	5	9	4	8	5	7	2	3	4	2	2	2	4	5	1	7	4	5
7. Προστασία Περιβάλλοντος	2	5	1	5	3	6	4	3	2	3	4	6	1	1	1	3	4	3	5	3	2	3	2	4
8. Πολιτικά – Θεσμικά Ωφέλη	8	8	8	9	4	7	9	6	9	9	3	3	8	8	6	4	5	4	8	6	4	9	8	9
9. Άλλο Κριτήρια (επεξηγήστε)	9	9	9	3	1	4	3	4	7	2	1	1	9	9	2	9	9	7	9	8	9	4	7	2
Αποδοχή από την τοπική κοινωνία																								
Απόσταση παραγωγής κατανάλωσης																								
Προοπτικές εξέλιξης																								
Ορθότητα τεχνοοικονομικής/ περιβαλλοντικής μελέτης																								
Μόνο τοπικοί παραγωγοί βιόμαζας																								
Δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης																								
Τοπική βιοποικιλότητα															2									
Ποιότητα ισχύος																								
Χρηματοδότηση ΕΕ/κράτους							3												9					
Τεχνικές προδιαγραφές										2		1												
Ηθικά κριτήρια									7															
Τήριση Ευρωπαϊκών τοπικών κανονισμών																								
Διαφθορά																								
Κοινωνική αποδοχή				3																				
Νομοθετικό-θεσμικό πλαίσιο						4																		2
Κυβερνητική πολιτική																7								
	ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΚΥΡΙΑΣ Α΄ ΥΛΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ			ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΕΣ/ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ			ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ			ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ			ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ			ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ			ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΥΒΕΡΝΗΣΗ			ΕΠΕΝΔΥΤΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΤΡΑΠ		

Πίνακας Π6.5: Μήτρες «συνάφειας παικτών» 2014-2016

2014

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
(a)		14,0	14,0	19,0	10,0	16,0	10,0	13,0
(b)			4,0	19,0	22,0	22,0	6,0	9,0
(c)				19,0	22,0	22,0	8,0	9,0
(d)					17,0	25,0	21,0	16,0
(e)						12,0	16,0	23,0
(f)							20,0	25,0
(g)								13,0
(h)								

2015

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
(a)		28,0	24,0	38,0	22,0	20,0	26,0	22,0
(b)			21,0	25,0	22,0	28,0	24,0	32,0
(c)				30,0	34,0	38,0	28,0	24,0
(d)					32,0	28,0	34,0	28,0
(e)						12,0	20,0	20,0
(f)							20,0	30,0
(g)								30,0
(h)								

2016

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
(a)		20,0	10,0	38,0	28,0	30,0	40,0	20,0
(b)			20,0	30,0	36,0	40,0	40,0	22,0
(c)				40,0	28,0	28,0	26,0	14,0
(d)					22,0	30,0	28,0	34,0
(e)						16,0	16,0	26,0
(f)							12,0	32,0
(g)								36,0
(h)								