



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Θέμα :

**Διαχείριση κτηνοτροφικών αποβλήτων
στην Περιφέρεια Κρήτης**

Κερατιώτης Χρήστος, Μηχανικός Περιβάλλοντος

Αθήνα, Οκτώβριος 2017



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθηνών
Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΡΗΤΗΣ

Κερατιώτης Χρήστος
Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Τριμελής Επιτροπή:

Επόπτρια καθηγήτρια: Λοϊζίδου Μαρία (καθηγήτρια στη Σχολή Χημικών Μηχανικών Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου)

Αικατερίνη Χαραλάμπους (καθηγήτρια στη Σχολή Χημικών Μηχανικών Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου)

Χριστοφής Κορωναίος (επισκέπτης καθηγητής)

Αθήνα 2017

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή	6
1. Κτηνοτροφικά Απόβλητα.....	7
1.1 Ορισμός.....	7
1.2 Χαρακτηριστικά Κτηνοτροφικών Αποβλήτων.....	7
1.3 Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο.....	8
1.4 Συστήματα διαχείρισης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων.....	12
1.5 Διάθεση και χρησιμοποίηση των επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων.....	13
1.6 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	14
1.6.1 Απόβλητα υγειονομικών μονάδων(ΑΥΜ).....	15
1.6.2 Μόλυνση από κτηνοτροφικά απόβλητα.....	16
1.6.3 Ρύπανση από τα κτηνοτροφικά απόβλητα.....	16
2. Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης στην Περιφέρεια Κρήτης.....	17
2.1 Περιοχή αναφοράς.....	17
2.2 Διοικητική Διάρθρωση Περιφέρειας Κρήτης.....	19
2.3 Ποσοτικά Δεδομένα Αστικών Στέρεων Απορριμμάτων (ΑΣΑ).....	21
2.4 Στόχοι ΕΣΔΑ όσον αφορά τα ζωικά/κτηνοτροφικά απόβλητα	22
2.5 Παραγωγή στην περιοχή μελέτης.....	23
2.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	26
2.6.1 Φυσικό Περιβάλλον.....	26
2.6.2 Υδατικό περιβάλλον.....	30
2.6.3 Χρήσεις γης.....	31
2.6.4 Υδρογραφικά – υδρολογικά χαρακτηριστικά	32
2.6.5 Πηγές Ρύπανσης.....	42
2.6.6 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά	43
2.7 Γεωλογία και τεκτονικά χαρακτηριστικά	45
2.8 Σεισμικότητα	47
2.9 Βιοποικιλότητα - Χλωρίδα – Πανίδα.....	48
2.9.2 Βιοποικιλότητα.....	48
2.9.3 Χλωρίδα – Πανίδα.....	50
2.9.4 Περιοχές του Δικτύου Natura 2000	55
2.10 Ανθρωπογενές Περιβάλλον	62

2.11	Ενέργεια	63
2.12	Ύδρευση – Αποχέτευση	65
2.13	Διαχείριση στερεών αποβλήτων	66
3	Επιλογή σημείων διαχείρισης	68
3.1	Γενικά	68
3.2	Κριτήρια αποκλεισμού σε επίπεδο Περιφέρειας	70
3.3	Κριτήρια επιλεξιμότητας	73
3.4	Διαχείριση των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων	74
3.5	Αναερόβια χώνευση	76
3.5.1	Παράγοντες που επηρεάζουν την διεργασία	79
3.5.2	Παράγοντες αναστολής της αναερόβιας χώνευσης	81
3.5.3	Η αντίδραση	82
3.5.4	Πλεονεκτήματα της Βιομάζας σε σχέση με συμβατικά καύσιμα	84
3.5.5	Μειονεκτήματα σε σχέση με συμβατικά καύσιμα	84
3.6	Βιοαέριο	85
3.6.1	Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας παραγωγής Βιοαερίου	85
3.6.2	Οφέλη για την κοινωνία	86
3.6.3	Οφέλη για τον πρωτογενή τομέα	88
3.6.4	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	89
3.7	Μονάδες Αναερόβιας Χώνευσης στην Περιφέρεια Κρήτης	91
3.7.1	Εισαγωγή	91
3.7.2	Παράδειγμα μονάδας παραγωγής βιοαερίου στην Περιφέρεια Κρήτης	91
	Βιβλιογραφία – Πηγές	103
	Ελληνική βιβλιογραφία	103
	Ξένη βιβλιογραφία	104
	ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ	105

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Γεωγραφική απεικόνιση των Π.Ε. της Περιφέρειας Κρήτης	18
Εικόνα 2 Ποσοστιαία συνεισφορά επιμέρους δραστηριοτήτων στη συνολική εκπομπή	28
Εικόνα 3 Χρήσεις γης στο ΥΔ Κρήτης.....	31
Εικόνα 4 Λεκάνες Απορροής Ποταμών του ΥΔ Κρήτης	33
Εικόνα 5 Τύποι ποτάμιων συστημάτων του ΥΔ Κρήτης.....	34
Εικόνα 6 Υδρολιθολογικός Χάρτης της Κρήτης	41
Εικόνα 7 Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας Ελλάδας.....	48
Εικόνα 8 Απόσπασμα Χάρτη Βλάστησης της Ελλάδας	49
Εικόνα 9 Ζώνες Ειδικής Προστασίας Περιφέρειας Κρήτης	56
Εικόνα 10 Τόποι Κοινοτικής Προστασίας Περιφέρειας Κρήτης	56
Εικόνα 11 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της περιφέρειας Κρήτης κατά νομό και κατά κατηγορία χρήσης.....	65
Εικόνα 12 Χημική σύσταση βιοαερίου	77
Εικόνα 13 Διαδικασία αναερόβιας χώνευσης.....	79
Εικόνα 14 Σύσταση παραγόμενου βιοαερίου συναρτήσει της οξειδωτικής κατάστασης του άνθρακα του υποστρώματος.....	83
Εικόνα 15 Ο αειφόρος κύκλος του βιοαερίου μέσω της Αναερόβιας Χώνευσης	88
Εικόνα 16 Σύγκριση βιοαερίου με άλλες μορφές ενέργειας.....	90
Εικόνα 17 Εξοικονομούμενες ποσότητες συμβατικών καυσίμων από χρήση ΑΠΕ	91
Εικόνα 18 Οικονομικά στοιχεία του έργου.....	94
Εικόνα 19 Χάρτης αποτύπωσης θέσης μονάδας και κύριου προμηθευτή	95
Εικόνα 20 Χάρτης - Θέση έργου στη Κρήτη.....	96
Εικόνα 21 Χάρτης - Θέση έργου στο νομό Ρεθύμνου	96
Εικόνα 22 Σημαντικοί βιότοποι του δικτύου Natura 2000 στην ευρύτερη περιοχή του έργου	97
Εικόνα 23 Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία κατά κλάδο στην Κρήτη (Πηγή ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2012).....	99
Εικόνα 24 Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία στον κλάδο «Γεωργία και Κτηνοτροφία» (Πηγή ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2012)	100

Εισαγωγή

Είναι πλέον γεγονός ότι η παγκόσμια κτηνοτροφία και η βιομηχανία πουλερικών αυξάνεται συνεχώς, παράγοντας τεράστιες ποσότητες περιττωμάτων. Τα απόβλητα αυτά μπορεί να είναι είτε σημαντικά αναερόβια υλικά ζύμωσης της ενέργειας από βιοαέριο ή σοβαρές πηγές ρύπανσης, εφόσον απορρίπτονται στο περιβάλλον χωρίς την κατάλληλη επεξεργασία, τόσο σε εδάφη όσο και σε ύδατα. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η αγροτική ενεργειακή φτώχεια είναι σήμερα μια σημαντική απειλή για την αειφόρο ανάπτυξη και τα προς το ζην. Ως εκ τούτου, η διαθέσιμη καθαρή, οικονομικά προσιτή και αξιόπιστη ενέργεια είναι φλέγουσα ανησυχία σε πολιτικό αλλά και ακαδημαϊκό επίπεδο.

Επιπλέον, οι ρύποι που σχετίζονται με την κτηνοτροφία έχουν χαρακτηριστεί ως έναν από τους κυρίαρχους συντελεστές στη μόλυνση των υδάτινων συστημάτων, καταστροφές όπως ο ευτροφισμός των επιφανειακών υδάτων και ο εμπλουτισμός τους σε νιτρικά. Κατά συνέπεια, η αξιολόγηση των αποβλήτων από την κτηνοτροφία και τα συναφή συστήματα βιοαερίου είναι κρίσιμης ουσίας σε επίπεδο ενέργειας και περιβαλλοντικών αποφάσεων. Με την οικονομική ανάπτυξη και την καταναλωτική αλλαγή, τα προβλήματα που προκύπτουν από τη λειτουργία των εκάστοτε κτηνοτροφικών μονάδων αυξάνονται συνεχώς, γεγονός που θα προκαλέσει μεγάλες προκλήσεις για την αντιμετώπιση αυτών. Η παραγωγή βιοαερίου από ζωικά περιττώματα θα μπορούσε να είναι μια από τις πιο σημαντικές αγροτικές ασχολίες, όπως και τα σχέδια διαχείρισης αποβλήτων. Η Ελλάδα πρέπει να προστατευθεί από την γεωργική ρύπανση και να επικεντρωθεί στις δυνατότητες παραγωγής ενέργειας στις αγροτικές κοινότητες, και να αφήσει λίγο πιο πίσω την προπαγάνδα «όμορφη ύπαιθρο».

Η αύξηση των ρύπων από τη γεωργία και ιδιαίτερα από την κτηνοτροφία, που κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η ετήσια παγκόσμια κατανάλωση κρέατος ανά κάτοικο έχει σχεδόν διπλασιαστεί¹, έχει κλιμακωτές συνέπειες για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, συμπεριλαμβανομένης της υποβάθμισης της ποιότητας του αέρα και του νερού, καθώς ,εκτός των άλλων, αυξάνει τις ασθένειες και τα παράσιτα².

¹ Mallin και Cahoon, 2003 / Schipanski and Bennett, 2012.

² Townsend et al, 2003 / MacDonald et al, 2011 / Schipanski and Bennett, 2012.

1. Κτηνοτροφικά Απόβλητα

1.1 Ορισμός

Με τον όρο κτηνοτροφικά απόβλητα νοούνται όλα τα υγρά και στερεά απόβλητα που παράγονται από τα εν σταβλισμένα αγροτικά ζώα. Η παραγωγή αυτών των υγρών και στερεών αποβλήτων είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας του μεταβολισμού των ζώων της τροφή που παρέχεται σε αυτά καθώς και αποτέλεσμα τυχόν διαφυγών που προκύπτουν κατά την διανομή της τροφής σε αυτά. Η παραγόμενη ποσότητα των αποβλήτων εξαρτάται από την συχνότητα της γευμάτων που παρέχονται στα ζώα αλλά και από τον αριθμό των εν σταβλισμένων ζώων. Η παραγωγή των εν λόγω αποβλήτων συνοδεύεται και από έκλυση δυσάρεστων οσμών αλλά και από την παραγωγή οργανικής και ανόργανης φύσεως ρύπων που δύναται να ρυπάνουν τον τελικό αποδέκτη των αποβλήτων είτε αυτός είναι υδατικός είτε είναι εδαφικός³.

1.2 Χαρακτηριστικά Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Κατά την εκτροφή των αγροτικών ζώων, ως αποτέλεσμα των μεταβολικών διεργασιών των τροφών με τα οποία σιτίζονται αλλά και των διαφυγών που προκύπτουν καθώς διανέμεται η τροφή και το νερό σε αυτά, παράγονται υγρά και στερεά απόβλητα. Καθώς παράγονται αυτά τα απόβλητα εκλύονται στην ατμόσφαιρα έντονες δυσάρεστες οσμές και μεταφέρονται στο περιβάλλον οργανικοί και ανόργανοι ρύποι που υποβαθμίζουν τον τελικό αποδέκτη. Τα κύρια χαρακτηριστικά των κτηνοτροφικών αποβλήτων είναι το οργανικό τους φορτίο και ο μικρός όγκος τους συγκριτικά με τον όγκο των βιομηχανικών τροφίμων αλλά και τον όγκο των αστικών λυμάτων.

Πιο αναλυτικά, τα κτηνοτροφικά απόβλητα αποτελούνται από οργανικές ουσίες σε ποσοστό μεγαλύτερο του 70%. Οι οργανικές ουσίες προέρχονται κατά κύριο λόγο από τις ζωοτροφές που δεν αφομοιώθηκαν από το πεπτικό σύστημα των ζώων και δευτερευόντως από τις ζωοτροφές διέφυγαν προς τα αποχετευτικά κανάλια. Λόγω της προέλευσης τους τα απόβλητα αυτά αποτελούνται από μικροοργανισμούς όπως είναι τα μεθανοβακτήρια που εμπεριέχονται στο

³ Γεωργακάκης, 1998.

πεπτικό σύστημα των ζώων. Οι μικροοργανισμοί αυτοί αναπτύσσονται με βάση τις επικρατούσες συνθήκες όπως είναι η θερμοκρασία και το pH. Κατά την ανάπτυξή τους παρατηρείται έκλυση διαφόρων δυσάρεστων οσμών όπως είναι το υδρόθειο, η αμμωνία, το μεθάνιο και οι αμίνες που υποβαθμίζουν τον αποδέκτη. Η ένταση των οσμών εξαρτάται από τις συνθήκες διατήρησης των αποβλήτων ⁴.

Τα κτηνοτροφικά απόβλητα στο σύνολο τους έχουν τρία συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τον όγκο τους, το ρυπαντικό φορτίο τους και τον ισοδύναμο πληθυσμό τους. Συνοπτική πληροφόρηση για τα χαρακτηριστικά αυτά ακολουθεί εν συνεχεία.

1.3 Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο

Τα προβλήματα που δύναται να προκληθούν από την κτηνοτροφική δραστηριότητα έχουν αναγνωριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελληνική Κυβέρνηση ως εκ τούτου έχουν βγει μια σειρά από Κανονισμούς, Οδηγίες, Νόμους, ΦΕΚ και Διατάξεις με σκοπό την αντιμετώπιση της υφιστάμενης κατάστασης καθώς και την πρόληψη στο άμεσο μέλλον. Για την ενίσχυση της προσπάθειας αυτής πραγματοποιούνται χρηματοδοτικές ενέργειες ώστε να βελτιωθεί η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων. Αποτέλεσμα αυτών των ενεργειών είναι με την πάροδο των χρόνων να παρατηρηθεί αλλαγή στον τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων.

1.3.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο

- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Οκτωβρίου 2009 περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 (κανονισμός για τα ζωικά υποπροϊόντα)
- Μέσω του κανονισμού 1069/2009 γίνεται γνωστό ότι ζωικά υποπροϊόντα είναι αυτά που προέρχονται από τη σφαγή των ζώων για κατανάλωση από τον άνθρωπο, από την παραγωγή προϊόντων ζωικής προέλευσης όπως είναι τα γαλακτοκομικά και αυτά που προκύπτουν από την απόρριψη των νεκρών ζώων στα πλαίσια μέτρων ελέγχου ασθενειών. Όλα τα ζωικά υποπροϊόντα ανεξάρτητα από την πηγή τους, μπορούν να

⁴ Θεσσαλός κ.α., 1988.

προσβάλουν την δημοσία υγεία, την υγεία των ζώων και γενικά το περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, έπειτα, δίνονται οδηγίες σχετικά με την ορθή διαχείριση τους.

- Κανονισμός (ΕΕ) 2015/9 της Επιτροπής της 6ης Ιανουαρίου 2015 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 142/2011 για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την εφαρμογή της οδηγίας 97/78/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά ορισμένα δείγματα και τεμάχια που εξαιρούνται από κτηνιατρικούς ελέγχους στα σύνορα οι οποίοι αναφέρονται στην εν λόγω οδηγία
 - Ο κανονισμός 2015/9 καθορίζει τους κανόνες που πρέπει να τηρούνται ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια υγεία και η υγεία των ζώων από τα ζωικά υποπροϊόντα και τα παράγωγα προϊόντα τους. Απώτερος σκοπός του είναι να αποτραπούν και να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων που προέρχονται από τα προϊόντα αυτά, και ιδίως να προστατευτεί η ασφάλεια της τροφικής αλυσίδας των ανθρώπων και των ζώων. Γίνεται εκτενής παρουσίαση των βημάτων που πρέπει να ακολουθούνται από τα κράτη μέλη της Ε.Ε. ώστε να γίνεται ορθή διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων
- Οδηγία 96/61/ΕΚ του συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996 σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης
 - Σκοπός της οδηγίας είναι να αναφερθούν όλες οι ιδιαίτερα ρυπογόνες διεργασίες που δύναται να προκληθούν από βαριές βιομηχανίες μέσα στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και τα μεγάλης δυναμικότητας πτηνοτροφεία και χοιροστάσια. Αναφέρεται ότι πρέπει να εφαρμοστούν όλες οι δραστηριότητες που θα βοηθήσουν στην μείωση της εναπόθεσης ρυπογόνων ουσιών στο περιβάλλον και στην επίτευξη υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό τους, με την επιφύλαξη της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ και των άλλων σχετικών κοινοτικών απαιτήσεων. Ακόμα, αναφέρεται πως οι αρμόδιες αρχές, κάθε κράτους μέλους, θα πρέπει να πραγματοποιούν ελέγχους ώστε να διαπιστώνεται η ορθή λειτουργία κάθε μονάδας. Τέλος, περιγράφονται οι απαραίτητες διαδικασίες ώστε να χορηγηθεί άδεια για την λειτουργία νέων εγκαταστάσεων.

- Οδηγία για την προστασία των υδάτων από τη νίτρο-ρύπανση γεωργικής προέλευσης - (Αρ. 91/676/ΕΟΚ)
- Μέσω της εν λόγω ευρωπαϊκής οδηγίας καταδικάζεται η αλόγιστη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και κόπρου που δύναται να προκαλέσουν σημαντικούς περιβαλλοντικούς κινδύνους. Επίσης, αναφέρεται ότι είναι απαραίτητη η κοινή δράση ώστε να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά τα προβλήματα που ανακύπτουν από την εντατική κτηνοτροφία και πως η κάθε χώρα μέλος της Ε.Ε. θα πρέπει να λαμβάνει περισσότερο σοβαρά υπόψη της την περιβαλλοντική πολιτική. Τέλος, γίνεται ξεκάθαρο πως κύρια πηγή της διάχυτης ρύπανσης των υδάτων αποτελούν τα νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης και πως είναι αναγκαίο να ληφθούν τα μέτρα που είναι απαραίτητα ώστε να προληφθεί περαιτέρω επιδείνωση της με σκοπό την προστασία της ανθρώπινης υγείας, των ζωντανών πόρων και των υδάτινων οικοσυστημάτων.

1.3.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο

- ◆ ΠΔ 211/2006 (ΦΕΚ 211Α/05.06.06), Συμπληρωματικά μέτρα εκτέλεσης του Κανονισμού 1774/2002/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002 για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο
- Μέσω του ΠΔ 211/2006 δίνονται προδιαγραφές για την εγκατάσταση μονάδων λιπασματοποίησης και αναερόβιας χώνευσης (παρασκευές βιοαερίου), αλλά και για την αδειοδότηση και την ορθή λειτουργία των εν λόγω μονάδων. Επίσης, γίνεται προσέγγιση για την θέσπιση των κριτηρίων των οργανικών λιπασμάτων από υλικά από αυτές τις κατηγορίες όπως και αναφορά για τις ενέργειες που πρέπει να επιτελούνται από τους παραγωγούς και τους διαχειριστές ώστε να τηρούνται οι κτηνιατρικές υγειονομικές απαιτήσεις. Τέλος, γίνεται αναφορά στην διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί ώστε να δοθεί η απαιτούμενη άδεια λειτουργίας μονάδων διαχείρισης ζωικών υποπροϊόντων.
- Υ.Α. 85167/820/2000 - Έγκριση κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής
- Μέσω του κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής ορίζονται οι σωστοί τρόποι εφαρμογής των λιπασμάτων ώστε να μην προκύπτουν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα στους

εδαφικούς και υδατικούς αποδέκτες όπως είναι η αυξημένη συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων. Επίσης, ορίζονται οι τρόποι με τους οποίους θα πρέπει να διαχειριζόμαστε τα κτηνοτροφικά απόβλητα ανά είδος ζώου αλλά και οι τρόποι με τους οποίους θα πρέπει να γίνεται η άρδευση ώστε να περιοριστεί η βαθιά διήθηση του νερού καθώς και η επιφανειακή απορροή που ενισχύουν την έκλυση των νιτρικών. Τέλος, ορίζονται οι τρόποι αποθήκευσης, μεταφοράς και χρήσης των γεωργικών φαρμάκων αλλά και οι τρόποι συλλογής και μεταχείρισης των αποβλήτων των γεωργικών φαρμάκων

- Υ.Α. Υ1β/2000/1995 - Υγειονομική Διάταξη Περί όρων ιδρύσεως και λειτουργίας πτηνό-κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων
 - Η παρούσα Υγειονομική Διάταξη προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά τα οποία είναι απαραίτητα να έχουν οι εγκαταστάσεις ώστε να ορίζονται ως πτηνο-κτηνοτροφικές. Επίσης, ορίζονται οι ελάχιστες αποστάσεις των εγκαταστάσεων αυτών από περιοχές όπως είναι οι πόλεις και τα υδατικά οικοσυστήματα (ποτάμια, λίμνες). Τέλος, δίνονται πληροφορίες σχετικά με τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων και της στερεάς κόπρου αλλά και πληροφορίες σχετικά τις διαδικασίες που πρέπει να τηρηθούν ώστε να δοθούν οι σχετικές άδειες ιδρύσεως και λειτουργίας των πτηνο- κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων.
- Ν. 3010/2002 - Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις
 - Μέσω αυτού του Νόμου γίνεται διαχωρισμός των έργων και των δραστηριοτήτων τα οποία αναμένεται να πραγματοποιηθούν, σε τρεις κατηγορίες με βάση τον βαθμό επικινδυνότητας τους σε ότι αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Μάλιστα, για τα έργα τα οποία αναμένεται να προκαλέσουν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα καθορίζονται περιβαλλοντικοί όροι που επιβάλλεται να υλοποιούνται. Επίσης, μέσω του Νόμου 3010/2002 γίνεται καθορισμός των κριτηρίων με βάση τα οποία χωροθετούνται τα υδατορέματα ώστε να αποτραπεί η υποβάθμισή τους.
- ◆ ΚΥΑ 262345 (ΦΕΚ 323/Β/2010), Συμπληρωματικά μέτρα εφαρμογής των μέτρων ειδικής στήριξης σε εκτέλεση του άρθρου 68 του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 73/2009 του Συμβουλίου και του Κανονισμού 1120/2009 της Επιτροπής

- Σκοπός της παρούσας απόφασης είναι οι θέσπιση ρυθμίσεων για την εφαρμογή των μέτρων ειδικής στήριξης για την τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων κρέατο-παραγωγικής κατεύθυνσης και την αποτροπή της εγκατάλειψης της παραγωγής βόειου κρέατος καθώς και τη διατήρηση της εκτροφής αιγοπροβάτων με παράλληλη αξιοποίηση των βοσκοτόπων στις ορεινές και μειονεκτικές περιοχές της χώρας που έχουν καθορισθεί με την Οδηγία 85/148/ΕΟΚ, όπως αυτή ισχύει κάθε φορά, για την αντιστάθμιση των ειδικών μειονεκτημάτων των περιοχών αυτών.
- ◆ ΚΥΑ 16190/1335/1997 (ΦΕΚ Β΄ 519), Μέτρα και όροι για την προστασία των νερών από νίτρο-ρύπανση γεωργικής προέλευσης
- Σκοπός της παρούσας ΚΥΑ είναι η Συμπλήρωση μέρους της υπ' αριθμόν 19652/1906/1999 ΚΥΑ έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ολοκληρωμένη προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος που υφίσταται ή ενδέχεται να υποστεί νίτρο-ρύπανση γεωργικής προέλευσης από την χερσαία περιοχή που χαρακτηρίζεται με την παρούσα απόφαση ως ευπρόσβλητη ζώνη.

1.4 Συστήματα διαχείρισης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Είτε λόγω της Νομοθεσίας είτε λόγω της καθαρής περιβαλλοντικής προστασίας, τα κτηνοτροφικά απόβλητα χρίζουν άμεσης διαχείρισης. Η σωστή διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων αποτελεί κύρια ευθύνη του ιδιοκτήτη κάθε κτηνοτροφικής εγκατάστασης, όχι μόνο για λόγους υγιεινής αλλά γενικότερα για την προστασία του περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής. Προτού επιλεγθεί η μέθοδος με την οποία θα διαχειριστούν τα κτηνοτροφικά απόβλητα, θα πρέπει να μελετηθεί διεξοδικά η μονάδα παραγωγής των αποβλήτων αλλά και οι δυνατότητες του τελικού αποδέκτη που αναμένεται να δεχτεί το τελικό προϊόν. Ο τελικός αποδέκτης των επεξεργασμένων αποβλήτων μπορεί να είναι το φυσικό έδαφος, κάποιο υδάτινο οικοσύστημα ή κάποιος σταθμός επεξεργασίας αστικών - βιομηχανικών αποβλήτων. Σε κάθε περίπτωση όμως πρέπει να εκτιμηθούν και οι ιδιαίτερες συνθήκες του αποδέκτη, για παράδειγμα τα χαρακτηριστικά του εδάφους, η σχέση βροχόπτωσης και επιφανειακής απορροής, η απόσταση από κατοικημένες περιοχές. Οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι μπορεί να επηρεάζονται από

νομικούς, διοικητικούς, οικονομικούς και κοινωνικοπολιτικούς περιορισμούς, ανάλογα με τις απαιτήσεις προστασίας του περιβάλλοντος σε κάθε περιοχή.

Σύμφωνα με τη υπάρχουσα τεχνολογία και τεχνογνωσία, η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων μπορεί να επιτευχθεί είτε φυσικοχημικά είτε βιολογικά. Η Ευρώπη και γενικά οι πιο προηγμένες τεχνολογικά χώρες, τα τελευταία χρόνια εφαρμόζουν την μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης η οποία οδηγεί σε βιοαέριο και χωνεμένη οργανική ύλη (*κομπόστ*). Η χρησιμοποίηση των κτηνοτροφικών αποβλήτων ως εδαφοβελτιωτικό δύναται να εμπλουτίσει και να βελτιώσει τη σύσταση του εδάφους με τις οργανικές ουσίες και τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει.

1.5 Διάθεση και χρησιμοποίηση των επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων

Η αξιοποίηση των επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων αποτελεί μια άκρως ελκυστική προοπτική δεδομένης της θετικής συμβολής της στην προστασία τους περιβάλλοντος αλλά και στην εξοικονόμηση χρημάτων καθώς μειώνεται το κόστος επεξεργασίας των αποβλήτων. Η επεξεργασία των κτηνοτροφικών αποβλήτων είθισται να γίνεται μέσω της αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας είτε με προοπτική την παραγωγή μόνο υγρού λιπάσματος, είτε με προοπτική συνδυασμένης παραγωγής ενέργειας με την μορφή βιοαερίου και υγρού λιπάσματος.

Η διάθεση του παραγόμενου υγρού λιπάσματος στα εδάφη αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη περιβαλλοντική μέθοδο λίπανσης των καλλιεργειών, γιατί μέσω αυτής εμπλουτίζεται το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία αλλά δεν προκαλούνται δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Την ίδια στιγμή, εναποτίθεται στο έδαφος οργανική ουσία που ενισχύει την ικανότητα των εδαφών να συγκρατούν θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, έτσι αποτρέπεται η έκπλυση τους με τα νερά της βροχής προς υδάτινους αποδέκτες και κατ' επέκταση η εμφάνιση ευτροφικών φαινομένων σε στάσιμα ή μικρής κινητικότητας οικοσυστήματα. Η εφαρμογή των υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων στο έδαφος γίνεται μέσω της ανάμειξης τους με το νερό της άρδευσης, διότι με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η διάθεση τους με οικονομικό τρόπο και στην ποσότητα που απαιτείται κάθε φορά, χωρίς να παρατηρούνται υπέρ-λίπανσεις. Στην πράξη, πρώτα διατίθεται τα υγρά απόβλητα και έπειτα επέρχεται συμπλήρωση της δόσης άρδευσης με νερό. Ο υπολογισμός των δόσεων λίπανσης εξαρτάται από τη σύσταση των υγρών και τις ανάγκες των

καλλιεργειών σε λίπασμα. Πολλές είναι οι μελέτες που επικροτούν την διάθεση των υγρών αυτών αποβλήτων στο έδαφος παρά στα υδάτινα οικοσυστήματα. (Γεωργακάκης, 1998.)

Στην περίπτωση που ως τελικός αποδέκτης χρησιμοποιείται ένα υδάτινο οικοσύστημα, ο καθαρισμός ή η απολύμανση των υγρών αποβλήτων, έτσι ώστε να εξουδετερωθούν όλοι οι μικροοργανισμοί έκτος από ελάχιστα παθογόνα που καταφέρνουν να επιβιώσουν. Το απολυμαντικό που χρησιμοποιείται ευρέως είναι το χλώριο διότι συνδυάζει την αποτελεσματικότητα με την εξοικονόμηση χρημάτων. Η χρήση του χλωρίου δύναται να επιφέρει και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην κοινωνία γενικότερα. Μέσω της μεταφοράς του χλωρίου στα υδάτινα οικοσυστήματα προκαλείται θάνατος στους υδρόβιους οργανισμούς. Ακόμη, θεωρείται επικίνδυνο στη χρήση του από το προσωπικό. Άλλο απολυμαντικό που χρησιμοποιείται είναι το όζον το οποίο μπορεί να διασπαστεί σε οξυγόνο και έτσι να βελτιώσει την ποιότητα των υδάτων αλλά λόγω της ασταθούς φύσης του μπορεί να προκαλέσει εκρήξεις. Οπότε, πριν χρησιμοποιηθεί πρέπει να ληφθούν απαραίτητα προφυλακτικά μέτρα. Τέλος, η χρήση της ακτινοβολίας είναι μια ακόμη μέθοδος που είναι αποτελεσματική και δεν έχει παρατηρηθεί κάποια επίπτωση στην ποιότητα του νερού ⁵.

1.6 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Κάθε ζωντανός οργανισμός, όπως και ο άνθρωπος, αποτελεί μια δυνητική πηγή ρύπανσης του περιβάλλοντος μέσω των υποπροϊόντων των δραστηριοτήτων του. Σε φυσιολογικά πλαίσια, η ρύπανση αυτή είναι δυνατόν να αντιμετωπιστεί μέσω των ομοιοστατικών λειτουργιών των μικροοργανισμών. Με την πάροδο όμως του χρόνου παρατηρείται αύξηση των δραστηριοτήτων των ανθρώπων που προκαλούν ρύπανση, με αποτέλεσμα οι μικροοργανισμοί να μην είναι σε θέση να επεξεργαστούν αποτελεσματικά τον μεγάλο όγκο των παραγόμενων υποπροϊόντων τα οποία καταλήγουν να ρυπαίνουν και να υποβαθμίζουν ανεπίστρεπτη το φυσικό περιβάλλον. Μια από τις δραστηριότητες αυτές είναι και η κτηνοτροφία, η οποία πλέον έχει αποκτήσει έντονο εμπορικό χαρακτήρα. Συγκεκριμένα, μέσω της κτηνοτροφίας τα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν προκύπτουν από την εναπόθεση και αποσύνθεση της κοπριάς, των ούρων και των υπολειμμάτων των ζωοτροφών. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος που προκαλείται από τα κτηνοτροφικά απόβλητα, συνοδεύεται εκτός από ρύπανση και από μόλυνση.

⁵ Wright, 2005.

1.6.1 Απόβλητα υγειονομικών μονάδων(ΑΥΜ)

Τα ΑΥΜ σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων εντάσσονται στη γενική κατηγορία 18 (Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων ή/και από σχετικές έρευνες).

Πίνακας 1 Κατηγοριοποίηση Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων με βάση τον Ε.Κ.Α

18	Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων ή/και από σχετικές έρευνες (εξαιρούνται απόβλητα κουζίνας και εστιατορίων που δεν προκύπτουν άμεσα από το σύστημα υγείας)
18.01	Απόβλητα από την περιγεννητική φροντίδα, τη διάγνωση, τη θεραπεία ή την πρόληψη ασθενειών σε ανθρώπους
18.01.01	Κοπτερά εργαλεία (εκτός από το σημείο 18.01.03)
18.01.02	Μέρη και όργανα του σώματος περιλαμβανομένων σάκων αίματος και διατηρημένο αίμα (εκτός από το σημείο 18.01.03)
18.01.03*	Απόβλητα των οποίων η συλλογή και διάθεση υπόκειται σε ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με την πρόληψη μόλυνσης
18.01.04	Απόβλητα των οποίων η συλλογή και διάθεση δεν υπόκειται σε ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με την πρόληψη μόλυνσης (π.χ. επίδεσμοι, γύψινα εκμαγεία, σεντόνια, πετσέτες, ρουχισμός μιας χρήσης, απορροφητικές πάνες)
18.01.06*	Χημικές ουσίες που αποτελούνται από η περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
18.01.07	Χημικές ουσίες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 18.01.06
18.01.08*	Κυτταροτοξικές και κυτταροστατικές φαρμακευτικές ουσίες
18.01.09	Φαρμακευτικές ουσίες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 18.01.08
18.01.10*	Αμάλαμα οδοντιατρικής
18.02	Απόβλητα από την έρευνα, διάγνωση, θεραπεία ή πρόληψη των ασθενειών που εμφανίζονται σε ζώα
18.02.01	Κοπτερά εργαλεία (εκτός από το σημείο 18.02.02)
18.02.02*	Απόβλητα των οποίων η συλλογή και διάθεση υπόκειται σε ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με την πρόληψη μόλυνσης
18.02.03	Άλλα απόβλητα των οποίων η συλλογή και διάθεση δεν υπόκειται σε ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με την πρόληψη μόλυνσης
18.02.05*	Χημικές ουσίες που αποτελούνται από η περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
18.02.06	Χημικές ουσίες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 18.02.05
18.02.07*	Κυτταροτοξικές και κυτταροστατικές φαρμακευτικές ουσίες
18.02.08	Φαρμακευτικές ουσίες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 18.01.08

1.6.2 Μόλυνση από κτηνοτροφικά απόβλητα

Η καθαρότητα των ζώων αλλά και του χώρου διαβίωσης τους είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, δεδομένου ότι μόλυνση μπορεί να προκληθεί από την ανάπτυξη και την διάδοση παθογόνων μικροοργανισμών που πιθανώς να παρασιτούν πάνω στα ζώα και στα απορρίμματα τους ή στον περιβάλλοντα χώρο τους. Κάποιες από τις ασθένειες που μπορούν να μεταδοθούν μέσω των ζωικών αποβλήτων είναι οι λεπτοσπειρώσεις, η τουλαραιμία, η ηπατίτιδα, η χολέρα των χοίρων και ο αφθώδης πυρετός. Η εκτίμηση του μικροβιακού φορτίου των αποβλήτων γίνεται με βάση τον δείκτη των κολοβακτηριδίων που υπάρχει στα απορρίμματα. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορεί να μην είναι επικίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων αλλά μόνο για τα ζώα. Η μείωση των πιθανοτήτων της εμφάνισης μόλυνσης μπορεί να επιτευχθεί τόσο με φυσικό όσο και με χημικό τρόπο. Ο φυσικός τρόπος περιλαμβάνει την φυσική απολύμανση μέσω του αερισμού, των υψηλών θερμοκρασιών και της σωστής επεξεργασίας των περιττωμάτων των ζώων. Ο χημικός τρόπος περιλαμβάνει την χημική απολύμανση με την χρήση ουσιών όπως είναι το χλώριο και το ασβέστιο. Αν τα περιττώματα προορίζονται προς εδαφική διάθεση θεωρείται σκόπιμη μόνο η άριστη επεξεργασία τους, ενώ αν προορίζονται προς υδατική διάθεση είναι άπυρετος ο συνδυασμός της φυσικής με την χημική απολύμανση ⁶.

1.6.3 Ρύπανση από τα κτηνοτροφικά απόβλητα

Η ρύπανση των κτηνοτροφικών αποβλήτων αφορά την αισθητική υποβάθμιση του αποδέκτη αυτών, την έλκυση δυσοσμίας και την ύπαρξη ανόργανων και οργανικών ουσιών. Ως αισθητική υποβάθμιση νοείται η ορατή υποβάθμιση που εντοπίζεται μέσα και στον περιβάλλοντα χώρο των κτηνοτροφικών μονάδων. Συγκεκριμένα, η εναπόθεση νεκρών ζώων και στερεών ή υγρών αποβλήτων σε ακατάσχετες θέσεις λόγω κακής ή ανεπαρκούς διαχείρισης τους, είναι μια εικόνα που δεν προσελκύει επισκέπτες και που προδιαθέτει αρνητικά τους γείτονες ώστε να προβούν σε διαμαρτυρίες και σε εκδήλωση της δυσαρέσκειας τους για την υπάρχουσα κατάσταση. Η έκλυση δυσάρεστων οσμών αποτελεί φυσικό επακόλουθο της αποσύνθεσης των κτηνοτροφικών αποβλήτων και έναν από τους κύριους λόγους για τους οποίους δημιουργούνται προστριβές μεταξύ των περίοικων κάτοικων και των ιδιοκτητών των κτηνοτροφικών μονάδων. Οι οσμές αυτές μπορούν να προσβάλουν την υγεία τόσο των εργαζομένων όσο και των ζώων. Κάποια από

⁶ Γεωργακάκης, 2010.

αυτά τα δύσσομα αέρια αποτελούν η αμμωνία, το διοξείδιο του άνθρακα, το υδρόθειο και το μεθάνιο ενώ κάποιες από τις ασθένειες που δύνανται να προκληθούν είναι η ανορεξία και ο ερεθισμός των ζώων. Για να αποφεύγονται τα πιθανά προβλήματα που περιεγράφηκαν, θα πρέπει πριν την επιλογή της περιοχής στην οποία θα εγκατασταθεί μια κτηνοτροφική μονάδα αλλά και οι μονάδες όπου θα επιτελείται η επεξεργασία των αποβλήτων, να εξετάζονται παράγοντες όπως είναι η κατεύθυνση των επικρατούντων ανέμων στην περιοχή, το ανάγλυφο του εδάφους και η ιδιαιτερότητα των προσκείμενων κατοικημένων περιοχών. Μέσω της ύπαρξης των ανόργανων ουσιών στα κτηνοτροφικά απόβλητα δύναται να προκύψουν προβλήματα όπως ο ευτροφισμός των λιμναζόντων υδάτων, η αύξηση της αλατότητας των υδάτων και του εδάφους και η τοξικότητα λόγω υψηλής συγκέντρωσης κάποιων ουσιών όπως η αμμωνία. Κάποιες από τις ανόργανες ουσίες αποτελούν το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, τα άλατα ασβεστίου, νατρίου και μαγνησίου και τα βαρέα μέταλλα του σιδήρου και του ψευδαργύρου. Αν η απόθεση των απορριμμάτων γίνει σε υδατικό αποδέκτη, η ύπαρξη οργανικών ουσιών στα κτηνοτροφικά απόβλητα προκαλεί την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών που σιγά σιγά καταναλώνουν όλο το διαθέσιμο οξυγόνο του αποδέκτη και στο τέλος προκαλούν τον θάνατο των αερόβιων οργανισμών του ⁷.

2. Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης στην Περιφέρεια Κρήτης

2.1 Περιοχή αναφοράς

Η Περιφέρεια Κρήτης, αποτελείται από τις Περιφερειακές Ενότητες: Ηρακλείου, Λασιθίου, Ρεθύμνου και Χανίων και έχει έδρα το Ηράκλειο, πρωτεύουσα του ομώνυμου νομού. Βρέχεται Βόρεια από το Κρητικό Πέλαγος και Νότια από το Λιβυκό Πέλαγος. Στην Περιφέρεια Κρήτης, εκτός της νήσου Κρήτης, ανήκουν επίσης και αρκετά μικρά νησιά, όπως η Γαύδος, η Ντία, το Κουφονήσι, το Γαϊδουρονήσι ή Χρυσή, οι Διονυσάδες, η Σπιναλόγκα και το Παξιμάδι, εκ των

⁷ Γεωργακάκης, 2010.

οποίων τα περισσότερα είναι ακατοίκητα. Η Κρήτη βρίσκεται περίπου 160km νότια της ελληνικής ηπειρωτικής χώρας, νότια του Αιγαίου πελάγους και βόρεια του Λιβυκού. Είναι το μεγαλύτερο νησί στην Ελλάδα και το δεύτερο μεγαλύτερο της ανατολικής Μεσογείου μετά την Κύπρο. Έχει συνολική έκταση 8.335km² και καλύπτει το 6,3% της συνολικής έκτασης της χώρας. Έχει μήκος 260km και ποικίλλει στο πλάτος, ενώ η ακτογραμμή της παρουσιάζει βαθύ γεωγραφικό διαμελισμό με πάνω από 1.000km ακτών.

Η Περιφέρεια Κρήτης το 2001 (απογραφή του 2001 της ΕΛ.ΣΤΑΤ) είχε μόνιμο πληθυσμό 594.368(ΕΣΥΕ), και πραγματικό πληθυσμό 601.131 κατοίκους, ενώ σύμφωνα με τα αποτελέσματα της απογραφής του 2011, η Περιφέρεια έχει 623.065 μόνιμο πληθυσμό, σημειώνοντας μία αύξηση περίπου 4,8%. Επιπλέον, κατά μέσο όρο τα τελευταία έτη οι διανυκτερεύσεις των τουριστών στην Περιφέρεια κυμαίνονται περίπου στα 17.000.000. Συνεπώς ο ισοδύναμος πληθυσμός ((Συνολικές Διανυκτερεύσεις/365)+(μόνιμος πληθυσμός)) στην Περιφέρεια Κρήτης υπολογίζεται ότι είναι περίπου 670. 000 κάτοικοι.

Η Περιφέρεια Κρήτης απαρτίζεται από τέσσερις Π.Ε., οι οποίες είναι η Π.Ε. Ηρακλείου, η Π.Ε. Λασιθίου, η Π.Ε. Ρεθύμνου και η Π. Ε. Χανίων και έχει έδρα την πόλη του Ηρακλείου.



Εικόνα 1 Γεωγραφική απεικόνιση των Π.Ε. της Περιφέρειας Κρήτης

2.2 Διοικητική Διαίρεση Περιφέρειας Κρήτης

Σύμφωνα με τη διοικητική μεταρρύθμιση του Προγράμματος ‘Καλλικράτης’ (Ν. 3852/2010, ΦΕΚ Α' 87/07-06-2010), στην Περιφέρεια Κρήτης δημιουργήθηκαν συνολικά 24 Δήμοι και συγκεκριμένα οι εξής:

Οι Δήμοι της Π.Ε. Ηρακλείου(συνολικά 8) είναι:

1. Δήμος Ηρακλείου με έδρα το Ηράκλειο και ιστορική έδρα τη Νέα Αλικαρνασσό αποτελούμενος από τις Δημοτικές Ενότητες (ΔΕ)
 - α. Ηρακλείου β. Γοργολαΐνης γ. Τεμένους δ. Παλιανής και ε. Νέας Αλικαρνασσού.
2. Δήμος Μαλεβιζίου με έδρα το Γάζι αποτελούμενος από τις ΔΕ
 - α. Γαζίου β. Κρουσώνα και γ. Τυλίσου
3. Δήμος Αρχανών – Αστερουσίων με έδρα τα Πεζά και ιστορικές έδρες τις Αρχάνες και τον Πύργο αποτελούμενος από τις ΔΕ
 - α. Αρχανών β. Νίκου Καζαντζάκη και γ. Αστερουσίων
4. Δήμος Φαιστού με έδρα τις Μοίρες και ιστορική έδρα το Τυμπάκι αποτελούμενος από τις ΔΕ
 - α. Μοιρών β. Τυμπακίου γ. Ζαρού
5. Δήμος Γόρτυνας με έδρα τους Άγιους Δέκα αποτελούμενος από τις ΔΕ
 - α. Κόφινα β. Αγίας Βαρβάρας γ. Γόρτυνας και δ. Ρούβα
6. Δήμος Χερσονήσου με έδρα τις Γούρνες αποτελούμενος από τις ΔΕ
 - α. Χερσονήσου β. Γουβών γ. Μαλλίων και δ. Επισκοπής
7. Δήμος Μινώα Πεδιάδας με έδρα τον Ευαγγελισμό Καστελλίου και ιστορικές έδρες το Καστέλλι και το Αρκαλοχώρι αποτελούμενος από τις ΔΕ
 - α. Αρκαλοχωρίου β. Καστελλίου και γ. Θραψανού

8. Δήμο Βιάννου

Οι Δήμοι της Π.Ε. Λασιθίου (συνολικά 4) είναι:

1. Δήμος Αγίου Νικολάου με έδρα τον Άγιο Νικόλαο και ιστορική έδρα τη Νεάπολη αποτελούμενος από τις ΔΕ
α. Αγίου Νικολάου β. Νεάπολης και την κοινότητα Βραχασίου
2. Δήμος Σητείας με έδρα τη Σητεία αποτελούμενος από τις ΔΕ
α. Ιτάνου β. Λεύκης και Σητείας
3. Δήμος Ιεράπετρας με έδρα την Ιεράπετρα αποτελούμενος από τις ΔΕ
α. Ιεράπετρας και β. Μακρύ Γιαλού
4. Δήμο Οροπέδιου Λασιθίου

Οι Δήμοι της Π.Ε. Ρεθύμνου (συνολικά 5) είναι:

1. Δήμος Ρεθύμνης με έδρα το Ρέθυμνο αποτελούμενος από τις ΔΕ
α. Αρκαδίου β. Λαππαίων γ. Νικηφόρου Φωκά και δ. Ρεθύμνης
2. Δήμος Μυλοποτάμου με έδρα το Πέραμα αποτελούμενος από τις ΔΕ
α. Γεροποτάμου β. Κουλούκωνα και την κοινότητα Ζωνιανών
3. Δήμος Αμαρίου με έδρα την Αγία Φωτεινή και ιστορική έδρα το Φουρφουρά αποτελούμενος από τις ΔΕ
α. Σιβρίτου και β. Κουρητών
4. Δήμος Αγίου Βασιλείου με έδρα το Σπήλι αποτελούμενος από τις ΔΕ
α. Λάμπης και β. Φοίνικα
5. Δήμο Ανωγείων

Οι Δήμοι της Π.Ε. Χανίων (συνολικά 7) είναι:

1. Δήμος Χανίων με έδρα τα Χανιά αποτελούμενος από τις ΔΕ
α. Χανίων β. Ελευθερίου Βενιζέλου γ. Θερίσσου δ. Νέας Κυδωνίας ε. Σούδας στ. Ακρωτηρίου και ζ. Κεραμίων
2. Δήμος Αποκορώνου με έδρα τις Βρύσες Αποκορώνου και ιστορική έδρα το Βάμο αποτελούμενος από τις ΔΕ

- α. Φρε β. Βάμου γ. Γεωργιουπόλεως δ. Κρυονέριδας ε. Αρμένων και την κοινότητα Ασή Γωνιάς,
- 3. Δήμος Πλατανιά με έδρα το Γεράνι αποτελούμενος από τις ΔΕ
 - α. Κολυμβαρίου β. Μουσούρων γ. Βουκολιών και δ. Πλατανιά
- 4. Δήμος Κισσάμου με έδρα τον Κίσσαμο αποτελούμενος τις ΔΕ
 - α. Κισσάμου β. Μυθήμνης και γ. Ινναχωρίου
- 5. Δήμος Καντάνου – Σελίνου με έδρα την Παλαιόχωρα και ιστορική έδρα την Κάντανο αποτελούμενος από τις ΔΕ
 - α. Καντάνου β. Ανατολικού Σελίνου και γ. Πελεκάνου
- 6. Δήμο Γαύδου
- 7. Δήμο Σφακίων

2.3 Ποσοτικά Δεδομένα Αστικών Στέρεων Απορριμμάτων (ΑΣΑ)

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται η συνολική παραγωγή των ΑΣΑ για τα έτη 2015, 2020 και 2025, όπως αυτή υπολογίστηκε σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχθηκαν από τους Δήμους και επεξεργάστηκαν καταλλήλως από τις εταιρείες NNOVECO I.K.E. και ENVIRECO CONSULTING A.E. σε συνεργασία με την Περιφέρεια και τους Δήμους της Κρήτης.

Πίνακας 2 Παραγόμενα ΑΣΑ ανά Π.Ε.⁸

Π.Ε.	Μόνιμος Πληθυσμός 2011	Παραγόμενα ΑΣΑ 2015 (τν)	Παραγόμενα ΑΣΑ 2020 (τν)	Παραγόμενα ΑΣΑ 2025 (τν)
Χανίων	156.585	89.624	94.192	98.995
Ηρακλείου	305.490	179.153	188.292	197.896
Ρεθύμνου	85.609	49.173	51.681	54.317
Λασιθίου	75.381	48.298	51.271	54.253
Σύνολο	623.065 ⁹	366.248	385.435	405.461

Από τον παραπάνω πίνακα εκτιμάται ότι για το 2015 η Μέση Παραγωγή ΑΣΑ στην Περιφέρεια ήταν περίπου 586 κιλά ΑΣΑ / έτος και μόνιμο κάτοικο, ή 545 κιλά ΑΣΑ / έτος και ισοδύναμο κάτοικο.

2.4 Στόχοι ΕΣΔΑ όσον αφορά τα ζωικά/κτηνοτροφικά απόβλητα

Οι στόχοι που αναφέρονται στον ΕΣΔΑ είναι:

- Πλήρης ανάπτυξη δικτύου συλλογής βιοαποδομήσιμων αποβλήτων γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης για την ανάκτηση επ' ωφελεία της γεωργίας, την παραγωγή προϊόντων (π.χ. ζωοτροφών, κ.λπ.) ή την παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο/ βιομάζα.
- Χωριστή συλλογή και ανάκτηση των πλαστικών γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης με έμφαση στα πλαστικά θερμοκηπίου και τα απόβλητα συσκευασίας

⁸ Ισοδύναμος Πληθυσμός 670.000 κάτοικοι

⁹ Ο τρόπος υπολογισμού των ΑΣΑ της Περιφέρειας βασίζεται στα ζυγολόγια των ενεργών ΧΥΤΑ και μονάδων, και Αναφέρεται αναλυτικά στα ΤΣΔΑ.

- Χωριστή συλλογή και κατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων συσκευασίας γεωργικών φαρμάκων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες μέσω συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης.
- Πρόβλεψη για κίνητρο προδιαλογής πλαστικών/βιοαποδομήσιμων γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων π.χ. με αντάλλαγμα οργανικά λιπάσματα και εδαφοβελτιωτικά.

2.5 Παραγωγή στην περιοχή μελέτης

Η κρητική αγροτική οικονομία στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην κτηνοτροφία με ιδιαίτερη έμφαση στις αίγες και τα πρόβατα. Το σύνολο του αριθμού ανά είδος ζώου ανά Π.Ε. της Περιφέρειας Κρήτης καθώς και ο τελικός συνολικός αριθμός της περιφέρειας και της χώρας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3 Συνολικός αριθμός ζώων ανά είδος(Πηγή ΕΛ.ΣΤΑΤ 2009)

Π.Ε.	Ηράκλειο	Λασιθί	Ρέθυμνο	Χανιά	Σύνολο Κρήτης	Σύνολο Χώρας
Βοοειδή	1.641	45	506	211	2.403	648.067
Προβατοειδή	453.093	91.287	1.014.785	318.515	1.877.680	9.156.821
Αίγες	188.270	48.172	215.557	180.524	632.523	4.213.230
Χοίροι	12.597	1.025	29.020	4.096	46.738	947.222
Ιπποειδή	354	127	319	183	983	30.133
Κουνέλια	119.589	36.159	59.389	79.788	294.925	857.384
Πουλερικά	1.303.382	80.352	208.877	225.855	1.818.466	36.767.565
Κυψέλες Μελισσών	55.400	16.472	13.124	35.816	120.812	944.014

Παράλληλα, υπάρχουν και πιο πρόσφατα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ. αναφορικά με τον αριθμό των βοοειδών, αιγών, προβατοειδών και χοίρων σε επίπεδο Περιφέρειας Κρήτης, τα οποία χρησιμοποιούνται όπως φαίνεται στη συνέχεια προκειμένου να γίνει εκτίμηση των αντίστοιχων αριθμών για το έτος 2015.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τα βοοειδή, από τα στοιχεία που υπάρχουν διαθέσιμα γίνεται εκτίμηση του αριθμού τους για το 2015 με γραμμική παρεμβολή των δεδομένων των προηγούμενων ετών. Τα διαθέσιμα στοιχεία για τα παρελθόντα έτη καθώς επίσης και η εκτίμηση για τον αντίστοιχο αριθμό του 2015 παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 4: Αριθμός βοοειδών στην Κρήτη ανά έτος (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ)

Έτος	Αριθμός βοοειδών
Εκτίμηση για το 2015	2.800

Πίνακας 5: Αριθμός προβατοειδών στην Κρήτη ανά έτος (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ)

Έτος	Αριθμός προβατοειδών
Εκτίμηση για το 2015	1.940.000

Πίνακας 6: Αριθμός αιγών στην Κρήτη ανά έτος (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ)

Έτος	Αριθμός αιγών
Εκτίμηση για το 2015	634.800

Πίνακας 7: Αριθμός χοίρων στην Κρήτη ανά έτος (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ)

Έτος	Αριθμός χοίρων
Εκτίμηση για το 2015	52.000

Οι συντελεστές παραγωγής κτηνοτροφικών αποβλήτων (σε κιλά ανά ζώο ανά έτος) παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 8: Συντελεστές παραγωγής κτηνοτροφικών αποβλήτων¹⁰

Είδος κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης	Βιοαποδομήσιμα οργανικά (kg/μονάδα/χρόνο)
Εκτροφή βοοειδών	4.000
Εκτροφή αιγοπροβάτων	1.100
Εκτροφή χοίρων	720
Εκτροφή πουλερικών	7

Προκειμένου να γίνει η εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων κτηνοτροφικών αποβλήτων, τα παραγόμενα από αίγες και προβατοειδή πολλαπλασιάστηκαν επί ένα συντελεστή 0,6, δεδομένου ότι στην Κρήτη υπάρχει σημαντικός αριθμός από αίγες και προβατοειδή ελευθέρως βοσκής, οπότε οι σχετικές παραγόμενες ποσότητες κτηνοτροφικών αποβλήτων εκτιμώνται σημαντικά μικρότερες. Το σύνολο των αποβλήτων κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων ανά είδος ζώου ανά Π.Ε. της Κρήτης καθώς και ο τελικός συνολικός αριθμός της περιφέρειας και της χώρας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

¹⁰ Πηγή: Μελέτη ΠΕΣΔΑΚ, 2013

Πίνακας 9: Εκτιμώμενες ποσότητες κτηνοτροφικών αποβλήτων για το 2015(τόνοι/έτος)

Παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων/ Είδος ζώων	Βοοειδή	Προβατοειδή	Αίγες	Χοίροι	Πουλερικά	Σύνολο
Σύνολο Κρήτης	11.200	1.280.400	418.968	37.440	12.730	1.760.737

Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι η Κρήτη παράγει σημαντικές ποσότητες ζωικών / κτηνοτροφικών αποβλήτων, γεγονός αναμενόμενο καθώς στην Περιφέρεια Κρήτης κατά προσέγγιση εκτρέφονται πάνω από το 8,8% του συνολικού αριθμού των ζώων στη χώρα, τη στιγμή που ο πληθυσμός της Κρήτης μόλις που ξεπερνά το 5,8% της χώρας. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού της Κρήτης, γύρω στο 42%, ζει σε αγροτικές περιοχές και σημαντικό μέρος αυτού ασχολείται με κτηνοτροφικές δραστηριότητες.

2.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

2.6.1 Φυσικό Περιβάλλον

Ατμοσφαιρικό περιβάλλον

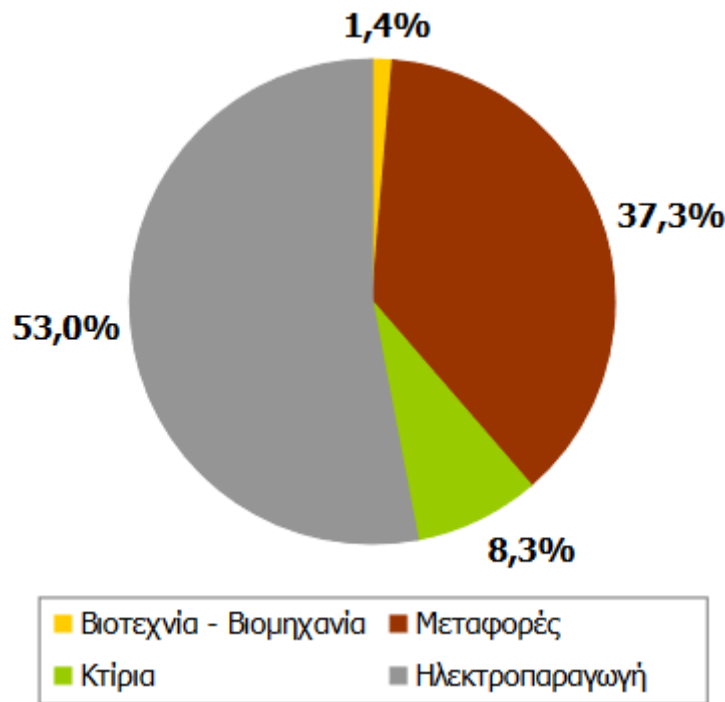
Στην Περιφέρεια Κρήτης, συγκεκριμένα στην περιοχή του Ηρακλείου, είναι εγκατεστημένος σταθμός παρακολούθησης παραμέτρων της ατμόσφαιρας, των οποίων τα αποτελέσματα αξιολογούνται από το Πανεπιστήμιο της Κρήτης, το Τμήμα Χημείας, και το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών & Χημικών Διεργασιών. Στο εργαστήριο αυτό υπάρχει διαχρονική παρακολούθηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας στην ευρύτερη λεκάνη της Ανατολικής Μεσογείου και συγκεκριμένα ο σταθμός είναι εγκατεστημένος στην περιοχή «Φινοκαλιά». Σε

σχετικές δημοσιεύσεις του εργαστηρίου¹¹ έχει παρουσιαστεί αναλυτικά ότι, βασικές παράμετροι που επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα την περιοχή της Κρήτης είναι το όζον (O_3) και τα σωματίδια PM_{10} (Particulate Matter). Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι και στις δύο περιπτώσεις γίνεται υπέρβαση των ορίων, η οποία κατά κύριο λόγο αποδίδεται στο όζον O_3 στη συμβολή από φαινόμενα που συμβαίνουν στη Βόρεια Ευρώπη και μεταφορά των αερίων μαζών από Βορρά προς Νότο, γεγονός το οποίο αποδεικνύεται επιστημονικά και σημαίνει ότι οι δραστηριότητες της Κρήτης δεν έχουν ρυθμιστικού χαρακτήρα συμμετοχή στην αύξηση του O_3 και οι υπερβάσεις αντιστοιχούν σε μη ελεγχόμενες καταστάσεις εκτός της περιοχής. Σχετικά με τις συγκεντρώσεις PM_{10} , που μετρήθηκαν κατά την περίοδο 2005-2012 σε συνδυασμό των μετρήσεων του Σταθμού του Ηρακλείου (Αστικός ιστός) και της ‘Φινοκαλιάς’, βρέθηκε ότι υπάρχει σε ορισμένες χρονικές στιγμές αυξημένη επιρροή στις συνολικές συγκεντρώσεις PM_{10} , από την περιοχή του Ηρακλείου, ενώ ειδικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η επιρροή των μεταφερόμενων μαζών σκόνης από τη Βόρειο Αφρική, που είναι πλέον συχνό φαινόμενο την άνοιξη και το φθινόπωρο.

Σύμφωνα με στοιχεία του ΤΕΕ/ΤΔΚ οι εκπομπές CO_2 στην Κρήτη οφείλονται κυρίως στη χρήση του πετρελαίου και των παραγώγων του (βενζίνης) και ελάχιστα στη χρήση υγραερίου¹². Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η συνεισφορά των δραστηριοτήτων στη συνολική εκπομπή CO_2 στην Κρήτη σύμφωνα με στοιχεία από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα ‘Κρήτης – Νήσων Αιγαίου 2007– 2013’: Έκθεση Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Τόμος Α’.

¹¹ Photochemical ozone production in the Eastern Mediterranean, Evangelos Gerasopoulos et al., 2006 και Origin and variability of particulate matter (PM_{10}) mass concentrations over the Eastern Mediterranean, E. Gerasopoulos et al. 2006

¹² Έκθεση Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Τόμος Α’, Επιχειρησιακό Πρόγραμμα ‘Κρήτης – Νήσων Αιγαίου 2007 – 2013’, Μάρτιος 2007.



Εικόνα 2: Ποσοστιαία συνεισφορά επιμέρους δραστηριοτήτων στη συνολική εκπομπή

Κλιματολογικά – μετεωρολογικά στοιχεία

Ο τύπος κλίματος της Κρήτης είναι ένας μεταβατικός ενδιάμεσος τύπος μεταξύ του χερσαίου Μεσογειακού και του ερημοειδούς Μεσογειακού, στο οποίο υπάγεται κυρίως η νοτιοανατολική Κρήτη. Το κύριο χαρακτηριστικό του κλίματος είναι η γλυκύτητα και η ηπιότητα. Η ψυχρή εποχή είναι ήπια και σε αυτό συντελεί η συχνή άφιξη στην περιοχή των θερμών και υγρών ΝΔ αερίων μαζών. Από την άποψη της ηπιότητας και των μεταβολών το κλίμα της Κρήτης θεωρείται προνομιούχο και οφείλεται στην κεντρική θέση που κατέχει η νήσος στην ανατολική Μεσόγειο. Ο χειμώνας αρχίζει συνήθως κατά τα μέσα Δεκεμβρίου και είναι ήπιος. Ο ψυχρότερος μήνας του έτους είναι ο Φεβρουάριος που διαφέρει ελάχιστα θερμομετρικά από τον Ιανουάριο. Η διαφορά τους όμως τόσο με το Δεκέμβριο όσο και με το Μάρτιο είναι αισθητή. Η μέση θερμοκρασία εμφανίζεται μεγαλύτερη στα ανατολικά από ότι στα δυτικά και μεγαλύτερη στα νότια από ότι στα βόρεια. Η εικόνα διαφοροποιείται σημαντικά στα ορεινά, στα οποία οι μέσες θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, οι θερμοκρασιακές αποκλίσεις εντονότερες και οι θερμοκρασίες ιδιαίτερα των χειμερινών μηνών σημαντικά χαμηλότερες. Θερμότερος μήνας του

έτους είναι ο Ιούλιος με μέση υπέρ-ετήσια θερμοκρασία περίπου 25°C. Οι θερμοκρασίες αυτές προσδιορίζουν σε μεγάλο βαθμό και τη χρονική διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, η οποία σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης καλύπτει 4 τουλάχιστον μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος).

Η ηλιοφάνεια είναι ιδιαίτερα υψηλή σε ολόκληρη την Κρήτη. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας ανέρχεται σε 2.700 περίπου ώρες στη βόρεια Κρήτη (2.707 ώρες στο Ηράκλειο, 2.699 ώρες στη Σητεία, 2.765 ώρες στη Σούδα και 2.592 ώρες στο Ρέθυμνο (μέσος όρος 8 ετών μόνο). Στη νότια Κρήτη ο μέσος ετήσιος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας είναι κατά 10% τουλάχιστον υψηλότερος ανερχόμενος σε 3.000 περίπου ώρες (3.068 ώρες στην Ιεράπετρα και 2.948 ώρες στο Τυμπάκι). Ο αριθμός ωρών ηλιοφάνειας της Ιεράπετρας είναι ο μεγαλύτερος της Ελλάδας.

Η μέση νέφωση κυμαίνεται μεταξύ περίπου 5 όγδοα τον Ιανουάριο και 0,6-1 όγδοο τον Ιούλιο. Ο μέσος αριθμός αιθρίων ημερών (νέφωση μεταξύ 0 και 1,5 όγδοα) κυμαίνεται μεταξύ 3 ημερών περίπου τον Ιανουάριο και 28 ημερών τον Ιούλιο στις πεδινές περιοχές. Στις ορεινές περιοχές ο αριθμός των αιθρίων ημερών κατά τους θερινούς μήνες είναι κατά 30% μικρότερος. Η ομίχλη (όπως και η πάχνη) είναι επίσης εξαιρετικά σπάνια στην Κρήτη. Αντίθετα, συχνότερη είναι η εμφάνιση υδροσταγόνων πάνω στις επιφάνειες του εδάφους, δηλαδή η δρόσος (dew). Η Κρήτη γενικώς παρουσιάζει σημαντική ανισοκατανομή του ετήσιου όγκου βροχόπτωσης τόσο γεωγραφικά (από ανατολικά προς δυτικά), όσο και φυσιογραφικά (πεδινές προς ορεινές περιοχές), εμφανίζοντας βροχοβαθμίδα (αύξηση της βροχόπτωσης με το υψόμετρο) από τις μεγαλύτερες της Ελλάδας, εάν όχι τη μεγαλύτερη: 61mm / 100m. Η μέση μηνιαία βροχόπτωση είναι μέγιστη το Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο και ελάχιστη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο οι οποίοι είναι σχεδόν άνομβροι σε ολόκληρη την πεδινή Κρήτη. Το 25% περίπου της ετήσιας βροχόπτωσης συμβαίνει στους περισσότερους σταθμούς της Κρήτης στη διάρκεια του βροχερότερου μήνα. Αντίστοιχα, ο μηνιαίος αριθμός ημερών βροχής κυμαίνεται μεταξύ 15 ημερών περίπου κατά τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο και 0,3 ημέρες τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Ο αριθμός των ημερών βροχής δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ορεινών και των πεδινών σταθμών. Στους ορεινούς μάλιστα σταθμούς ο αριθμός ημερών βροχής εμφανίζεται ίσος ή και μικρότερος του αριθμού ημερών βροχής στους πεδινούς σταθμούς, ιδιαίτερα κατά

τους χειμερινούς μήνες. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής στην Κρήτη ανέρχεται σε 90 περίπου ημέρες (25% του έτους).

2.6.2 Υδατικό περιβάλλον¹³

Η Κρήτη δέχεται κατά μέσο όρο περίπου 7,5 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα κατακρημνισμάτων το χρόνο, από τα οποία όμως τα 5 περίπου δισεκατομμύρια (~67%) εξατμίζονται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν όλη σχεδόν τη διάρκεια του έτους. Τα 2 περίπου δισεκατομμύρια, δηλαδή ~28%, καταλήγουν στο εσωτερικό της γης και εμπλουτίζουν τα υπόγεια στρώματα. Ο μεγαλύτερος όγκος (~1.8 δισεκατομμύρια κυβικά) κατεισδύει στις καρστικές υδρογεωλογικές ενότητες, κυρίως στους ορεινούς όγκους του Ψηλορείτη, των Λευκών Ορέων, της Δίκτης-Σελένας και δευτερευόντως στις καρστικές ενότητες της Σητείας, όπου εντοπίζονται μεγάλες σε έκταση ανθρακικές ενότητες.

Τα υπόλοιπα (~0,4 δισεκατομμύρια κυβικά) κατεισδύουν στις νεογενείς και άλλες υδροφορίες. Περίπου 0,75 δισεκατομμύρια κυβικά κατακρημνισμάτων ρέουν επιφανειακά σχηματίζοντας μικρά ποτάμια διαλείπουσας ροής στις πεδινές περιοχές. Όμως, το συνολικό υδατικό δυναμικό που δύναται να αξιοποιηθεί ανέρχεται σε 857 εκατομμύρια κυβικά περίπου (δεν περιλαμβάνονται οι τρεις μεγάλες υφάλμυρες καρστικές πηγές της Κρήτης), από τα οποία πάνω από το 60% δεν χρησιμοποιείται (χειμερινές παροχές πηγών και επιφανειακή απορροή). Αυτά αποτελούν νερά καλής ποιότητας που είναι δυνατόν ο άνθρωπος να εκμεταλλευτεί με διάφορους τρόπους (γεωτρήσεις, φράγματα, υδρομαστεύσεις κ.α.).

Συγκεκριμένα, η μέση ετήσια προσφορά (θεωρητικά) επιφανειακών και υπογείων υδατικών πόρων ανέρχεται σε $2.860 \times 10^6 \text{m}^3$ νερού, ενώ η επιθυμητή ζήτηση ανερχόταν (σύμφωνα με στοιχεία για το έτος 2000) μόλις στα $515 \times 10^6 \text{m}^3$.

Όμως, η ιδιαίτερη γεωλογία και γεωμορφολογία του νησιού και οι κλιματολογικές συνθήκες μετατρέπουν αυτό το ισχυρό απόλυτο πλεόνασμα σε μικρότερο σχετικό πλεόνασμα, σε συνδυασμό δε με την έντονη εποχικότητα της προσφοράς και τη χωρική ανισοκατανομή των πόρων εμφανίζονται και αδυναμίες κάλυψης της υφιστάμενης ζήτησης κατά τόπους. Ενδεικτικό

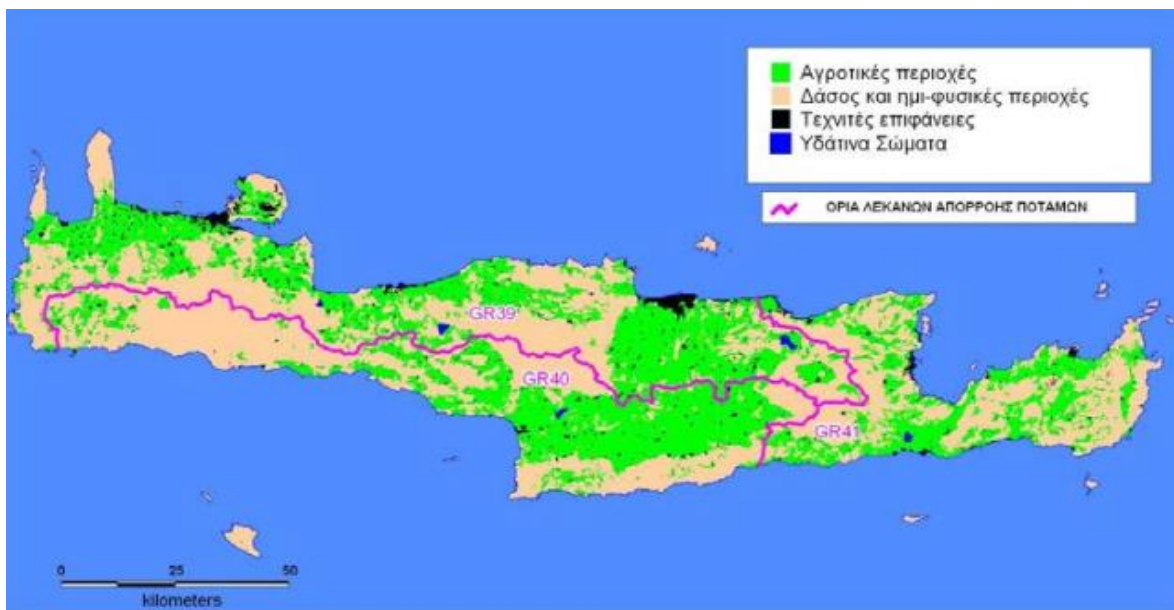
¹³ Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κρήτης (GR13) (2015)

των ιδιαιτεροτήτων της Κρήτης είναι το γεγονός ότι οι τρεις μεγάλες υφάλμυρες καρστικές πηγές της νήσου (Αλμυρός Γεωργιούπολης, Αλμυρός Ηρακλείου και Αλμυρός Αγίου Νικολάου) εκφορτίζουν σε μέση ετήσια βάση περί τα $450 \times 10^6 \text{m}^3$, δηλαδή το 15,7% της συνολικής προσφοράς νερού, το 87,3% της συνολικής επιθυμητής ζήτησης και το 120,9% της πραγματικής κατανάλωσης.

2.6.3 Χρήσεις γης¹⁴

Το Υδατικό Διαμέρισμα Κρήτης, είναι σε μικρό ποσοστό δασώδες (3% της συνολικής έκτασης), ενώ σημαντικό είναι το ποσοστό του που καλύπτεται από καλλιέργειες (27% της συνολικής έκτασης) και γεωργική γη/βοσκοτόπους (67% της συνολικής έκτασης). Οι αστικές περιοχές καλύπτουν μόλις το 1% της συνολικής έκτασης.

Στον παρακάτω Χάρτη περιγράφονται χωρικά και κατηγοριοποιούνται οι χρήσεις γης σε τέσσερις κλάσεις: αγροτικές περιοχές, δάση και ημι-φυσικές περιοχές, τεχνητές επιφάνειες και υδατικά συστήματα. Οι συγκριμένες περιοχές δύναται να αποτελέσουν σημειακές ή διάχυτες περιβαλλοντικές πιέσεις σε επιφανειακά ή και υπόγεια ύδατα.



Εικόνα 3: Χρήσεις γης στο ΥΔ Κρήτης

¹⁴ Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κρήτης (GR13) (2015)

2.6.4 Υδρογραφικά – υδρολογικά χαρακτηριστικά

Το ισχυρό ανάγλυφο του Υδατικού Διαμερίσματος της Κρήτης, οι μεγάλες ποσότητες ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, η έκταση του νησιού και η πολύπλοκη γεωλογική δομή του δημιουργούν ποικιλία στη διακίνηση του νερού τόσο του επιφανειακού όσο και του υπόγειου. Ως αποτέλεσμα αυτών παρατηρείται η ανάπτυξη πολλών μικρών υδρολογικών λεκανών που η έκταση του όμως δεν ξεπερνά τα 600 km². Το πυκνό υδρογραφικό δίκτυο, χειμαρρώδους χαρακτήρα, παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση των παροχών του. Λίγα είναι τα ρέματα που διατηρούν ροή σε όλη τη διάρκεια του χρόνου και τροφοδοτούνται κυρίως από πηγαία νερά.

Η συνολική απορροή που διακινείται ετησίως επιφανειακά και προέρχεται από πηγαία νερά ή από απευθείας απορροή των υδατορευμάτων για τα κυριότερα υδατορεύματα του νησιού ανέρχεται σε 500 x 10⁶m³ /ετησίως. Υπολογίζεται δε ότι μια επιπλέον ποσότητα 450x 10⁶m³ διακινούνται ετησίως μέσω των τριών πηγών αλμυρού του νησιού.

Οι δύο μεγαλύτερες υδρολογικές λεκάνες του νησιού, του Γεροπόταμου και του Αναποδιάρη έκτασης 525 και 600,6 km² αντίστοιχα, βρίσκονται στο νότιο τμήμα του νησιού στην περιοχή της Μεσσαράς. Οι δύο λεκάνες αναπτύσσονται κατά κύριο λόγο σε νεογενείς και σύγχρονες αποθέσεις.

Με την Απόφαση 706/16-7-2010 (ΦΕΚ 1383B/2-9-2010 & ΦΕΚ 1572B/28-9-2010) της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων «περί καθορισμού των Λεκανών Απορροής Ποταμών της χώρας και ορισμού των αρμόδιων Περιφερειών για τη διαχείριση και προστασία τους», όπως αυτή τροποποιήθηκε με τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών, έχουν προσδιορισθεί, σε όλη τη χώρα, σαράντα-έξι (46) Λεκάνες Απορροής Ποταμών, οι οποίες υπάγονται σε δεκατέσσερις (14) Περιοχές Λεκανών Απορροής Ποταμών (που αντιστοιχούν στον όρο Υδατικά Διαμερίσματα του Άρθρου 3 του ΠΔ 51/2007). Το Υδατικό Διαμέρισμα Κρήτης, περιλαμβάνει τρεις (3) Λεκάνες Απορροής Ποταμών:

- Ρεμάτων Βορείου Τμήματος Χανίων - Ρεθύμνου - Ηρακλείου (GR39), συνολικής έκτασης 3.676,06 km²,
- Ρεμάτων Νοτίου Τμήματος Χανίων - Ρεθύμνου - Ηρακλείου (GR40), συνολικής έκτασης 2.798,2 km²,
- Ρεμάτων Ανατολικής Κρήτης (GR41), συνολικής έκτασης 1.870,28 km².



Εικόνα 4 Λεκάνες Απορροής Ποταμών του ΥΔ Κρήτης

Ως «Λεκάνη Απορροής Ποταμού» ορίζεται η εδαφική έκταση από την οποία αποστραγγίζεται το σύνολο της απορροής (βροχόπτωση ή/και χιονόπτωση) μιας περιοχής, μέσω του υδρογραφικού δικτύου της (διαδοχικών ρευμάτων, χειμάρρων, ποταμών, και πιθανώς λιμνών) και παροχετεύεται στη θάλασσα μέσω της εκβολής (ή δέλτα) ποταμού.

Στην Κρήτη, τα περισσότερα ποτάμια είναι μικρού μήκους διαδρομής, εξ αιτίας του ιδιόμορφου σχήματος του νησιού (επίμηκες σχήμα), με την παρουσία των κυριότερων ορεινών όγκων κατά μήκος της μεγαλύτερης διάστασης. Ακριβώς όμως λόγω αυτής της ιδιαιτερότητας του σχήματος της Κρήτης, σε συνδυασμό με τις απότομες πλαγιές των ψηλών οροσειρών της, τα ποτάμια είναι μεν μικρού μήκους διαδρομής αλλά ορμητικά, με αποτέλεσμα, αρκετές ποσότητες φερτών υλικών, να εναποτίθενται στις ακτές και σε ορισμένες περιπτώσεις σχηματίζουν πολύ μικρά δέλτα.



Εικόνα 5 Τύποι ποτάμιων συστημάτων του ΥΔ Κρήτης

Εκτός από τη βροχόπτωση και το ανάγλυφο, ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που καθορίζει τα επιφανειακά νερά της Κρήτης, είναι και η σύσταση των πετρωμάτων της. Το 45-50% της έκτασης της Κρήτης καλύπτεται από ανθρακικά πετρώματα συγκεντρωμένα στους τέσσερις σημαντικότερους ορεινούς όγκους του νησιού, που αποτελούν και τους κύριους υδροσυλλέκτες του. Το γεγονός ότι τα ανθρακικά πετρώματα είναι υδροπερατά, σε συνδυασμό με τις τεκτονικές δομές που εμφανίζονται στην Κρήτη (ρήγματα, ασυνέχειες κ.ά.), οδηγούν στη μεγάλη κατείσδυση του νερού της βροχής προς τον υπόγειο υδροφόρο.

Πάνω στα ασβεστολιθικά πετρώματα, συναντούμε κυρίως ποτάμια με διαλείπουσα ροή (χειμάρρους), η οποία χαρακτηρίζεται από μια περιοδικότητα, που συμπίπτει με την περιοδικότητα των βροχοπτώσεων, δηλαδή εμφανίζεται πάντα τους χειμερινούς και για λίγο τους ανοιξιάτικους μήνες. Εκτός από τους χειμάρρους, συναντούμε και λίγα ποτάμια μόνιμης ροής, με ορισμένα από αυτά να παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από την άποψη των φυσικοχημικών παραμέτρων τους όσο και γιατί φιλοξενούν ένα σημαντικό αριθμό ενδημικών ή σπάνιων ειδών.

Ένα άλλο γεωλογικό στοιχείο, που επηρεάζει τις κατηγορίες των επιφανειακών νερών της Κρήτης, είναι η συχνή εναλλαγή διαφορετικών πετρωμάτων στο επιφανειακό στρώμα, ακόμα και στα όρια μικρών περιοχών. Έτσι, π.χ. η ροή στην κοίτη ενός ποταμού, μπορεί να διακοπεί

από την επιφάνεια για κάποια απόσταση και να γίνει υπόγεια, για να επανέλθει πιο κάτω και πάλι στην επιφάνεια.

Τα λιμναία συστήματα της Κρήτης είναι περιορισμένα με μοναδική φυσική λίμνη αυτή του Κουρνά στη δυτική πλευρά του νησιού ενώ αξιόλογες είναι μερικές τεχνητές λίμνες (πχ της Αγιάς), και κάποιοι ταμιευτήρες που έχουν κατασκευαστεί τα τελευταία χρόνια και μπορούν να εξελιχθούν σε αξιόλογους υγρότοπους. Στο νησί υπάρχουν επίσης και αρκετοί υγρότοποι κυρίως ελώδεις εκτάσεις που απαντούν συνήθως κοντά σε ρεματιές, γύρω από παραθαλάσσιες πηγές είτε στις εκβολές ποταμών κοντά στις ακτές, με αρκετούς από αυτούς να έχουν πλέον εξαφανιστεί λόγω αποστραγγιστικών έργων.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με την υδρογραφία ανά Νομό της Κρήτης.

Π.Ε. Ηρακλείου

Η Π.Ε. στο σύνολό της δεν έχει ποταμούς. Σύμφωνα με το ισχύον ΠΕΣΔΑ Κρήτης, υπάρχει πλήθος υδροροών με κυριότερες τις ακόλουθες:

- Αναποδιάρης, με μέση ανώτατη χειμερινή παροχή 10.000-12.000 m³/h
- Γεροπόταμος, με μέση ανώτατη χειμερινή παροχή 10.000 m³/h
- Γκαζάνος, με μέση ανώτατη χειμερινή παροχή 1.500 -2.000 m³/h
- Αποσελέμης, με μέση ανώτατη χειμερινή παροχή 500 -2.000 m³/h
- Γιόφυρος, με μέση ανώτατη χειμερινή παροχή 300 - 2.000 m³/h
- Ξεροπόταμος, με μέση ανώτατη χειμερινή παροχή 300 –500 m³/h
- Αμιρών, Βιάννου με συνολικό ετήσιο όγκο 1-1,5 εκ. m³

Σύμφωνα με την ίδια μελέτη έχουν καταγραφεί 9 πηγές, διάσπαρτες σε όλο την Π.Ε.. Οι κύριες υδρολογικές λεκάνες στην Π.Ε. Ηρακλείου είναι:

α) Στο βόρειο τμήμα της Π.Ε. διακρίνονται από δυτικά προς τα ανατολικά

- Η λεκάνη του ποταμού Γαζανού (Τυλίσσου)
- Η λεκάνη του ποταμού Ξεροπόταμου (Σίβας - Βενεράτου)
- Η λεκάνη του ποταμού Γιόφυρου (Φοινικιάς)
- Η λεκάνη Αρχανών
- Η λεκάνη του ποταμού Καρτερού (Θραψάνου)
- Η λεκάνη Επισκοπής

- Η λεκάνη του ποταμού Αποσελέμη

β) Στο νότιο τμήμα

- Η λεκάνη του ποταμού Γεροπόταμου (Δυτ. Μεσσαράς)
- Η λεκάνη του ποταμού Αναποδάρη (Αν. Μεσσαράς)

Μικρές αλλά σημαντικές από υδρογεωλογικής και διαχειριστικής άποψης είναι στο μεν βόρειο τμήμα οι λεκάνες Χερσονήσου και Ιταλίδας - Μαλίων, στο δε νότιο οι λεκάνες της Επαρχίας Βιάννου (Άνω Βιάννου, Άρβης και Καλαμίου).

Π.Ε. Λασιθίου

Η Π.Ε. Λασιθίου στο σύνολό της δεν έχει ποταμούς. Υπάρχει πλήθος υδρορροών με κυριότερη το Χαύγα με συνολική ετήσια απορροή $1.7-17.8 \times 10^6 \text{m}^3$.

Σύμφωνα με το ισχύον ΠΕΣΔΑ Κρήτης (2006), έχουν καταγραφεί 14 πηγές, διάσπαρτες σε όλο την Π.Ε..

Οι υδρολογικές λεκάνες της Π.Ε. Λασιθίου, με βάση τη θέση τους σε σχέση με την εγκάρσια ρηξιγενή ζώνη της Παχειάς Αμμου - Ιεράπετρας, μπορούν να χωριστούν σε δυτικές, συνδεδεμένες με σύμπλεγμα του ορεινού όγκου Δίκτη και σε ανατολικές, συνδεδεμένες με τα ορεινά συμπλέγματα Θρύπτης, Ορνού και Ζηρού - Ζάκρου.

Στις κυριότερες δυτικές λεκάνες περιλαμβάνονται:

- Οι βόρειες λεκάνες της Μιλάτου, του Βραχασίου και των Γεωργαράδων Λαγκάδι
- Η λεκάνη του Ξηροποτάμου (Εξω Λακωνίων)
- Η λεκάνη του Τζερμιάδω (Οροπεδίου Λασιθίου)
- Η λεκάνη των Φλαμουριανών
- Η λεκάνη του Καλού Ποταμού (Καλού Χωριού)
- Οι νότιες λεκάνες της Ιεράπετρας, του Κοράκου (Μπραμιανού), του Καλαμαυκιανού (Καλαμαύκας) και του Μύρτου.

Στις ανατολικές λεκάνες περιλαμβάνονται:

- Η λεκάνη του Καβουσίου
- Η λεκάνη του Σταυροχωρίου
- Η λεκάνη του Ανδρόμυλου (Παπαγιαννάδων)
- Η λεκάνη του Παντελή (Σητείας)

- Οι νοτιοανατολικές λεκάνες του Φαραγγιού (Γούδουρα) και Λαγγού (Ξεροκάμπου).
- Οι ανατολικές λεκάνες της Κάτω Ζάκρου, του Φαραγγιού (Χοχλακίων) και του Καλογεροπόταμου (Παλαίκαστρου).

Π.Ε. Ρεθύμνου

Στην Π.Ε. Ρεθύμνου η μεγαλύτερη ποσότητα των επιφανειακών νερών της Π.Ε. απορρέει στη θάλασσα μέσω των κυριότερων χειμάρρων στο βόρειο και νότιο τμήμα αυτού που είναι:

- Στο βόρειο τμήμα, οι ποταμοί Γεροπόταμος, Πλατανιάς, Πέτρες και το ρέμα Αργυρούπολης ή Μούσελας
- Στο νότιο τμήμα οι ποταμοί Πλατύς, Σπηλιανός.

Στα ιζήματα του Νεογενούς ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και τα κροκαλοπαγή, στην επιφάνεια των οποίων αναβλύζει πλήθος μικροπηγών. Στα ανθρακικά πετρώματα που παρεμβάλλονται μεταξύ των καρστικών υδροσυστημάτων των Λευκών Ορέων και τον Ψηλορείτη αποτελούν τεκτονικά καλύμματα, που διαθέτουν ένα μεγάλο υδάτινο δυναμικό. Οι μεγάλες καρστικές πηγές της Π.Ε. αναβλύζουν και τροφοδοτούνται από αυτά τα ανθρακικά πετρώματα των καλυμμάτων και είναι οι πηγές της Αργυρούπολης ($Q = 781 \text{ m}^3/\text{h}$), του Κουρταλιώτη, του Σπηλίου, της Λικρές κ.ά..

Π.Ε. Χανίων

Στη Π.Ε. Χανίων υπάρχει πλήθος μικρών ποταμών. Οι ποταμοί αυτοί – που τροφοδοτούνται από το καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων - δηλαδή οι Μουσέλας, Βρυσιανός, Μεσοπόταμος, Κοιλιάρης και Κερίτης, παρουσιάζουν μια ισοκατανομή της παροχής για όλη σχεδόν τη διάρκεια του χρόνου, με εξαίρεση τους μήνες των βροχοπτώσεων, όπου η παροχή τους αυξάνεται. Οι άλλοι χειμάρροι που τροφοδοτούνται από βροχοπτώσεις έχουν μεγάλες παροχές την περίοδο των βροχών και μετά αποξηραίνονται (Ταυρωνίτης, Σπηλιανός, Κλαδισός κ.ά.).

Στη νότια περιοχή της Π.Ε. καταλήγουν περισσότερο βίαιες χειμάρριες απορροές. Οι ποταμοί αυτοί δεν έχουν γενικά αξιόλογες παροχές, όμως με τη διάβρωση που δημιουργούν και με τις αποθέσεις που πραγματοποιούν, σε σχέση πάντα και με τις παλαιές τεκτονικές εξάρσεις, έχουν δημιουργήσει τις κοιλάδες του Ταυρωνίτη, του Κερίτη - Αγυιάς, της Σούδας, της Κισσάμου, της Γεωργιούπολης - Κουρνά και του Στύλου - Αρμενων - Καλυβών.

Η μόνη αξιόλογη λίμνη της Π.Ε. Χανίων αλλά και ολόκληρης της Κρήτης είναι η Λίμνη Κουρνά που αποτελεί και ένα σημαντικό υδροβιότοπο. Είναι η νοτιότερη λίμνη στην Ευρωπαϊκή ήπειρο. Η λίμνη δημιουργείται από την παρεμπόδιση του υπόγειου νερού, που κατεβαίνει από τον όγκο των Λευκών Ορέων, από τα αδιαπέραστα πετρώματα και την κατάκλιση του φυσικού κοιλώματος. Η λίμνη τροφοδοτείται από την πηγή Αμάτι και αποστραγγίζεται προς τον ποταμό Δέλφινα. Η απόστασή της από τη θάλασσα είναι 2,5km. Το μέγιστο μήκος της (B-N) είναι 1.080 m και το μέγιστο πλάτος της (A-Δ) είναι 880 m. Καταλαμβάνει έκταση 579 στρέμματα (57,9Ha) με μέγιστο βάθος τα 22,5 m (3,5 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας). Ο όγκος του νερού το καλοκαίρι ανέρχεται περίπου στα 7,5 εκατομμύρια m³. Η περιοχή της λίμνης χαρακτηρίζεται σαν τεκτονικό ρήγμα που κατακλύζεται με νερό από την πηγή "Αμάτι" (ΝΑ άκρο της λίμνης σε βάθος 16,5 m) λόγω των νεογενών αποθέσεων που εξασφαλίζουν τη στεγανότητά της. Μοιάζει με ένα μεγάλο κοίλωμα που τροφοδοτείται από τη μία του πλευρά με νερό λόγω του πορώδους του εδάφους, ενώ από την απέναντι στεγανοποιείται λόγω της φύσης των πετρωμάτων.

Διαφυγές νερού έχει η λίμνη από τις Β και ΒΔ παρυφές της. Στο τμήμα αυτό από δεκαετιών έχουν γίνει έργα υπερχείλισης και αποστράγγισης του νερού προς τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και τη θάλασσα. Η στάθμη της λίμνης κυμαίνεται με την εποχή. Τη χειμερινή περίοδο και μέχρι την άνοιξη η στάθμη βρίσκεται στο χαμηλότερο επίπεδο λόγω της μείωσης του όγκου των υπογείων υδάτων από τα ορεινά, ενώ κατά την καλοκαιρινή περίοδο (και με την τήξη του χιονιού στα Λευκά Όρη που τροφοδοτούν τους υδροφόρους ορίζοντες) η στάθμη ανέρχεται. Η λίμνη αναφέρεται από τα αρχαία χρόνια με το όνομα Κορησία. Μάλιστα πιστεύεται ότι υπήρχε ιερό στις όχθες προς τιμήν της Κορησίας Αθηνάς. Τα σκοτεινά νερά της λίμνης έκαναν εντύπωση σε όλους τους επισκέπτες αλλά και τους κατοίκους, αφού θεωρούσαν τη λίμνη χωρίς πυθμένα (άπατη).

Επίσης, υπάρχει πλήθος πηγών, που εκλύουν σημαντικές ποσότητες νερού, όπως:

- Αγιάς: Μέση παροχή ~ 2,5 m³/sec, Μέσος ετήσιος όγκος 80 x 10⁶m³
- Μεσηλών: Μέση παροχή ~ 2,5 m³/sec, Μέσος ετήσιος όγκος 80 x 10⁶m³
- Αναβάλλοντα: Μέση παροχή ~ 1,0 m³/sec, Μέσος ετήσιος όγκος 10 x 10⁶m³

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην Κρήτη με βάση την υδρολιθολογική τους συμπεριφορά διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες.

Καρστικοί σχηματισμοί

- *Υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας (K1)*

Ασβεστόλιθοι, δολομίτες, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, μάρμαρα υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας. Περιλαμβάνονται οι έντονα καρστικοποιημένοι ανθρακικοί σχηματισμοί της ζώνης της Τρίπολης, τα ανθρακικά Τρυπαλίου και οι Τριαδικοί κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες της Ιονίου ζώνης. Στους σχηματισμούς αυτούς αναπτύσσονται υψηλού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες που εκφορτίζονται μέσω μεγάλων καρστικών πηγών.

- *Μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας (K2)*

Περιλαμβάνονται οι ασβεστόλιθοι της ζώνης της Πίνδου, οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Ιουρασικής - Ηωκαινικής ηλικίας (Plattenkalk) της Ιονίου ζώνης και οι μικρότερες ανθρακικές εμφανίσεις των εσωτερικών καλυμμάτων. Η κυκλοφορία του νερού στους σχηματισμούς αυτούς ελέγχεται από τις παρεμβολές πυριτολίθων, κερατολίθων και αργιλικών σχιστολίθων. Στους σχηματισμούς αυτούς αναπτύσσονται μέσου έως μικρού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες. Εξαιτίας του έντονου τεκτονισμού τους στις περιπτώσεις εκείνες που παρουσιάζουν και σημαντική επιφανειακή ανάπτυξη συμμετέχουν στην τροφοδοσία σημαντικών καρστικών πηγών.

- *Μειοκαινικά ασβεστολιθικά λατυποκροκαλοπαγή Τοπολίων, μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας (K3)*

Παρουσιάζουν τόσο πρωτογενές όσο και δευτερογενές πορώδες και φιλοξενούν σημαντικές υδροφορίες που εκφορτίζονται μέσω αξιόλογων πηγών.

ζώνης της Τρίπολης, τα ανθρακικά Τρυπαλίου και οι Τριαδικοί κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες της Ιονίου ζώνης. Στους σχηματισμούς αυτούς αναπτύσσονται υψηλού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες που εκφορτίζονται μέσω μεγάλων καρστικών πηγών.

Κοκκώδεις σχηματισμοί

- *Κοκκώδεις προσχωματικές κυρίως αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας (III).*

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι αλλουβιακές αποθέσεις, οι ποτάμιες και θαλάσσιες αναβαθμίδες, τα κροκαλοπαγή ποτάμιας προέλευσης, τα πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων όταν έχουν σημαντική εξάπλωση. Αναπτύσσονται, κατά θέσεις, αξιόλογες φρεατίες υδροφορίες. Κοντά στη θάλασσα οι υδροφορίες αυτές έχουν υποστεί κατά θέσεις, υποβάθμιση εξαιτίας της υφαλμύρισης.

- *Μειοκαινικές και πλειοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας (Π2).*

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα κροκαλοπαγή και οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι των νεογενών σχηματισμών που φιλοξενούν επιμέρους υπόγειες υδροφορίες μέσου έως μικρού δυναμικού.

- *Κοκκώδεις μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (Π3)*

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι πλειοκαινικές και μειοκαινικές μάργες, καθώς και ο αδιαίρετος σχηματισμός του νεογενούς. Τοπικά στον αδιαίρετο σχηματισμό των νεογενών αναμένεται η ανάπτυξη ασθενών υδροφοριών μέσα σε παρεμβολές κροκαλοπαγών ή μαργαϊκών ασβεστολίθων. Κατά θέσεις στις νεογενείς αποθέσεις αναπτύσσονται στρώματα γύψου που παρουσιάζουν αξιόλογη υδροφορία εντόνως όμως υποβαθμισμένη εξαιτίας των θειϊκών ιόντων.

Αδιαπέρατοι σχηματισμοί

- *Πρακτικά αδιαπέρατοι σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (Α1)*

Περιλαμβάνονται οι σχηματισμοί του φλύσχη και τα ελαφρώς μεταμορφωμένα αργιλικά ιζήματα των διαφόρων ζωνών. Κατά θέσεις εντός των στρωμάτων του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικού χαρακτήρα υδροφορίες μικρού έως μέσου δυναμικού.

- *Πρακτικά αδιαπέρατοι ή εκλεκτικής κυκλοφορίας σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής διαπερατότητας (Α2)*

Συμμετέχουν στην κατηγορία αυτή τα μεταμορφωμένα και πυριγενή πετρώματα των διαφόρων ζωνών και καλυμμάτων. Κατά θέσεις στους σχηματισμούς αυτούς, τόσο εξαιτίας του έντονου κερματισμού τους όσο και εξαιτίας της πετρολογικής σύνθεσης τους (π.χ. εναλλαγές χαλαζιτών, μαρμάρων) αναπτύσσονται επιμέρους, τοπικού χαρακτήρα, υδροφορίες.

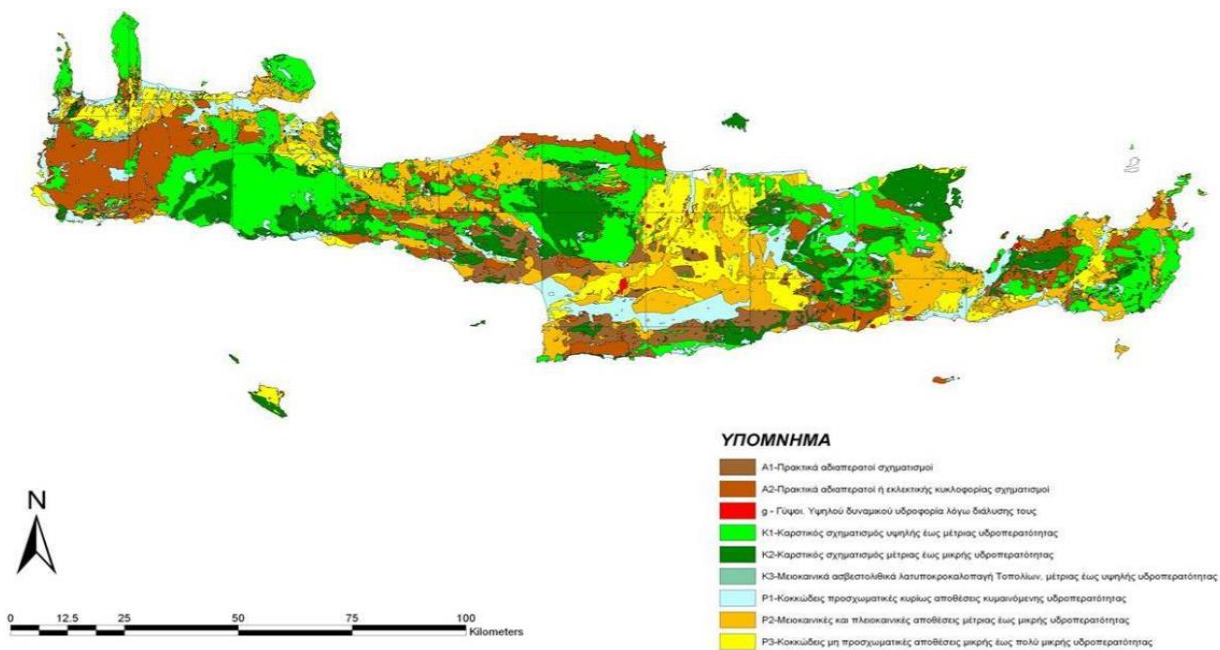
Γύψοι

Στο σχηματισμό των γύψων αναπτύσσεται υψηλού δυναμικού υπόγεια υδροφορία εξαιτίας της διάλυσης τους (‘ψευδοκαρστ’) με υψηλή περιεκτικότητα σε θειϊκά ιόντα. Στο σύνολο της Κρήτης οι καρστικοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν το 37,6% της συνολικής έκτασης της νήσου, οι κοκκώδεις υδροπερατοί σχηματισμοί το 39,6% και οι αδιαπέρατοι σχηματισμοί το 22,58%. Μικρό τέλος ποσοστό καταλαμβάνουν οι γύψοι (0,21%).

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από υδρογεωλογική άποψη παρουσιάζουν οι τρεις μεγάλες σε έκταση ανθρακικές ενότητες (καρστική υδροφορία) που αναπτύσσονται στους ορεινούς όγκους

των Λευκών Ορέων, του Ψηλορείτη και της Δίκτης – Σελένας και δευτερευόντως οι καρστικές ενότητες Σητείας. Οι ασβεστολιθικοί αυτοί όγκοι τροφοδοτούν μεγάλο αριθμό αξιόλογων πηγών. Η τεκτονική δομή και η στρωματογραφία (εναλλαγές διαπερατών και αδιαπέρατων σχηματισμών) συμμετέχουν στη διαμόρφωση και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των υδρογεωλογικών λεκανών. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό στη Κρήτη είναι η ύπαρξη μεγάλων παράκτιων και υποθαλάσσιων υφάλμυρων καρστικών πηγών μαζί με τις αντίστοιχα μεγάλες καρστικές πηγές με καλής ποιότητας υπόγειο νερό. Η ανυπαρξία γεωλογικών φραγμών σε εκτεταμένες ανθρακικές εμφανίσεις προς τη θάλασσα σε συνδυασμό με παλαιογεωγραφικά αίτια έχουν συντελέσει στην υφαλμύριση σημαντικών καρστικών υδροφορέων. Οι υδρογεωλογικές συνθήκες της κάθε περιοχής εξαρτώνται άμεσα από τις αντίστοιχες γεωλογικές, τεκτονικές και μορφολογικές συνθήκες.

Έτσι με βάση, αρχικά, την υδρολιθολογική ταξινόμηση των γεωλογικών σχηματισμών και σε συνδυασμό με τους προαναφερόμενους παράγοντες γίνεται ο διαχωρισμός της νήσου Κρήτης σε υδρογεωλογικές ενότητες¹⁵.



Εικόνα 6 Υδρολιθολογικός Χάρτης της Κρήτης¹⁶

¹⁵ Πηγή: Περγλέρος Β., Παπαμαστοράκης Δ., Κριτωτάκης Μ., Δρακοπούλου Ε. και Παναγόπουλος Α. Υπόγειο υδατικό δυναμικό Κρήτης, προβλήματα και προοπτικές, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, 2004, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη Απρίλιος 2004

2.6.5 Πηγές Ρύπανσης¹⁷

Για το Υδατικό Διαμέρισμα Κρήτης σημειακές φορτίσεις χαρακτηρίζονται οι διάφοροι οικισμοί και τοπικές κοινότητες, οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, οι βιομηχανίες - βιοτεχνίες, οι κτηνοτροφικές μονάδες, οι διαρροές από ΧΥΤΑ-ΧΑΔΑ, τα ελαιουργεία, οι υδατοκαλλιέργειες, οι διάφορες εξορυκτικές δραστηριότητες, οι μονάδες αφαλάτωσης, καθώς επίσης και τα διάφορα λιμάνια – μαρίνες. Τα φορτία των μη σημειακών πηγών ρύπανσης προέρχονται από τη γεωργία, την κτηνοτροφία και την ατμοσφαιρική εναπόθεση.

Η γεωργία έχει σημαντικές επιπτώσεις στα υδατικά συστήματα, καθώς η ανάγκη για εντατικές καλλιέργειες έχουν οδηγήσει στη χρήση λιπασμάτων (ανόργανα και οργανικά) με άμεση συνέπεια τη μεγάλη φόρτιση με θρεπτικά (άζωτο, φώσφορο) που οδηγούν στον ευτροφισμό των επιφανειακών και παράκτιων υδάτων. Οι γεωργικές δραστηριότητες συνιστούν δυνητικά έναν από τους πιο σημαντικούς διάχυτους ρύπους. Τα παραγόμενα ρυπαντικά φορτία προέρχονται από την λίπανση που πραγματοποιείται ανάλογα με το είδος καλλιέργειας, με τη χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών (φυτοφάρμακα) για την καταπολέμηση ασθενειών, παρασιτικών, εντόμων και ζιζανίων που αποτελούν απειλή για τις καλλιέργειες. Σε ό,τι αφορά τις εκτάσεις καλλιεργειών, στην περιοχή της λεκάνης απορροής Βορείου Τμήματος Χανίων – Ρεθύμνου - Ηρακλείου (GR39) σήμερα υπάρχουν συνολικά περίπου 851.412 στρέμματα καλλιεργούμενης γης. Στην περιοχή της λεκάνης απορροής Νοτίου Τμήματος Χανίων – Ρεθύμνου - Ηρακλείου (GR40) σήμερα υπάρχουν συνολικά περίπου 746.420 στρέμματα καλλιεργούμενης γης. Ενώ στην λεκάνη απορροής Ανατολικής Κρήτης (GR41) σήμερα υπάρχουν συνολικά περίπου 297440 στρέμματα καλλιεργούμενης γης.

Ο υπολογισμός της γεωργικής ρύπανσης γίνεται με την κατανομή των γεωργικών πιέσεων ανάλογα με τις εκτάσεις και το είδος καλλιεργειών στις λεκάνες απορροής των υδατικών συστημάτων. Οι ρύποι από τις γεωργικές καλλιέργειες διαχέονται στο υπέδαφος αλλά ένα τμήμα τους καταλήγει και στα επιφανειακά ύδατα, σε ποσοστό ανάλογα με την απορροφητικότητα του εδάφους.

¹⁶ Περιφέρεια Κρήτης, Γενική Διεύθυνση Περιφέρειας, Διεύθυνση Υδάτων, Τμήμα Παρακολούθησης και ελέγχου της ποιότητας και ποσότητας των υδάτων, Κατάσταση υπογείων υδροφορέων Κρήτης, Νοέμβριος 2009

¹⁷ Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κρήτης (GR13) (2015)

Η ποιμενική κτηνοτροφία, αναφέρεται στην εκτροφή βοοειδών, χοίρων, πουλερικών και αιγοπροβάτων ελεύθερης βοσκής. Η ποιμενική κτηνοτροφία, δεδομένης της διασποράς και της συνεχούς μετακίνησης των ζώων στους βοσκοτόπους, αντιμετωπίζεται ως διάχυτη πηγή ρύπανσης.

2.6.6 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Στοιχεία εδάφους και γεωμορφολογίας

Το μεγαλύτερο τμήμα του νησιού είναι ορεινό. Αναλυτικά, η κατανομή του σε κατηγορίες έχει ως εξής: 33% πεδινό, 26% ημιορεινό και 41% ορεινό. Τα βασικά ορεινά συγκροτήματα της Νήσου Κρήτης είναι προς τα δυτικά τα Λευκά όρη (2.454m), στο κεντρικό τμήμα ο Ψηλορείτης (ή Ίδη, 2.456 m) και προς τα ανατολικά το όρος Δίκτη (2.147 m) και τα όρη Σητείας (1.476 m). Προς τα δυτικά και νότια οι υπώρειες των ορέων είναι απότομες και φθάνουν με μεγάλη κλίση προς τη θάλασσα, ενώ προς τα βόρεια του νησιού το ανάγλυφο είναι πιο ήπιο και λοφώδες (πεδιάδες Χανίων, Ρεθύμνου και Μαλίων). Η μεγαλύτερη πεδιάδα του νησιού βρίσκεται στο νότιο - κεντρικό τμήμα του (πεδιάδα Μεσσαράς, ενώ στο νότιο ανατολικό αναπτύσσεται η πεδιάδα της Ιεράπετρας. Υπάρχουν, τέλος ,αρκετά οροπέδια τα κυριότερα των οποίων είναι του Λασιθίου και του Ομαλού. Στην Π.Ε. Ηρακλείου χαρακτηριστικό της διαμόρφωσης του αναγλύφου του είναι η ύπαρξη των ορεινών όγκων Ίδη (στα σύνορα με την Π.Ε.Ρεθύμνου), Δίκτη (στα σύνορα με την Π.Ε. Λασιθίου) και Κοφινά (στις νότιες ακτές της Π.Ε.). Οι κυριότερες πεδινές εκτάσεις είναι οι ακόλουθες:

Η πεδιάδα Μεσσαράς με συνολική έκταση 1,2 εκατ. Στρέμματα, η πεδινή έκταση του Ηρακλείου, η πεδινή έκταση των Αρχανών, η πεδιάδα Καστελλίου – Θραψάνων και ηζώνη του Αρκαλοχωρίου.

Στην Π.Ε. Λασιθίου χαρακτηριστικό της διαμόρφωσης του αναγλύφου του είναι η κατά μήκος του άξονα ύπαρξη των ορεινών όγκων Δίκτης (2.148m), Θρύπτης (1.476m) και ορεινών όγκων ανατολικής Σητείας (819m), που διαχωρίζουν τις πεδινές εκτάσεις μεταξύ των βόρειων και νότιων παραλίων, αφήνοντας ένα χαρακτηριστικό φυσικό πέρασμα μεταξύ Παχειάς Άμμου και Ιεράπετρας, και ένα άλλο μεταξύ Σητείας και Μακρύ Γιαλού.

Οι κυριότερες πεδινές εκτάσεις συναντώνται στην περιοχή Ιεράπετρας και στην περιοχή Σητείας. Οι πεδινές εκτάσεις που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα είναι μικρότερες και

μεμονωμένες. Σημαντικά πεδινά τμήματα αποτελούν τα οροπέδια και λεκανοπέδια της Π.Ε. , δηλαδή τα Οροπέδια Λασιθίου και Καθαρού και τα Λεκανοπέδια Φουρνής και Αρμενων – Χανδρά.

Στην Π.Ε. Ρεθύμνου, χαρακτηριστικό της διαμόρφωσης του αναγλύφου του είναι η ύπαρξη του μεγάλου ορεινού όγκου του όρους Ίδη (Ψηλορείτης) στο ανατολικό τμήμα, στα σύνορα των Δήμων Ανωγείων και Κουρητών με την Π.Ε. Ηρακλείου. Επίσης, υπάρχουν τα όρη Κέδρος και Σιδέρωτας στα νότιο -ανατολικά της Π.Ε. , το όρος Κουλούκωνας στα βορειοανατολικά και το όρος Κρυονερίτης στα νοτιοδυτικά της Π.Ε. , στα σύνορα με την Π.Ε. Χανίων. Παράλληλα, υπάρχουν διάσπαρτες πεδινές εκτάσεις κυρίως στο βόρειο τμήμα της Π.Ε. .

Ο Νομός Χανίων χαρακτηρίζεται γενικά ως ορεινός, αφού το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης του καταλαμβάνεται από το συγκρότημα των Λευκών Ορέων που τον χωρίζει σε δύο τμήματα, βόρειο και νότιο, με διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά. Το έδαφος, ιδιαίτερα προς το νότο παρουσιάζει έντονες πτυχώσεις που σχηματίζουν κοιλάδες, ή διαδοχικές λοφώδεις και ορεινές μάζες που γενικά καθιστούν τη μετάβαση δύσκολη από περιοχή σε περιοχή και ειδικότερα από βορρά προς νότο. Το μεγαλύτερο μέρος των πεδινών εκτάσεων βρίσκεται στο βόρειο τμήμα και εκτείνεται σε όλο το μήκος της ακτής, από τον κόλπο της Κισσάμου μέχρι τον όρμο του Αλμυρού. Όπως είναι φυσικό, η περιοχή αυτή είναι και η εντονότερα αναπτυσσόμενη, δεδομένου μάλιστα ότι διαθέτει και πλούσιο υδάτινο δυναμικό, με αποτέλεσμα να συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος τόσο της γεωργικής, όσο και της τουριστικής δραστηριότητας. Στη νότια και δυτική ακτή της Π.Ε., η γεωργική γη είναι ελάχιστη και αποτελείται από μεμονωμένες «λωρίδες», όπως αυτές του Φραγκοκάστελλου, της Κουντούρας και των Φαλασάρνων. Τα παραπάνω είχαν ως φυσική συνέπεια τη συγκέντρωση του συνόλου σχεδόν των δραστηριοτήτων και κατ' επέκταση του πληθυσμού στη βόρεια ζώνη. Το νότιο και κεντρικό τμήμα ήταν και εξακολουθούν να είναι υποβαθμισμένα και οικιστικά στάσιμα.¹⁸

Πιέσεις στο έδαφος

Οι πηγές των διαφόρων οργανικών και ανόργανων χημικών ουσιών που ρυπαίνουν το έδαφος δύναται να είναι σημειακές ή μη σημειακές. Οι σπουδαιότερες πηγές είναι τα αστικά λύματα

¹⁸ Πηγή: Εγκεκριμένο Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Περιφέρειας Κρήτης, 2013

(βόθρο-λύματα), τα βιομηχανικά απόβλητα, η απόθεση ΑΣΑ και τα γεωργικά απόβλητα. Περαιτέρω πηγές ενεργού διάθεσης αποβλήτων συνιστούν δραστηριότητες όπως τα σφαγεία, οι μεταποιητικές βιομηχανίες και βιοτεχνίες επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων και οι οργανωμένες βιομηχανικές ζώνες (ΒΙΠΕ, ΒΙΟΠΑ) που εντάσσονται διοικητικά στην Περιφέρεια Κρήτης.

2.7 Γεωλογία και τεκτονικά χαρακτηριστικά

Η γεωλογική δομή της Κρήτης συνδέεται άμεσα με τη συνολική δομή της Ελλάδας, η οποία χωρίζεται σε διάφορες γεωτεκτονικές ζώνες με γενική διεύθυνση στον ηπειρωτικό χώρο ΒΔ – ΝΑ.

Η Κρήτη έχει μία πολύπλοκη γεωλογική δομή και έχουν διατυπωθεί διάφορες απόψεις σχετικά με τη δομή της, αυτό οφείλεται στη γεωτεκτονική θέση που κατέχει σε σχέση με τις δυο συγκλίνουσες λιθοσφαιρικές πλάκες, την Αφρικάνικη και την Ευρασιατική. Χαρακτηριστικό στοιχείο της δομής της είναι τα αλληπάλληλα τεκτονικά καλύμματα των διαφόρων ζωνών, τα οποία αναπτύσσονται στην ενότητα Ταλέα Όρη – των πλακωδών ασβεστόλιθων.

Η Κρήτη αποτελείται από ένα αυτόχθονο, ή σχετικά αυτόχθονο, σύστημα πετρωμάτων που περιλαμβάνει την ημιμεταμορφωμένη ενότητα των πλακωδών ασβεστολίθων και τους υποκείμενους ασβεστολίθους, δολομίτες, με παρεμβολές σχιστολίθων (Αδριατικοϊόνιος ή Ιόνιος Ζώνη) και από ένα αλλόχθονο σύστημα, με επιμέρους καλύμματα το οποίο είναι επωθημένο πάνω στο αυτόχθονο και τέλος από τα νεότερα ιζήματα του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς¹⁹. Το αυτόχθονο ή σχετικά αυτόχθονο σύστημα της Κρήτης αποτελεί η ακολουθία Ταλέα Όρη – Πλακώδεις ασβεστόλιθοι. Η ενότητα αυτή έχει ηλικία από τα Πέρμιο μέχρι το Ηώκαινο. Είναι ημιμεταμορφωμένη ενότητα και πιθανώς ανήκει στη ζώνη της Αδριατικοϊονίου (Ιόνιος Ζώνη), αποτελείται κυρίως από κλασικά ιζήματα χωρίς ηφαιστειακά πετρώματα στη βάση, που εξελίσσονται σε τυπικούς «πλακώδεις ασβεστόλιθους» (μάρμαρα) που περιέχουν σε σημαντικό βαθμό κερατολιθικούς κονδύλους και πυριτικές ενστρώσεις. Εμφανίζονται επίσης μεγάλες μάζες

¹⁹ Πηγή: Περγέρης Β., Παπαμαστοράκης Δ., Κριτωτάκης Μ., Δρακοπούλου Ε. και Παναγόπουλος Α. Υπόγειο υδατικό δυναμικό Κρήτης, προβλήματα και προοπτικές, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, 2004, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη Απρίλιος 2004

άστρωτων (μετά) - ασβεστολίθων, δολομιτών ασβεστολιθικών κροκαλοπαγών και φυλλιτικών - χαλαζιακών πετρωμάτων. Αποκαλύπτεται σε πολλές περιοχές της Κρήτης υπό μορφή τεκτονικού παραθύρου.

Το αλλόχθονο σύστημα αποτελείται από αλληπάλληλα τεκτονικά καλύμματα επωθημένα το ένα πάνω στο άλλο με την ακόλουθη σειρά, από το κατώτερο προς το ανώτερο:

- Ανθρακικό κάλυμμα Ομαλού – Τρυπαλίου: Αποτελείται από μεταμορφωμένους δολομίτες, δολομιτικούς ασβεστόλιθους, λατυποπαγείς ασβεστόλιθους έως γραουβάκες, σκούρους κυψελώδεις δολομίτες, άσπρα ζαχαρόκοκκα μάρμαρα και εμφανίσεις γύψου στη βάση. Η ηλικία τους καθορίστηκε με τη βοήθεια απολιθωμάτων μεταξύ Άνω Τριαδικού –Κάτω Ιουρασικού
- Τεκτονικό κάλυμμα Φυλλιτών – Χαλαζιτών: περιλαμβάνει φυλλίτες, μεταψαμμίτες, χαλαζίτες και σχιστόλιθους, κροκαλοπαγή, ποικίλης σύστασης. Η ηλικία της είναι μεταξύ Περμίου -Τριαδικού.
- Ζώνη Τρίπολης: περιλαμβάνει τους σχηματισμούς του φλύσχη, μεσο-παχυ στρωματώδεις ασβεστολίθους και δολομίτες.
- Ζώνη Πίνδου: περιλαμβάνει τους σχηματισμούς του φλύσχη, λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους και στρώματα κερατολίθων.
- Πάνω από τις παραπάνω αναφερόμενες εξωτερικές ζώνες υπάρχουν σε ανώτερη τεκτονική θέση αλλόχθονα τεκτονικά λείπια των εσωτερικών ζωνών, όπως είναι η ενότητα της Άρβης που περιλαμβάνει τμήματα οφιολιθικού συμπλέγματος, η ενότητα των Αστερουσίων που περιέχει γνεύσιους, σχιστόλιθους και αμφιβολίτες.

Τα νεογενή και πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα αναπτύσσονται σε μεγάλες εκτάσεις. Αποτελούνται από ιζήματα χερσαίας, ποτάμιας, υφάλμυρης και θαλάσσιας φάσης.

Τα τεταρτογενή ιζήματα είναι τοποθετημένα πάνω σε όλους τους σχηματισμούς τόσο του αλπικού υποβάθρου όσο και των νεογενών αποθέσεων και αποτελούνται από χερσαίες, θαλάσσιες έως λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις, άμμων, κροκαλών, αργίλων και χαλίκων ασύνδετων έως ελαφρά συγκολλημένων.

2.8 Σεισμικότητα

Όπως είναι γνωστό, η Κρήτη βρίσκεται πάνω στην καμπή του «Ελληνικού Τόξου», που εκτείνεται από τη Δυτική Ηπειρωτική Ελλάδα, τη δυτική Πελοπόννησο, τα Κύθηρα, την Κρήτη, την Κάσο, την Κάρπαθο μέχρι τη Ρόδο. Στην εξωτερική πλευρά του τόξου, δηλαδή στο Ιόνιο, στο Λυβικό πέλαγος, και νότια από τη Ρόδο, εκτείνεται η «Ελληνική Τάφρος», η οποία σχηματίζεται περίπου στο μέτωπο της σύγκρουσης της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας με την αντίστοιχη Ευρωασιατική. Η βύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρωασιατική, στο χώρο της Κρήτης, συντελείται με διεύθυνση προς Β.Α., κλίση 35° και μέση ταχύτητα σύγκλισης 3,5cm/έτος.

Οι κινήσεις αυτές των λιθοσφαιρικών πλακών αποτελούν τη βασική αιτία του έντονου τεκτονικού τεμαχισμού με τα τεράστια ρήγματα και της σεισμικότητας που παρατηρούνται στο νησί και στη γύρω θαλάσσια περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ 2020 π.Χ. έως το 280 μ.Χ. περίπου, η Δυτική Κρήτη υπέστη 10 καταβυθίσεις που το μέγεθος της κάθε μιας ήταν μέχρι 0,25m. Από το 430 μ.Χ. περίπου, άρχισε η ανάδυση της Δυτικής Κρήτης που συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

Παράλληλα με τις κινήσεις αυτές, ολόκληρο το υπόβαθρο της Κρήτης και της ευρύτερης περιοχής ωθείται από το εσωτερικό του Τόξου (περιοχή Αιγαίου) προς τα έξω, από ΒΑ προς ΝΔ. Η Κρήτη κατά τη διάρκεια των παραπάνω σύγχρονων τεκτονικών κινήσεων δεν συμπεριφέρεται ως μια ενιαία συμπαγής και άκαμπτη πλάκα, αλλά ως ένα σύστημα τεκτονικών τμημάτων που χωρίζονται από μεγάλα ρήγματα. Κάθε τμήμα αποκτά διαφορετικά μεγέθη κίνησης. Ένα σημαντικό μέρος της σεισμικής δραστηριότητας που παρατηρείται στην Κρήτη, οφείλεται σε αυτές τις επιφανειακές τεκτονικές κινήσεις.

Τα παραπάνω, καθώς και η ύπαρξη πλήθους ενεργών ρηγμάτων σε ολόκληρη την περιοχή σε συνδυασμό με την υδροφορία της Δυτικής Κρήτης, αποτελούν παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη χωροθέτηση εγκαταστάσεων διάθεσης απορριμμάτων, δεδομένου ότι τα ρήγματα αυτά λειτουργούν ανάλογα με τη διεύθυνση τους, είτε ως αγωγοί νερού, είτε ως διαφράγματα.

Σύμφωνα με το νέο χάρτη ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού, ΕΑΚ-2000 όπως αυτός τροποποιήθηκε με την Υ.Α. Δ17α/115/9/ΦΝ275/2003, το σύνολο της νήσου κατατάσσεται στην κατηγορία II Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας (μέση σεισμική επικινδυνότητα).



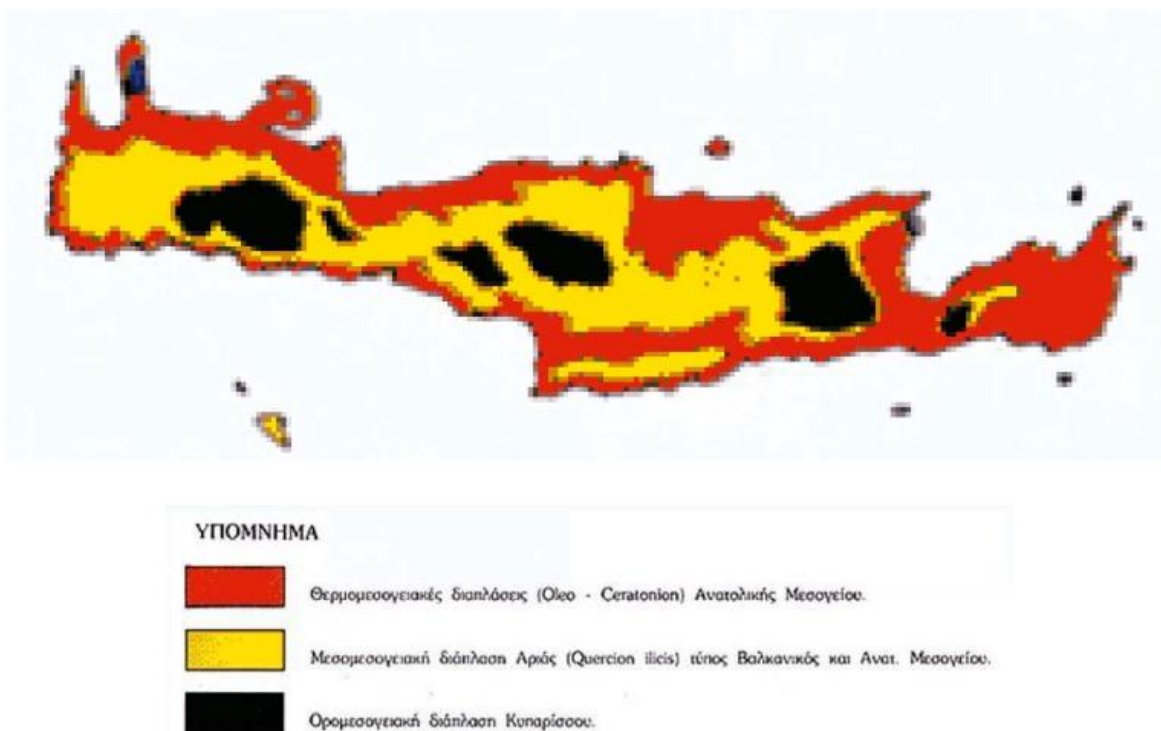
Εικόνα 7 Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας Ελλάδας

2.9 Βιοποικιλότητα - Χλωρίδα – Πανίδα

2.9.2 Βιοποικιλότητα

Η σύνθεση της φυσικής βλάστησης βρίσκεται κάτω από την επίδραση των επικρατούντων βιοκλιματικών συνθηκών. Όπως παρουσιάζεται στη μετέπειτα εικόνα ολόκληρη η παραλιακή ζώνη της Κρήτης και σε απόσταση μερικά χιλιόμετρα από την ακτή, περιλαμβάνει θερμομεσογειακές διαπλάσεις (Oleo Ceratonion) Ανατολικής Μεσογείου. Το εσωτερικό της

περιλαμβάνει μεσομεσογειακές διαπλάσεις Αριάς (*Quercion ilicis*) τύπος βαλκανικός και Ανατολικής Μεσογείου. Στις ορεινές περιοχές εμφανίζεται η ορομεσογειακή διάπλαση του Κυπαρισσίου.



Εικόνα 8 Απόσπασμα Χάρτη Βλάστησης της Ελλάδας²⁰

Ο τύπος βλάστησης εξαρτάται τόσο από τις εδαφικές συνθήκες αλλά και από το κλίμα της περιοχής. Εξαιτίας λοιπόν της αλληλένδετης αυτής σχέσης η παρουσία διαφορετικών τύπων κλίματος έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη διαφορετικών διαπλάσεων βλάστησης, άρα και διαφορετικών τύπων εδαφών.

Σύμφωνα με τα συνοπτικά για τον Ελληνικό χώρο κλιματολογικά χαρακτηριστικά η περιοχή μελέτης καλύπτει ένα ευρύ φάσμα βιοκλιματικών ορόφων με σημαντικές διακυμάνσεις από τα ανατολικά προς τα δυτικά και από τα πεδινά προς τα ορεινά:

- Π.Ε. Χανίων : ανήκει στις πεδινές και ημιορεινές περιοχές του στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα θερμό ήπιο ή ψυχρό. Οι ορεινές περιοχές του ανήκουν

²⁰ Πηγή: Γ. Μαυρομάτης, Ι.Δ.Ε. Αθηνών, Έκδοση 1971

στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ή ψυχρό. Ένα πολύ μικρό μέρος των πολύ ορεινών περιοχών της Π.Ε. ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα δριμύ.

- Π.Ε. Ηρακλείου : μόνο το βόρειο τμήμα του ανήκει στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα θερμό. Το υπόλοιπο της Π.Ε. ανήκει στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ή θερμό.
- Π.Ε. Ρεθύμνου : ανήκει στις πεδινές και ημιορεινές περιοχές του στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ή θερμό. Οι ορεινές περιοχές του ανήκουν στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ή ψυχρό. Ένα πολύ μικρό μέρος των πολύ ορεινών περιοχών της Π.Ε. ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα δριμύ.
- Π.Ε. Λασιθίου : υπάγεται κατά το μεγαλύτερο μέρος του στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ή θερμό. Οι ημιορεινές περιοχές ανήκουν στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ψυχρό, ενώ οι ορεινές περιοχές (οροπέδιο Λασιθίου) ανήκουν στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ψυχρό.

2.9.3 Χλωρίδα – Πανίδα

Εκτός από τα δέντρα και τα φυτά που συναντούμε και σε άλλα μέρη της Ελλάδας και του ευρύτερου μεσογειακού χώρου, στην Κρήτη υπάρχει ακόμα μεγάλος αριθμός ενδημικών φυτών, γεγονός που εξηγείται από τη γεωγραφική απομόνωση του νησιού που ευνόησε την ανάπτυξη τοπικών ειδών ήδη από την αρχαιότητα. Υπολογίζεται ότι υπάρχουν γύρω στα 2000 είδη φυτών από τα οποία τα 160 είναι ενδημικά και φύονται αποκλειστικά και μόνο στο νησί. Δυστυχώς, σε σχέση με το παρελθόν η βλάστηση έχει περιοριστεί σημαντικά και τα αλλοτινά κατάφυτα βουνά, όπως ο Ψηλορείτης ή Ίδη (=δασωμένο βουνό), σήμερα έχουν σχεδόν απογυμνωθεί κυρίως λόγω της ανεξέλεγκτης βοσκής αιγοπροβάτων και των πυρκαγιών. Παράλληλα οι λιγοστές πεδινές εκτάσεις έχουν αναγκαστικά χρησιμοποιηθεί για γεωργικές καλλιέργειες και οι παραθαλάσσιες συχνά για την εγκατάσταση θερμοκηπίων, με αποτέλεσμα οι βιότοποι να έχουν περιοριστεί σημαντικά και ορισμένα από τα σπάνια είδη φυτών να κινδυνεύουν να εξαφανιστούν. Επειδή η ανάπτυξη της χλωρίδας εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη μορφολογία του εδάφους, η κατάταξη γίνεται με βάση το υψόμετρο που επηρεάζει τους παραπάνω παράγοντες.

Π.Ε. Χανίων

Από το σύνολο των ενδημικών φυτών της Κρήτης τα αποκλειστικά ενδημικά φυτά της Π.Ε. Χανίων αριθμούν περίπου 180 είδη. Τα 100 βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή των Λευκών Ορέων και από αυτά τα 30 απαντώνται μόνο στη συγκεκριμένη περιοχή (στενό-ενδημικά των Λευκών Ορέων).

Ανθρωπογενείς κυρίως επιδράσεις, όπως πυρκαγιές, παράνομη βόσκηση και υπερ-βόσκηση, διάνοιξη αγροτικών δρόμων, αρδευτικά έργα στις ορεινές περιοχές, ανεξέλεγκτος τουρισμός και διάφορες οικιστικές δραστηριότητες, είναι από τα κυριότερα αίτια υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος του νησιού. Σύμφωνα με το «The red data book of rare and threatened plants of Greece» (Κόκκινο βιβλίο για τα απειλούμενα φυτά της Ελλάδας)²¹, έχουν καταγραφεί 67 απειλούμενα φυτά στην Κρήτη, από τα οποία τα 30 βρίσκονται στην περιοχή των Λευκών Ορέων και τα 21 αποκλειστικά στην Π.Ε. Χανίων.

Ο Νομός Χανίων παρουσιάζει μεγάλη ποικιλότητα, όσον αφορά στην πανιδική του σύσταση. Τα Λευκά Όρη με τις ιδιαίτερες γεωλογικές διαμορφώσεις (φαράγγια, χαράδρες, πολλές και ψηλές κορυφές, περιοχές με μικρή ανθρώπινη επίδραση) δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη πληθυσμών ζώων που είναι μοναδικά τόσο στον ελληνικό χώρο όσο και στον κόσμο. Στον Εθνικό Δρυμό των Λευκών Ορέων -Σαμαριάς συναντάται το κρητικό αγριοκάτσικο ή κρι-κρι ή αγρίμι. Το οξύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει σήμερα το κρι-κρι είναι η ανάμειξη του πληθυσμού με κατσίκες, με αποτέλεσμα την αλλοίωση του είδους, ενώ παρατηρούνται και θάνατοι από παράσιτα. Το διαρκώς αυξανόμενο τουριστικό ρεύμα ενοχλεί σε μεγάλο βαθμό τον πληθυσμό, ενώ σε μικρή κλίμακα γίνεται και παράνομο κυνήγι.

Ένα είδος που θεωρούνταν ότι είχε εκλείψει, αλλά πρόσφατα εντοπίστηκε από ερευνητές του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, είναι ο κρητικός αγριόγατος. Η καταστροφή των βιοτόπων και η ανθρώπινη παρουσία είναι αρνητικοί παράγοντες για την επιβίωση του υποείδους αυτού. Άλλα ενδημικά ζώα της Κρήτης είναι ο ακανθοπόντικας, ο κρητικός ασβός, το κρητικό κουνάβι και η κρητική νυφίτσα ή καλογιαννού. Οακανθοπόντικας είναι ένα μικρόσωμο τρωκτικό, χρώματος γκρι-καφέ και έντονα αγκαθωτό (μήκος αγκαθιών δέκα περίπου χιλιοστά) στη ραχιαία περιοχή. Τρέφεται με σπόρους και άλλα φυτικά υλικά, αλλά και με σαλιγκάρια και αρθρόποδα,

²¹ Phitos et al, 1995.

όμως δεν είναι γνωστά πολλά στοιχεία, καθώς πρόκειται για σπάνιο είδος και έχουν βρεθεί ελάχιστα δείγματα.

Ο Νομός Χανίων περιλαμβάνει βιοτόπους που έχουν χαρακτηριστεί σημαντικές περιοχές για την ορνιθοπανίδα, σύμφωνα με την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία. Το Όρος Κουτρούλης είναι σημαντική περιοχή για τα όρνια και για άλλα αρπακτικά, καθώς εκεί αναπαράγονται ο γυπαετός, το όρνιο, ο χρυσαετός και πιθανόν και ο πετρίτης. Κατά τη μεταναστευτική περίοδο εμφανίζονται ο σφηκιάρης και ο μαυροπετρίτης. Στη χερσόνησο Ροδοπού φωλιάζουν στους απόκρημνους βράχους αρπακτικά, όπως ο σπιζαετός και ο πετρίτης, ενώ η περιοχή βρίσκεται πάνω σε μια μεταναστευτική οδό για τους ερωδιούς και τους κίρκους. Τα Λευκά Όρη είναι πολύ σημαντική περιοχή για το γυπαετό, το χρυσαετό, το όρνιο, τον πετρίτη, τη νησιωτική πέρδικα, το μουστακοτσιροβάκο, την κοκκινοκαλιακούδα, την κιτρινοκαλιακούδα και το σπιζαετό.

Η λίμνη του Κουρνά αποτελεί σημαντικό σταθμό για διάφορα αποδημητικά πουλιά, όπως ο κρυπτοτσικνιάς, ο πορφυροτσικνιάς, η χαλκόκοτα, η μικροπουλάδα, καθώς επίσης και για τα αρπακτικά. Η τεχνητή λίμνη της Αγίας φιλοξενεί μεταναστευτικά είδη που έρχονται από την Αφρική, όπως ερωδιόι, χαλκόκοτες, καλαμοκανάδες, λευκοτσικνιάδες, πορφυροτσικνιάδες, σταχτοτσικνιάδες, κρυπτοτσικνιάδες, νυχτοκόρακες, ενώ έχουν παρατηρηθεί και ροδοπελεκάνοι.

Π.Ε. Ηρακλείου

Η νήσος Δία βρίσκεται 14km βόρεια του κόλπου του Ηρακλείου (μέγιστο μήκος 5km. και πλάτος 3km). Καλύπτεται σχεδόν ομοίμορφα από σκληρόφυλλη βλάστηση, με κυρίαρχο είδος το *Sarcopoterium spinosum*. Αποτελεί σημαντικό βίοτοπο ενδημικών φυτικών ειδών, καθώς και φυτών με περιορισμένη εξάπλωση στο νότιο Αιγαίο. Έχουν περιγραφεί δύο στενοενδημικά φυτά αποκλειστικά της Δίας, ενώ ο τελικός αριθμός τους αναμένεται μεγαλύτερος. Σημαντικά για τη γλωρίδα του νότιου Αιγαίου θεωρούνται το *Allium tardans* (ενδημικό της Κρήτης και της Καρπάθου) και η *Asperula tournefortii*, είδη που φύονται στη νήσο. Τα αγριοκούνελα του νησιού ανήκουν στο ενδημικό υποείδος *Oryctolagus cuniculus cnoissius*, ενώ υπάρχουν και πληθυσμοί της ενδημικής σαύρας *Podarcis erhardii schieberi*. Το νησί αποτελεί επίσης έναν από τους σπουδαιότερους βιότοπους (και περιοχή φωλιάσματος) στο Αιγαίο ενός είδους γερακιού, του μαυροπετρίτη. Συχνά γύρω από το νησί συναντάται και η μεσογειακή φώκια (*Monachus monachus*). Το νησί περιλαμβάνεται στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Φύση Natura 2000. Τα τελευταία 50 χρόνια η υπερ-βόσκηση, από κατοικίδια κατσίκια στην

αρχή, και κρητικά αγριοκάτσικα ή κρι-κρι στη συνέχεια (εισήχθησαν μετά το 1955), έχει προκαλέσει σημαντική υποβάθμιση στην υπάρχουσα βλάστηση. Έγιναν σοβαρές προσπάθειες από τη Διεύθυνση Δασών της Π.Ε. Ηρακλείου για την απομάκρυνση των κρι-κρι και των υβριδικών ατόμων (διασταυρώσεις με κατοικίδια κατσίκια), με σκοπό την ανάκαμψη της βλάστησης και την επανεισαγωγή καθαρόαιμων ειδών.

Π.Ε. Ρεθύμνου

Στην παραθαλάσσια ζώνη μπορεί να συναντήσει κανείς φυτά που ευνοούνται από την υγρασία και τη θαλασσινή αλμύρα, όπως το κρινάκι της θάλασσας (*Pancreatium maritimum*) και τα αρμυρίκια (*Tamarix cretica*) καθώς και τον περίφημο κρητικό Φοινικά του Θεοφράστη (*Phoenix theophrastii*). Στην πεδινή ζώνη που φθάνει μέχρι το υψόμετρο των 300 μέτρων μπορεί να βρει κανείς τους θάμνους της Μεσογειακής μακίας, όπως το Σχίνο (*Pistacia lentiscus*) και το Πουρνάρι (*Quercus coccifera*) καθώς και την Πικροδάφνη (*Nerium oleander*), τη Λιγαριά (*Vitex agnus-castus*), το Χαμομήλι (*Chamomilla recutita*), η Μέντα (*Mentha spicata*), η Μυρτιά (*Myrtus communis*), τα Ρείκια (*Erica*), οι Σταφυλίνακες (*Daucus carota*), τα Αγριοσέλινα (*Smyrnium*), οι Δενδρομολόχες (*Alcea pallida cretica*), η κοινή παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), η Λαδανιά (*Cistus incanus-creticus*) και ο Κρητικός Έβενος (*Ebenus cretica*).

Η ημιορεινή ζώνη φθάνει περίπου ως τα 800 m και περιλαμβάνει θάμνους, όπως το Πουρνάρι (*Quercus coccifera*), το Σχίνο (*Pistacia lentiscus*), το Θυμάρι (*Thymus capitatus*), η Κουμαριά (*Arbutus unedo*), ο Αγγάραθος (*Phlomis cretica*), το Σφεντάμι (*Acer sempervirens*), η Βρυονιά (*Bryonia cretica*), τα Σπάρτα (*Spartium junceum*), ο Στύρακας (*Styrax officinalis*) κ.α., αγριολούλουδα, όπως το κρητικό Κυκλάμινο (*Cyclamen creticum*), την Ίριδα (*Iris cretica*), τη Δρακοντιά (*Dracungulus*), τη Μαχαιρίδα (*Gladiolis italicus*), την Τουλίπα (*Tulipa orphanidea*), τα Βολβολούλουδα (*Muscari commosum*), διάφορα είδη της κρητικής ορχιδέας και δέντρα, όπως η Χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*) και η Βελανιδιά (*Quercus*).

Η ζώνη που εκτείνεται από τα 800 έως τα 1.800m είναι η ορεινή στην οποία ευδοκούν τα Πουρνάρια (*Quercus coccifera*) και το Κρητικό Σφεντάμι (*Acer sempervirens*) καθώς και θάμνοι και αγριολούλουδα, όπως οι κίτρινες Βιολέτες (*Erysimum creticum*), η Τουλίπα (*Tulipa cretica*), Η κρητική Αγριαψιθιά (*Achillea cretica*), οι Αγριομενεξέδες (*Viola cretica*), Κρόκος (*Crocus O reocreticus*) κ.α. Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος χώροι για την πλούσια χλωρίδα τους είναι τα φαράγγια που αποτελούν πραγματικούς παράδεισους με αγριολούλουδα και θάμνους, πολλά από

τα οποία μάλιστα είναι ενδημικά και σπάνια, καθώς εκεί η αγριάδα και το δυσπρόσιτο του περιβάλλοντος τα προστατεύουν από τον ανρώπινο παράγοντα. Στην πραγματικότητα μπορεί να δει κανείς φυτά όλων των ειδών, όλα εκείνα που περιλαμβάνονται στις παραπάνω ζώνες, μια και τα φαράγγια ξεκινούν από ορεινές ή ημιορεινές περιοχές και καταλήγουν στη θάλασσα. Επίσης, αν κάποιος είναι τυχερός, μπορεί να διακρίνει τον περίφημο κρητικό Δίκταμο (*Origanum dictamnus*).

Για την πανίδα ισχύουν περίπου ανάλογα πράγματα με τη χλωρίδα, μια και η ανάπτυξή της εξαρτάται τόσο από περιβαλλοντολογικούς παράγοντες όσο και από το υψόμετρο και τη θερμοκρασία. Έτσι, και σ' αυτή την περίπτωση, θα ταξινομηθούν τα ζώα και τα πουλιά που ζουν στην Κρήτη, και ειδικότερα στο Ρέθυμνο, με βάση τις υψομετρικές ζώνες. Στην παραθαλάσσια ζώνη και μάλιστα στις βραχώδεις ακτές φωλιάζει ο γνωστός Γλάρος καθώς και το Γεράκι (*Falco Eleonore*) που έρχεται στην Κρήτη από την Αφρική κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ στις αμμώδεις παραλίες γεννά τα αυγά της η θαλάσσια χελώνα *caretta - caretta*. Στην πεδινή ζώνη, δηλαδή στις πεδιάδες και τους χαμηλούς λόφους, συναντάει κανείς λαγούς, νυφίτσες, ασβούς, σκατζόχοιρους, αγροπόντικες (*Apodeus sylvaticus-creticus*), νυχτερίδες, και πουλιά, όπως σπουργίτια (*Passer domesticus*), καρδερίνες (*Carduelis carduelis*), χελιδόνια (*Delichon urbica*), κουρούνες (*Corvus corone*), σπίνους (*Fringila coelebs*) κ.α. Τα ίδια είδη ζώων και πουλιών αλλά με μεγαλύτερη συχνότητα συναντά κανείς και στην ημιορεινή ζώνη, όπου υπάρχουν ακόμα ορισμένα είδη αρπακτικών πουλιών, όπως τα κοράκια (*Corvus corax*) και τα κοτσύφια (*Turdus merula*).

Ο παράδεισος όμως των αρπακτικών πουλιών, όπως ο γυπαετός (*Gyrapetus barbatus*) και όλα τα προηγούμενα, είναι η ορεινή ζώνη. Εκεί ζει ακόμα το σπάνιο πλέον κρητικό αγριοκάτσικο (*Capra aegagrus*) και ο κρητικός αγριόγατος (*Felix silvestris*).

Π.Ε. Λασιθίου

Η χλωρίδα της Π.Ε. Λασιθίου είναι ιδιαίτερα σημαντική και πλούσια και υπάρχει μεγάλη ποικιλία βιοτόπων στο νησί. Υπάρχουν τοπικά ενδημικά είδη φυτών (δεν εμφανίζονται σε άλλο μέρος της Κρήτης), καθώς και φυτά που δεν συναντώνται σε άλλο μέρος της Ευρώπης, αλλά τα συναντά κανείς στην Ασία και την Αφρική. Το δάσος του Σελάκανου, η χαράδρα του Χα, το φοινικόδασος του Βάι, η Χρυσή, το Κουφονήσι, οι Διονυσάδες κ.ά. αποτελούν περιοχές με μοναδική χλωρίδα.

2.9.4 Περιοχές του Δικτύου Natura 2000

Η σημαντικότητα των διαφόρων βιοτόπων και των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος που απαντώνται στην Περιφέρεια Κρήτης έχει αναγνωριστεί με την ένταξή τους στο εθνικό και στο κοινοτικό πλαίσιο προστασίας. Παρ' όλα αυτά διαπιστώνεται ανυπαρξία συνολικής στρατηγικής για την προστασία, την ανάδειξη και την αξιοποίηση του φυσικού και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της Π.Ε..

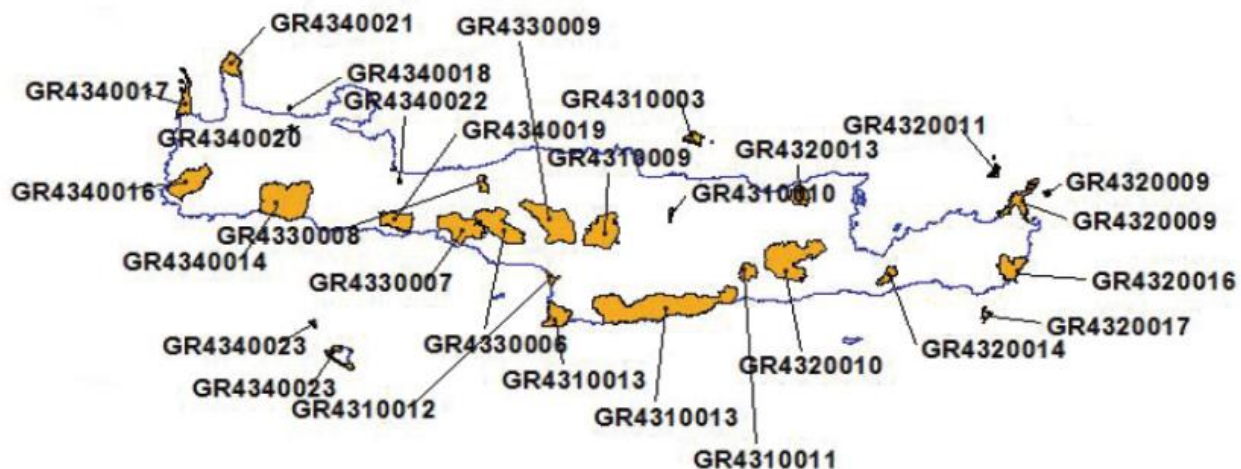
Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών:

- τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (Special Protection Areas - SPA) για την Ορνιθοπανίδα, οι οποίες ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ «για τη διατήρηση των άγριων πτηνών» όπως αυτή κωδικοποιήθηκε με την Οδηγία 2009/147/ΕΚ.
- τους «Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)» (Sites of Community Importance – SCI) όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Για τον προσδιορισμό των ΤΚΣ λαμβάνονται υπόψη οι τύποι οικοτόπων και τα είδη των Παραρτημάτων I και II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ καθώς και τα κριτήρια του Παραρτήματος III αυτής. Ο Κατάλογος ΤΚΣ για την περιοχή της Μεσογείου δημοσιεύτηκε στην Απόφαση της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2010/45.

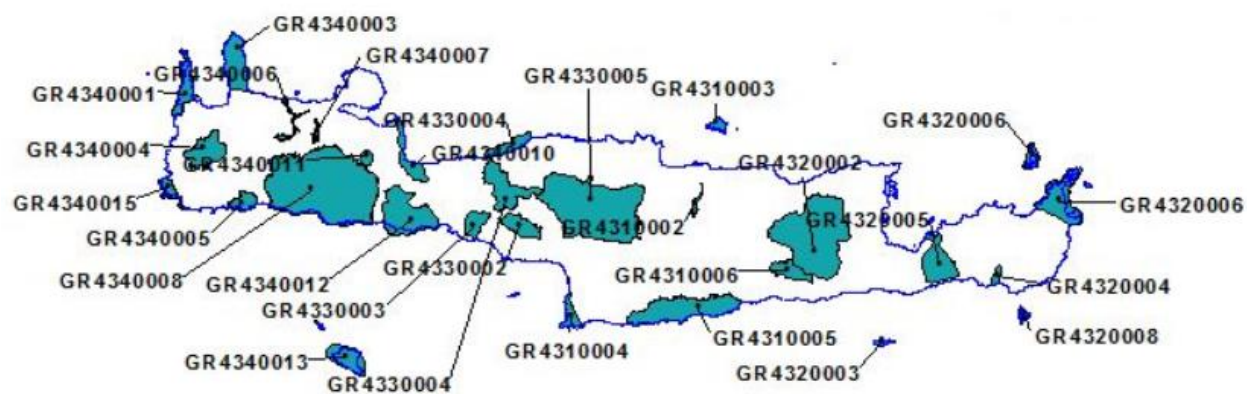
Ο Κατάλογος των Ζωνών Ειδικής Προστασίας δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 1495/Β/06.09.2010 ως παράρτημα στη νέα ενσωμάτωση της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ (όπως αυτή κωδικοποιήθηκε με την Οδηγία 2009/147/ΕΚ). Μετά την οριστικοποίηση του καταλόγου των ΤΚΣ (Τόπους Κοινοτικής Σημασίας), τα Κράτη Μέλη υποχρεούνται να κηρύξουν τις περιοχές αυτές ως «Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ)» (Special Areas of Conservation - SAC)» το αργότερο μέσα σε μια εξαετία και να καθορίσουν τις προτεραιότητες για τη διατήρηση σε ικανοποιητική κατάσταση των τύπων οικοτόπων και ειδών Κοινοτικής Σημασίας εντός αυτών. Οι ΕΖΔ υπόκεινται στις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 1, 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Η Ελλάδα έχει χαρακτηρίσει σήμερα 202 Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) και 241 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ), εκ των οποίων οι δύο είναι ακόμη προτεινόμενοι. Οι δύο κατάλογοι περιοχών παρουσιάζουν μεταξύ τους επικαλύψεις όσον αφορά τις εκτάσεις τους.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι Ζώνες Ειδικής Προστασίας σύμφωνα με το ΦΕΚ 1495/Β/06.09.2010 και οι Τόποι Κοινοτικής Σημασίας στην Περιφέρεια Κρήτης.



Εικόνα 9 Ζώνες Ειδικής Προστασίας Περιφέρειας Κρήτης



Εικόνα 10 Τόποι Κοινοτικής Προστασίας Περιφέρειας Κρήτης

Στους πίνακες που ακολουθούν, παρατίθενται οι περιοχές της Περιφέρειας Κρήτης που έχουν ενταχθεί στο πρόγραμμα Natura 2000, μετά και από τις τελευταίες ενσωματώσεις νέων περιοχών στον κατάλογο των προστατευόμενων τόπων²².

Π.Ε. Χανίων

Πίνακας 10 Περιοχές Natura 2000 Π.Ε. Χανίων

Κωδικός	Κατηγορία	Ονομασία Τύπου	Έκταση (ha)
GR4340001	ΤΚΣ ²³	ΗΜΕΡΗ & ΛΙΓΙΑ ΓΡΑΜΒΟΥΣΑ - ΤΙΓΑΝΙ & ΦΑΛΛΑΣΑΡΝΑ - ΠΟΝΤΙΚΟΝΗΣΙ, ΟΡΜΟΣ ΛΙΒΑΔΙ - ΒΙΓΛΙΑ	5.781,32
GR4340002	ΤΚΣ	ΝΗΣΟΣ ΕΛΑΦΟΝΗΣΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ	271,75
GR4340003	ΤΚΣ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ ΡΟΔΟΠΟΥ- ΠΑΡΑΛΙΑ ΜΑΛΕΜΕ	8.797,27
GR4340004	ΤΚΣ	ΕΛΟΣ - ΤΟΠΟΛΙΑ -ΣΑΣΑΛΟΣ - ΑΓΙΟΣ ΔΙΚΑΙΟΣ	7.351,95
GR4340005	ΤΚΣ	ΟΡΜΟΣ ΣΟΥΓΙΑΣ -ΒΑΡΔΙΑ -ΦΑΡΑΓΓΙ ΛΙΣΣΟΥ ΜΕΧΡΙ ΑΝΥΔΡΟΥΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	3.039,87
GR4340006	ΖΕΠ ²⁴	ΛΙΜΝΗ ΑΓΙΑΣ -ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ - ΡΕΜΑ ΚΑΙ ΕΚΒΟΛΗ ΚΕΡΙΤΗ - ΚΟΙΛΑΔΑ ΦΑΣΑ	1.211,83
GR4340007	ΖΕΠ	ΦΑΡΑΓΓΙ ΘΕΡΙΣΣΟΥ	497,73
GR4340008	ΖΕΠ	ΛΕΥΚΑ ΟΡΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	53.363,6
GR4340010	ΖΕΠ	ΔΡΑΠΑΝΟ(ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΕΣ ΑΚΤΕΣ) -ΠΑΡΑΛΙΑ	4.511,13

²² Πηγή: ΥΠΕΚΑ, Ιούνιος 2011

²³ Τόποι Κοινοτικής Σημασίας

²⁴ Ζώνες Ειδικής Προστασίας

		ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΗΣ -ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ	
GR4340011	ΤΚΣ	ΦΡΕ -ΤΖΙΤΖΙΦΕΣ - ΝΙΠΟΣ	1.217,6
GR4340012	ΤΚΣ	ΑΣΦΕΝΔΟΥ - ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	14.022,5
GR4340013	ΤΚΣ	ΝΗΣΟΙ ΓΑΥΔΟΣ ΚΑΙ ΓΑΥΔΟΠΟΥΛΑ	6.290,57
GR4340014	ΤΚΣ	ΕΘΝΙΚΟΣ ΔΡΥΜΟΣ ΣΑΜΑΡΙΑΣ - ΦΑΡΑΓΓΙ ΤΡΥΠΗΤΗΣ -ΨΙΛΑΦΙ - ΚΟΥΣΤΟΓΕΡΑΚΟ	13.979,8
GR4340015	ΖΕΠ	ΠΑΡΑΛΙΑ ΑΠΟ ΧΡΥΣΟΣΚΑΛΙΤΙΣΣΑ ΜΕΧΡΙ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟ ΚΡΙΟΣ	2.202,53
GR4340016	ΤΚΣ	ΜΕΤΕΡΙΖΙΑ ΑΓΙΟΣ ΔΙΚΑΙΟΣ - ΤΣΟΥΝΑΡΑ-ΒΙΤΣΙΛΙΑ ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ	6.875,01
GR4340017	ΖΕΠ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ ΓΡΑΜΒΟΥΣΑΣ ΚΑΙ ΝΗΣΙΔΕΣ ΗΜΕΡΗ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑ ΓΡΑΜΒΟΥΣΑ,ΠΟΝΤΙΚΟΝΗΣΙ	2.839,56
GR4340018	ΖΕΠ	ΝΗΣΙΔΑ ΑΓΙΟΙ ΘΕΟΔΩΡΟΙ	81,52
GR4340019	ΖΕΠ	ΦΑΡΑΓΓΙ ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗΣ- ΑΡΓΟΥΛΙΑΝΟ ΦΑΡΑΓΓΙ- ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΜΑΝΙΚΑ	4.232,53
GR4340020	ΖΕΠ	ΛΙΜΝΗ ΑΓΙΑΣ (ΧΑΝΙΑ)	66,71
GR4340021	ΖΕΠ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ ΡΟΔΟΠΟΥ	2.920,24
GR4340022	ΖΕΠ	ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ ΚΑΙ ΕΚΒΟΛΗ ΑΛΜΥΡΟΥ	199,7
GR4340023	ΖΕΠ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΓΑΥΔΟΣ ΚΑΙ ΓΑΥΔΟΠΟΥΛΑ	1.563,73

Π.Ε. Ρεθύμνου

Πίνακας 11 Περιοχές Natura 2000 Π.Ε. Ρεθύμνου

Κωδικός	Κατηγορία	Ονομασία Τύπου	Έκταση (ha)
GR4330002	ΤΚΣ	ΟΡΟΣ ΚΕΔΡΟΣ	4.700,27
GR4330003	ΤΚΣ	ΚΟΥΡΤΑΛΙΩΤΙΚΟ ΦΑΡΑΓΓΙ - ΜΟΝΗ ΠΡΕΒΕΛΗ	3.642,73
GR4330004	ΤΚΣ	ΠΡΑΣΣΑΝΟ ΦΑΡΑΓΓΙ - ΠΑΤΣΟΣ-ΣΦΑΚΟΥΡΥΑΚΟ ΡΕΜΑ -ΠΑΡΑΛΙΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ ΚΑΙ ΕΚΒΟΛΗ ΓΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ, ΑΚΡ. ΛΙΑΝΟΣ ΚΑΒΟΣ-ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ	13.121,4
GR4330005	ΖΕΠ	ΟΡΟΣ ΙΔΗ (ΒΟΡΙΖΙΑ, ΓΕΡΑΝΟΙ, ΚΑΛΗ ΜΑΔΑΡΑ)	39.913,10
GR4330006	ΖΕΠ	ΣΩΡΟΣ - ΑΓΚΛΑΘΙ – ΚΕΔΡΟΣ	8.128,93
GR4330007	ΖΕΠ	ΚΟΥΡΤΑΛΙΩΤΙΚΟ ΦΑΡΑΓΓΙ, ΦΑΡΑΓΓΙ ΠΡΕΒΕΛΗ	7.595,21
GR4330008	ΖΕΠ	ΠΡΑΣΣΑΝΟ ΦΑΡΑΓΓΙ	1.121,50
GR4330009	ΖΕΠ	ΟΡΟΣ ΨΗΛΟΡΕΙΤΗΣ (ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ)	10.632,20

Π.Ε. Ηρακλείου

Πίνακας 12 Περιοχές Natura 2000 Π.Ε. Ηρακλείου

Κωδικός	Κατηγορία	Όνομασία Τύπου	Έκταση (ha)
GR4310002	ΤΚΣ	ΓΙΟΥΧΤΑΣ: ΦΑΡΑΓΓΙ ΑΓΙΑΣ ΕΙΡΗΝΗΣ	716,05
GR4310003	ΖΕΠ	ΝΗΣΟΣ ΔΙΑ	1.337,16
GR4310004	ΤΚΣ	ΔΥΤΙΚΑ ΑΣΤΕΡΟΥΣΙ	2.650,79
GR4310005	ΤΚΣ	ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΑ (ΚΟΦΙΝΑΣ)	16.173,90
GR4310006	ΤΚΣ	ΔΙΚΤΗ: ΟΜΑΛΟΣ ΒΙΑΝΝΟ	3.939,68
GR4310009	ΖΕΠ	ΚΡΟΥΣΩΝΑΣ - ΒΡΩΜΟΝΕΡΟ ΙΔΗΣ	7.877,02
GR4310010	ΖΕΠ	ΟΡΟΣ ΓΙΟΥΧΤΑ	411,94
GR4310011	ΖΕΠ	ΚΟΡΥΦΗ ΚΟΥΠΑ (ΔΥΤΙΚΗ ΚΡΗΤΗ)	1.993,16
GR4310012	ΖΕΠ	ΕΚΒΟΛΗ ΓΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ ΜΕΣΑΡΑΣ	684,52
GR4310013	ΖΕΠ	ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΑ ΟΡΗ (ΚΟΦΙΝΑΣ)	28.648,50

Π.Ε. Λασιθίου

Πίνακας 13 Περιοχές Natura 2000 Π.Ε. Λασιθίου

Κωδικός	Κατηγορία	Όνομασία Τύπου	Έκταση (ha)
GR4320002	ΤΚΣ	ΔΙΚΤΗ: ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ, ΚΑΘΑΡΟ, ΣΕΛΕΝΑ, ΚΡΑΣΙ, ΣΕΛΕΚΑΝΟΣ, ΧΑΛΑΣΜΕΝΗ ΚΟΡΥΦΗ	34.007,20
GR4320003	ΤΚΣ	ΝΗΣΟΣ ΧΡΥΣΗ	546,54
GR4320004	ΤΚΣ	ΜΟΝΗ ΚΑΨΑ (ΦΑΡΑΓΓΙ ΚΑΨΑ & ΓΥΡΩ ΠΕΡΙΟΧΗ)	974,43
GR4320005	ΤΚΣ	ΟΡΟΣ ΘΡΥΠΤΗΣ & ΓΥΡΩ ΠΕΡΙΟΧΗ	8.528,56
GR4320006	ΤΚΣ	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΑΚΡΟ ΚΡΗΤΗΣ: ΔΙΟΝΥΣΑΔΕΣ, ΕΛΛΣΑ ΚΑΙ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ ΣΙΔΕΡΟ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ	13.072,70
GR4320008	ΤΚΣ	ΝΗΣΟΣ ΚΟΥΦΟΝΗΣΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ	804,94
GR4320009	ΖΕΠ	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΑΚΡΟ ΚΡΗΤΗ	3.760,36
GR4320010	ΖΕΠ	ΛΑΖΑΡΟΣ ΚΟΡΥΦΗ - ΜΑΔΑΡΑ ΔΙΚΤΗΣ	13.157,90
GR4320011	ΖΕΠ	ΔΙΟΝΥΣΑΔΕΣ ΝΗΣΟΙ	532,22
GR4320013	ΖΕΠ	ΦΑΡΑΓΓΙ ΣΕΛΗΝΑΡΙ- ΒΡΑΧΑΣΙ	2.313,50
GR4320014	ΖΕΠ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΘΡΥΠΤΗ (ΚΟΥΦΩΤΟ)	1.617,29

GR4320016	ΖΕΠ	ΟΡΗ ΖΑΚΡΟΥ	3.914,00
GR4320017	ΖΕΠ	ΝΗΣΟΣ ΚΟΥΦΟΝΗΣΙ, ΓΥΡΩ ΝΗΣΙΔΕΣ ΚΑΙ ΝΗΣΙΔΕΣ ΚΑΒΑΛΛΟΙ	480,16

Στην Περιφέρεια Κρήτης μέχρι σήμερα υπάρχουν πενήντα τρεις (53) περιοχές ενταγμένες στο Δίκτυο Natura 2000, καλύπτοντας έκταση περίπου 378.316 εκταρίων. Υπάρχουν επίσης εβδομήντα έξι (76) βιότοποι Corine, ογδόντα δύο (82) τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους με ποικίλο καθεστώς θεσμοθέτησης, πέντε (5) διατηρητέα μνημεία της φύσης, πενήντα δύο (52) καταφύγια άγριας ζωής, ένας (1) εθνικός δρυμός, ένα (1) αισθητικό δάσος, τρία (3) προστατευτικά δάση, μια (1) περιοχή χαρακτηρισμένη ως «βιογενετικό απόθεμα» καθώς και δύο (2) περιοχές προστατευόμενες από τη Συνθήκη της Βαρκελώνης.

2.10 Ανθρωπογενές Περιβάλλον

Ο πρωτογενής τομέας κατέχει δεσπόζουσα θέση τόσο από απόψεως προϊόντος, όσο και απασχόλησης, αλλά χαρακτηρίζεται από μικρό και διάσπαρτο κλήρο, από την εξάρτηση από παραδοσιακά πρότυπα και καλλιέργειες και διαρθρωτική υστέρηση με ατελείς υποδομές, παραγωγικά συστήματα σε μεγάλο βαθμό παρωχημένα και με χαμηλή μεταπαραγωγική προστιθέμενη αξία. Επίσης, το ποσοστό αρδεύσιμων εκτάσεων στην Κρήτη είναι πολύ χαμηλότερο του αντίστοιχου μέσου όρου της Ελλάδας, ενώ η δομή των καλλιεργειών χαρακτηρίζεται από έμφαση σε παραδοσιακές καλλιέργειες. Οι κηπευτικές καλλιέργειες καλύπτουν περίπου το 3% του συνόλου των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, αλλά η Κρήτη διαθέτει περίπου το 50% των θερμοκηπίων στην Ελλάδα, με πλεονεκτήματα στην παραγωγή λαχανικών και ανθέων. Διάσπαρτη είναι επίσης και η κτηνοτροφία, με ελάχιστες οργανωμένες κτηνοτροφικές μονάδες, ενώ υπάρχουν σημαντικές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη τυροκομικών προϊόντων.

Στο δευτερογενή τομέα παρατηρούνται διαρθρωτικά προβλήματα που αφορούν το μικρό κατά κανόνα μέγεθος και την οικογενειακή μορφή των επιχειρήσεων. Το μικρό μέγεθος και ο οικογενειακός χαρακτήρας των περισσότερων επιχειρήσεων λειτουργεί σε αρκετές περιπτώσεις ανασταλτικά στην εν γένει πρόοδο τους, ερμηνεύει δε σε μεγάλο βαθμό τις οργανωτικές και οικονομικές αδυναμίες τους και την παρεπόμενη χαμηλή ένταση καινοτομίας.

Στον τριτογενή τομέα, οι διοικητικές, εκπαιδευτικές και χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, όπως και οι μεταφορές, βρίσκονται ως επί το πλείστον συγκεντρωμένες στα μεγάλα αστικά κέντρα. Λόγω της νησιωτικής φύσης της οικονομίας και του εξαγωγικού της προσανατολισμού, έχουν ιδρυθεί πολύ ισχυρές μεταφορικές και ναυτιλιακές εταιρείες. Από το 1980 και έκτοτε ιδρύθηκαν στην Κρήτη Πανεπιστήμια, Πολυτεχνικές σχολές και Τεχνολογικά Ιδρύματα, καθώς και σημαντικά Ερευνητικά Κέντρα. Οι δείκτες συμμετοχής της Κρήτης σε ερευνητικές δραστηριότητες είναι σημαντικά υψηλότεροι από τους αντίστοιχους των άλλων Περιφερειών της Ελλάδας. Γενικά πρέπει να αναφερθεί ότι ο τουρισμός είναι ο πιο δυναμικά αναπτυσσόμενος τομέας και η ζήτηση έδωσε κίνητρα για σημαντικές επενδύσεις σε ξενοδοχειακές μονάδες, με αποτέλεσμα την ποσοτική και ποιοτική αναβάθμιση της ξενοδοχειακής υποδομής. Την ίδια στιγμή αντιμετωπίζει διαρθρωτικά προβλήματα τα οποία εστιάζονται κυρίως στην έντονη εποχικότητα και την περιορισμένη διάχυση της τουριστικής κίνησης προς τους οικισμούς της ενδοχώρας δεδομένου ότι οι ξενοδοχειακές υποδομές συγκεντρώνονται κυρίως στα βόρεια παράλια και σε μικρές εστίες στο νότο, ενώ η πορεία του σε μεγάλο βαθμό επηρεάζεται από εξωγενείς, μη ελεγχόμενες συνθήκες, που συντελούν σε διακυμάνσεις των επιδόσεων του. Σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στον τουριστικό κλάδο αποτελεί το υψηλό ποσοστό ξενοδοχειακών υποδομών υψηλών προδιαγραφών. Η Κρήτη διαθέτει περίπου το 30% του συνόλου των κλινών 5 αστέρων στην Ελλάδα και περίπου το 25% κλινών 4 αστέρων αντίστοιχα. Οι διανυκτερεύσεις στην Κρήτη κατά τα 4 τελευταία έτη, κυμαίνονται κατά μέσο όρο περίπου στις 17.000.000.

2.11 Ενέργεια

Η Κρήτη τα τελευταία χρόνια, λόγω της ανάπτυξης του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων και της ακμάζουσας τουριστικής βιομηχανίας της, παρουσιάζει σημαντική αύξηση της ενεργειακής

της ζήτησης. Η Κρήτη παρουσιάζει τα κοινά ενεργειακά προβλήματα όλων των νησιωτικών περιοχών:

- Μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από το πετρέλαιο (86%), ενώ στην Ελλάδα το αντίστοιχο ποσοστό είναι 58%.
- Μεγάλο (ανεκμετάλλευτο) δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και σημαντικά περιθώρια ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας.
- Υψηλοί ρυθμοί αύξησης ενεργειακής ζήτησης (διπλάσιοι του εθνικού μέσου όρου), που οφείλονται στην αλματώδη ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου και του τουρισμού.
- Αυστηροί περιβαλλοντικοί περιορισμοί και μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις ζήτησης φορτίου (εξαιτίας του τουρισμού).
- Υψηλό κόστος ενέργειας το οποίο οφείλεται σε Έλλειψη συμβατικών πηγών ενέργειας.
- Πρόβλημα επάρκειας παροχής ηλεκτρικής ισχύος (έλλειψη εφεδρειών - διακοπές ηλεκτρισμού).
- Υψηλούς ρυθμούς αύξησης ζήτησης ηλεκτρισμού και ισχύος: 6,7% & 8% (2006-2005), 4,3% & 5,9% (2005-2004), 2,9% & -2,6% (2008-2007) / -2,2% & -3,5% (2009-2008).

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της Περιφέρειας Κρήτης κατά νομό και κατά κατηγορία χρήσης για το 2012 παρουσιάζεται στον εικόνα που ακολουθεί, του οποίου τα στοιχεία προέρχονται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία.

Τα στοιχεία κατανάλωσης αντιστοιχούν στη συνολική ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια που υπάρχει στην Περιφέρεια σήμερα.

Περιφέρεια & Π.Ε.	Σύνολο	Οικιακή Χρήση	Εμπορική Χρήση	Βιομηχανική Χρήση	Γεωργική Χρήση	Δημόσιες & Δημοτικές Αρχές	Φωτισμός Οδών
Κρήτη	2.743.490	909.123	1.167.606	222.059	181.809	215.226	47.666
Ηρακλείου	1.330.854	432.001	574.554	129.066	79.465	98.379	17.388
Λασιθίου	374.359	120.171	157.210	11.483	51.458	23.688	10.348
Ρεθύμνου	339.805	108.016	145.448	37.471	14.909	28.093	5.868
Χανίων	698.473	248.935	290.393	44.039	35.977	65.066	14.062

(1) Περιλαμβάνεται και η κατανάλωση για έλξη και λουιές χρήσεις

Εικόνα 11 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της περιφέρειας Κρήτης κατά νομό και κατά κατηγορία χρήσης για το 2012 (σε χιλιάδες KWh)

2.12 Ύδρευση – Αποχέτευση

Η ύδρευση αποτελεί χρήση πρώτης προτεραιότητας, προτεραιότητα θεσμοθετημένη με το Ν.1739/87 που όμως λόγω διαφόρων προβλημάτων (π.χ. αυξημένου κόστους έργων μεταφοράς) δεν τηρείται. Έδρα της περιφερειακής μονάδας διαχείρισης υδατικών πόρων είναι το Ηράκλειο. Η μονάδα αυτή λειτουργεί ως ‘Τμήμα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων’ και υπάγεται στη Διεύθυνση Σχεδιασμού και Ανάπτυξης της Περιφέρειας Κρήτης(βάσει του Ν. 2503/97), με χωρική αρμοδιότητα το Υδατικό Διαμέρισμα Κρήτης (βάσει του Π.Δ. 60/98)²⁵. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού προς ύδρευση βρίσκονται υπό τον έλεγχο του Κράτους ή της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Αρμόδιο Υπουργείο για την ύδρευση είναι το Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης και τοπικά οι σύνδεσμοι δήμων και κοινοτήτων, οι Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (εφεξής ΔΕΥΑ) ως Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου και οι ΟΤΑ. Ειδικότερα, σε ότι αφορά στη διαχείριση των υδατικών πόρων στους κυριότερους Δήμους της Περιφέρειας Κρήτης, αυτή συντελείται από τις ακόλουθες ΔΕΥΑ:

Χανίων, Πελεκάνου Χανίων, Ακρωτηρίου Αρκαδίου, Αρκαλοχωρίου, Ρεθύμνου, Γεροποτάμου, Γεωργιουπόλεως, Ηρακλείου, Μαλίων, Αγίου Νικολάου, Ιεράπετρας, Χερσονήσου, Μοιρών και Σητείας.

²⁵ ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, ΚΕΠΕ, ‘Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας’, Υπουργείο Ανάπτυξης, Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Αθήνα, Ιανουάριος 2003.

Σε τοπικό επίπεδο οι υδρευτικές ανάγκες κοινοτήτων και μικρών δήμων εξυπηρετούνται από μικρά υδρευτικά έργα που τα διαχειρίζονται οι ίδιοι οι ΟΤΑ.

Τα κυριότερα προβλήματα των υφιστάμενων δικτύων αφορούν τη συντήρηση και τον εμπλουτισμό τους, καθώς και την αντικατάσταση των παλαιών δικτύων που έχουν κατασκευασθεί από τσιμεντοσωλήνες και παρουσιάζουν διαρροές από διάρρηξη ή εμφράξεις από τη συσσώρευση αλάτων.

Οι ανάγκες για άρδευση στην περιφέρεια είναι πολύ μεγάλες, μιας και διαθέτει ιδιαίτερα παραγωγικές πεδιάδες, στις οποίες εφαρμόζονται κατά κύριο λόγο συστήματα εντατικής καλλιέργειας. Η διαχείριση των αρδευτικών έργων στην Περιφέρεια Κρήτης γίνεται από τους ακόλουθους φορείς²⁶ :

- Διεύθυνση ή Τμήμα Εγγείων Βελτιώσεων όπου ανάλογα με την Π.Ε. ορίζεται και ως Τμήμα Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων & Εκμηχάνισης της Γεωργίας, ή Υδροοικονομίας & Εκμηχάνισης Γεωργίας, ή Εγγείων Βελτιώσεων & Υδάτινων Πόρων, ή Υδροοικονομίας.
- Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων για κάθε Νομό (Ηρακλείου, Λασιθίου, Ρεθύμνης, Χανίων).

2.13 Διαχείριση στερεών αποβλήτων

Η αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης αναφορικά με τα έργα διαχείρισης των ΑΣΑ στην Περιφέρεια Κρήτης θα πραγματοποιηθεί με αναφορά των εν λόγω έργων ανά Νομό.

Π.Ε. Χανίων

Η διαχείριση των ΑΣΑ στην Π.Ε. Χανίων βασίζεται στη λειτουργία των εξής εγκαταστάσεων: (α) το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) Χανίων

²⁶ ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, ΚΕΠΕ, 'Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας', Υπουργείο Ανάπτυξης, Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Αθήνα, Ιανουάριος 2003.

(β) το Χώρο Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ) Ακρωτηρίου, ο οποίος βρίσκεται εντός του ίδιου γηπέδου με το ΕΜΑΚ Χανίων στη θέση Κορακιά στο Δ. Ακρωτηρίου.

Π.Ε. Ρεθύμνου

Η διαχείριση των ΑΣΑ στην Π.Ε. Ρεθύμνου βασίζεται στη λειτουργία των εξής υποδομών:

(α) το Χώρο Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ) Αμαρίου, στη θέση Κουλέ Μασχαλιά, Δ.Δ. Καλογέρου, Δ. Σιβρίτου

(β) Τα ανακυκλώσιμα πάνε στο ΕΜΑΚ της ΔΕΔΙΣΑ.

Π.Ε. Λασιθίου

Η διαχείριση των ΑΣΑ στην Π.Ε. Λασιθίου βασίζεται στη λειτουργία των εξής εγκαταστάσεων:

(α) Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων(ΧΥΤΑ) Αγίου Νικολάου

(β) Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Σητείας

(γ) Σταθμός Μεταφόρτωσης Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΣΜΑΥ) Σητείας

(δ) Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) Ιεράπετρας (χρίζει επισκευών)

(ε) Τα ανακυκλώσιμα πάνε στο ΚΔΑΥ Ηρακλείου

Επίσης στην Ιεράπετρα έχει αδειοδοτηθεί μονάδα επεξεργασίας προ διαλεγμένων βιοαποβλήτων.

Π.Ε. Ηρακλείου

Η διαχείριση των ΑΣΑ στην Π.Ε. Ηρακλείου βασίζεται στη λειτουργία των εξής εγκαταστάσεων:

(α) Μονάδα προ επεξεργασίας απορριμμάτων Ηρακλείου

(β) Κέντρο Διαλογής και Ανάκτησης Υλικών (ΚΔΑΥ) Ηρακλείου

(γ) Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) Ηρακλείου

(δ) Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) Μοιρών (χρίζει επισκευών)

(ε) Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) Ζαρού (χρίζει επισκευών)

(στ) Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Πέρα Γαλήνων

(ζ) Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Χερσονήσου

(η) Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Καζαντζάκη

3 Επιλογή σημείων διαχείρισης

3.1 Γενικά

Στην Κρήτη οι κύριες πηγές προέλευσης της κατηγορίας είναι οι αγροτικοί συνεταιρισμοί και οι μεμονωμένοι αγρότες. Οι σημαντικότερες κατηγορίες γεωργικών αποβλήτων είναι τα αποσυρόμενα εσπεριδοειδή, τα προϊόντα κλαδέματος, τα στερεά υπολείμματα οινοποιίας, τα αγροτικά πλαστικά και τα απόβλητα ελαιοτριβείων. Τα τελευταία αποτελούν σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα της Περιφέρειας Κρήτης, λόγω της μεγάλης παραγωγής ελαιολάδου, αλλά και της έλλειψης κατάλληλων εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Η παραγωγή ελαιόλαδου και ελαιοκομικών προϊόντων γενικότερα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς της δευτερογενούς παραγωγής της Περιφέρειας.

Όπως αναφέρεται και στον ΕΣΔΑ, η διαχείριση των γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων αποτελεί ευθύνη των παραγωγών και πραγματοποιείται σύμφωνα με τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής. Επιπλέον στον ΕΣΔΑ προβλέπεται και η οργάνωση ΣΕΔ για συσκευασίες που εμπεριέχουν επικίνδυνες ουσίες, με προτεραιότητα στις συσκευασίες φυτοφαρμάκων, φυτοπροστατευτικών ουσιών και λοιπών γεωργικών φαρμάκων από τον ΕΟΑΝ, ενώ επίσης προβλέπεται και ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη δικτύων συλλογής και μεταφοράς αποβλήτων γεωργικής και κτηνοτροφικής παραγωγής μη οργανικής προέλευσης (πλαστικά, συσκευασίες λιπασμάτων και κτηνιατρικών φαρμάκων, κ.λπ.) από το ΥΠΑΠΕΝ (τ. ΥΠΑΑΤ/τ. ΥΠΕΚΑ).

Γενικά όμως, σε συμφωνία με τον ΕΣΔΑ, για τα γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα θα πρέπει να πραγματοποιηθούν τα κάτωθι:

- Πλήρης ανάπτυξη δικτύου συλλογής βιοαποδομήσιμων αποβλήτων γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης για την ανάκτηση επ' ωφελείας της γεωργίας, την παραγωγή προϊόντων (π.χ. ζωοτροφών, κ.λπ.) ή την παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο/ βιομάζα.
- Χωριστή συλλογή και ανάκτηση των πλαστικών γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης με έμφαση στα πλαστικά θερμοκηπίου και τα απόβλητα συσκευασίας
- Χωριστή συλλογή και κατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων συσκευασίας γεωργικών φαρμάκων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες μέσω συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης.
- Πρόβλεψη για κίνητρο προ διαλογής πλαστικών/βιοαποδομήσιμων γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων π.χ. με αντάλλαγμα οργανικά λιπάσματα και εδαφοβελτιωτικά.

Επιπλέον, για την όσο το δυνατό καλύτερη αξιολόγηση των δυνατοτήτων αξιοποίησής τους, είναι επιθυμητό η Περιφέρεια να συνδράμει στην προώθηση των παραπάνω δράσεων και ενεργειών, αλλά και των κάτωθι:

- την οργάνωση προγραμμάτων πληροφόρησης του κοινού και των φορέων εκμετάλλευσης σχετικά με τις διαθέσιμες πρακτικές και τεχνικές αξιοποίησης
- την υποστήριξη σε θέματα αδειοδότησης και κοινωνικής αποδοχής των υποδομών επεξεργασίας και αξιοποίησης
- τη δημιουργία γραφείου αποβλήτων για τη συνεχή ενημέρωση σχετικά με τις εξελίξεις, το συντονισμό πολλών διαφορετικών φορέων και παρακολούθηση της επίτευξης των στόχων που τίθενται για κάθε ρεύμα αποβλήτων.

Η περίπτωση συνδιάθεσης με τα αστικά στερεά απόβλητα, εφόσον τα ποσοτικά και ποιοτικά τους χαρακτηριστικά το επιτρέπουν, θα είναι ευθύνη του ΦοΔΣΑ της Περιφέρειας και θα αποτελεί αντικείμενο συμφωνίας των φορέων, με την προϋπόθεση ότι η διαστασιολόγηση των έργων διαχείρισης το επιτρέπει.

Για την περίπτωση της Κρήτης προτείνεται στοχευμένη τεχνικοοικονομική μελέτη για τον προσδιορισμό του καλύτερου δυνατού σεναρίου για τη διαχείριση των παραγόμενων γεωργικών και κτηνοτροφικών αποβλήτων σε επίπεδο Περιφέρειας Κρήτης.

Σε πρώτη φάση πρέπει να υλοποιηθούν οι προβλεπόμενες μονάδες επεξεργασίας γεωργικών υπολειμμάτων στην Ιεράπετρα, στην ευρύτερη περιοχή της Μεσσαράς (εφόσον δεν καλύπτεται η επεξεργασία από ιδιωτικές μονάδες) και στην Κουντουρά, Π.Ε. Χανίων.

Παράλληλα, θα πρέπει να μελετηθούν και οι περιπτώσεις των μονάδων επεξεργασίας γεωργικών αποβλήτων στους Δήμους Βιάννου και Κισσάμου. Η δυναμικότητα των μονάδων αυτών θα προκύψει από στοχευμένη μελέτη κατά την ωρίμανση των έργων.

3.2 Κριτήρια αποκλεισμού σε επίπεδο Περιφέρειας

Το πρόβλημα της χωροθέτησης εγκαταστάσεων είναι ένα σύνηθες αλλά ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται στη λήψη αποφάσεων. Ο στρατηγικός σχεδιασμός ενός αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων εξαρτάται πρωταρχικά από την επιλογή του χώρου στον οποίο θα δημιουργηθούν μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις προκειμένου να εξυπηρετήσουν μια συγκεκριμένη κατανομή των αποβλήτων, λαμβανομένου υπόψη του περιοριστικού παράγοντα της θεσμικά κατοχυρωμένης χωροθέτησης χρήσεων γης στην Περιφέρεια, που περιορίζει τις επιλογές σχετικά με τους δυνητικούς χώρους υποδοχής εγκαταστάσεων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΔΣΑ) ή /και τελικής διάθεσης.

Η καθυστέρηση χωροθέτησης μονάδων επεξεργασίας και διάθεσης φέρει ως αποτέλεσμα, μεταξύ άλλων, τη διάσπαρτη ανεξέλεγκτη εναπόθεση στερεών αποβλήτων, που προκαλεί μια σειρά δυσμενών συνεπειών καθώς είναι επικίνδυνη για την υγεία των πολιτών, αυξάνει τον κίνδυνο πρόκλησης πυρκαγιών ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, προκαλεί συχνά τη ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων με τοξικές ουσίες, προκαλεί αισθητική προσβολή και δυσοσμία επηρεάζοντας αρνητικά τους κατοίκους, αλλά και τον τουριστικό χαρακτήρα της περιοχής κ.λπ. , συνεπώς και την οικονομία της περιοχής.

Η διαδικασία χωροθέτησης προϋποθέτει τον προσδιορισμό ενός συνόλου τοποθεσιών για τις μονάδες εξυπηρέτησης με βάση χωρικά κατανομημένες προϋποθέσεις, ενώ στη

συνέχεια βελτιστοποιούνται κάποια συγκεκριμένα μετρήσιμα κριτήρια. Τα πρότυπα χωροθέτησης που χρησιμοποιούνται σχετίζονται εν γένει κυρίως με :

- τον εντοπισμό του συνόλου των υποψήφιων θέσεων χωροθέτησης
- τη βέλτιστη χωροθέτηση εγκαταστάσεων σε μια νέα περιοχή
- τον υπολογισμό της αποδοτικότητας προηγούμενων αποφάσεων χωροθέτησης
- τη βελτίωση των τυχόν υπαρχόντων σχεδίων χωροθέτησης

Για τη χωροθέτηση μίας εγκατάστασης διαχείρισης μη επικινδύνων στερεών αποβλήτων ως κριτήρια καταλληλότητας και επιλογής θέσεων (αποκλεισμού) σύμφωνα με την ΚΥΑ 114218/97(Παράρτημα Ι, ενότητα 3 σελ. 12935) ορίζονται τα παρακάτω:

Απαγορεύεται η εγκατάσταση μονάδων επεξεργασίας και διάθεσης στερεών αποβλήτων εντός των παρακάτω περιοχών:

- ❖ Περιοχές αρχαιολογικού πολιτιστικού ενδιαφέροντος, δηλ. κηρυγμένοι αρχαιολογικοί χώροι (Ζώνη Α).
- ❖ Παραδοσιακοί οικισμοί.
- ❖ Θεσμοθετημένες περιοχές προστασίας και μεμονωμένα στοιχεία της φύσης και του τοπίου (όπως αυτά ορίζονται από τις διατάξεις των άρθρων 18,19 και 21 του νόμου 1650/86 ΦΕΚ 160/Α/86) και από τις διατάξεις του Ν.996/71 (ΦΕΚ 192/Α/71), εκτός εάν η συγκεκριμένη χρήση έχει προβλεφθεί από άλλο διαχειριστικό σχέδιο ή άλλη νομοθετική ρύθμιση.
- ❖ Οικιστικές περιοχές (κριτήριο αποκλεισμού μόνο για εγκαταστάσεις Χώρων Υγειονομικής Ταφής):
 - Περιοχές εντός ορίων σχεδίου πόλης και εντός ορίων οικισμών με πληθυσμό κάτω των 2.000 κατοίκων.
 - Περιοχές ιδιωτικής πολεοδόμησης του Ν. 1947/91 για οικιστική χρήση.
 - Περιοχές εντός ορίων Οικοδομικών Συνεταιρισμών Α ή και Β κατοικίας

- ❖ Σε περιοχές που γειτνιάζουν με αεροδρόμια σύμφωνα με τους όρους γειτνίασης που προβλέπονται στη σχετική νομοθεσία.
- ❖ Περιοχές για τις οποίες ισχύει ειδική ή γενική απαγορευτική διάταξη που αφορά σε θέματα Εθνικής Άμυνας και Ασφάλειας.

Όσον αναφορά στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αποβλήτων (ΕΕΑ), σύμφωνα με την ΚΥΑ 114218/97(Παράρτημα Ι, ενότητα 3 σελ. 12935), νοούνται οι παρακάτω εγκαταστάσεις ή ο συνδυασμός αυτών:

- ❖ Εγκατάσταση μηχανικής ανακύκλωσης ή και κομποστοποίησης αποβλήτων ή ανεπεξέργαστου κλάσματος.
- ❖ Εγκατάσταση θερμικής επεξεργασίας αποβλήτων ή ανεπεξέργαστου κλάσματος αυτών.
- ❖ Κέντρο διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών από τα απόβλητα (ΚΔΑΥ).
- ❖ Εγκατάσταση προ επεξεργασίας αποβλήτων προκειμένου αυτά να οδηγηθούν προς περαιτέρω επεξεργασία ή προς υγειονομική ταφή.

Οι βασικοί επιπρόσθετοι όροι και περιορισμοί που τίθενται για την παρούσα μελέτη είναι οι εξής:

- Αποκλεισμός των δασικών εκτάσεων.
- Αποκλεισμός γεωργικών εκτάσεων υψηλής παραγωγικότητας ή περιοχών με συγκεκριμένες χρήσεις γης (περιοχές αστικού πρασίνου, ζώνες λιμένων, κ.λπ.).
- Αποκλεισμός περιοχών χαρακτηρισμένων ως RAMSAR, τόποι κοινοτικής σημασίας, ζώνες ειδικής προστασίας για την ορνιθοπανίδα και Εθνικά Πάρκα.
- Αποκλεισμός καταφυγίων άγριας ζωής και περιοχών ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.

3.3 Κριτήρια επιλεξιμότητας

Τα κριτήρια επιλεξιμότητας, δηλαδή τα κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης για την επιλογή της βέλτιστης θέσης χωροθέτησης ενός έργου ΔΣΑ, αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για κάθε ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Σύμφωνα με την ΚΥΑ 114218/97 προβλέπεται τα κριτήρια αυτά να διαμορφώνονται και να αποφασίζονται από την Περιφέρεια.

Ένα σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων σχετίζεται με τον όγκο και την ποιοτική σύνθεση των απορριμμάτων, που θα καθορίσουν αντίστοιχα την επιλογή μεθόδου επεξεργασίας συμπεριλαμβανομένης και της τελικής διάθεσης τους.

Το πρόβλημα της διαχείρισης απορριμμάτων δεν βελτιώνεται βεβαίως αποκλειστικά με την κατασκευή μίας μονάδας τελικής διάθεσης-επεξεργασίας (ενδεχομένως αρκετά μεγάλων διαστάσεων), η οποία εκμεταλλευόμενη την οικονομία κλίμακας, θα δέχεται όλη την ποσότητα των απορριμμάτων από τα διαφορετικά πληθυσμιακά κέντρα που θα εξυπηρετεί. Το πρόβλημα είναι πιο πολύπλοκο καθώς τα μεταφορικά κόστη των απορριμμάτων από τα σημεία συλλογής στις εγκαταστάσεις διαχείρισης επηρεάζουν σημαντικά τις συνολικές δαπάνες του συστήματος διαχείρισης και κατά συνεπεία, όταν η μεταφορά των απορριμμάτων υπερβαίνει μια καθορισμένη απόσταση, πιθανώς να είναι οικονομικότερη η δημιουργία επιπλέον εγκαταστάσεων, ενώ και κοινωνικά θα να είναι πιο αποδεκτό.

Παράλληλα με την απαραίτητη οικονομική θεώρηση του προβλήματος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, είναι αναγκαίο να εξετασθούν οι ενδεχόμενες αρνητικές επιδράσεις σε τοπικό επίπεδο όπως η κυκλοφοριακή επιβάρυνση, ο θόρυβος, οι οσμές και η ρύπανση της ατμόσφαιρας, αλλά και η ευρύτερη επιβάρυνση της περιοχής που μπορεί να προκύψει από τη ρύπανση ή/και μόλυνση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από τις διαφορετικές εγκαταστάσεις του συστήματος.

Επιπρόσθετα, χρειάζεται επισταμένη μελέτη στο σχεδιασμό του συστήματος και την επιλογή της τεχνολογίας που θα χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να ελαττωθούν οι ανωτέρω οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις.

Στόχος κάθε προσπάθειας είναι η χρησιμοποίηση βέλτιστων τεχνολογιών διαχείρισης, λαμβάνοντας βεβαίως υπόψη την, από τεχνικής άποψης, καλή εφαρμογή τους καθώς επίσης και την οικονομική τους βιωσιμότητα.

3.4 Διαχείριση των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία, η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων μπορεί να επιτευχθεί είτε με Φυσικές μεθόδους, είτε με Χημικές, είτε με Βιολογικές. Μέσω των φυσικών και χημικών μεθόδων δύναται να απομακρυνθούν τα χονδρόκοκα αιωρούμενα και επιπλέοντα συστατικά και να ομογενοποιηθούν και να διακριθούν τα απόβλητα που αναμένεται να εναποτεθούν σε περιοχές γεωργικού ενδιαφέροντος. Μέχρι πριν μερικά χρόνια, οι φυσικοί και χημικοί μέθοδοι χρησιμοποιούνταν περισσότερο, αλλά δεδομένων των περιβαλλοντικών προβλημάτων τα οποία πρόκυπταν, οδήγησαν στην σταδιακή εγκατάλειψη τους και στην υιοθέτηση άλλων μεθόδων διαχείρισης. Μια από αυτές τις μεθόδους αποτελεί η βιολογική επεξεργασία των κτηνοτροφικών αποβλήτων εκ των οποίων η πιο διαδεδομένη είναι η αναερόβια χώνευση που οδηγεί σε βιοαέριο και χωνεμένη οργανική ύλη (κομπόστ) που είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν οργανικό λίπασμα. Είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως μέσω των βιολογικών μεθόδων μειώνεται σημαντικά το ρυπαντικό φορτίο οργανικής προέλευσης.

Μέσω της σωστής διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων επιτυγχάνεται²⁷:

- ✓ Η απομάκρυνση των αποβλήτων από τις τάφρους και τα κανάλια αποχέτευσης, που υπάρχουν μέσα στα κτίρια εκτροφής καθώς και στα προαύλια άσκησης των ζώων
- ✓ Η αποτελεσματική επεξεργασία (κυρίως βιολογική) και αποθήκευσή των αποβλήτων
- ✓ Η ελεγχόμενη διάθεση των επεξεργασμένων τελικών εκροών ή στερεών σε κατάλληλο αποδέκτη

Η πλειονότητα των επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων καταλήγει στο γεωργικό έδαφος, δεδομένης της αξιοποίησης της ως εδαφοβελτιωτικό καλλιεργειών και αυτοφυών φυτών. Η χρησιμοποίηση των κτηνοτροφικών αποβλήτων ως εδαφοβελτιωτικό δύναται να

²⁷ Γεωργακάκης, 2010.

εμπλουτίσει και να βελτιώσει τη σύσταση του εδάφους με τις οργανικές ουσίες και τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει.

Η βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων επιτυγχάνεται μέσω της παραμονής τους σε ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις, μέχρι να ολοκληρωθεί η ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροοργανισμών που θα εξουδετερώσουν το οργανικής προέλευσης ρυπαντικό φορτίο. Ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού που θα δημιουργηθεί αλλά και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες θα δημιουργηθεί, η βιολογική επεξεργασία διακρίνεται σε αναερόβια και αερόβια. Αν η βιολογική επεξεργασία δεν στεφτεί με επιτυχία ενέχει σοβαρός κίνδυνος πρόκλησης προβλημάτων ρύπανσης και μόλυνσης μέσω της ανεξέλεγκτης απελευθέρωσης παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή της βιολογικής επεξεργασίας (αναερόβια, αερόβια ή συνδυασμό των δύο) αλλά και η αποθήκευση των υγρών αποβλήτων καταλήγει στην παραγωγή υγρών, σχετικά άοσμων και πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά, τα οποία είναι κατάλληλα για εδαφική διάθεση. Σχετικά με τη βιολογική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων (κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση) προκύπτουν προϊόντα όπως είναι το κομπόστ, το οποίο αξιοποιείται για τον εμπλουτισμό των καλλιεργούμενων εδαφών με θρεπτικά συστατικά και καλής ποιότητας οργανική ουσία (χουμικές ενώσεις), αλλά και βιοαέριο (Αναερόβια Χώνευση) το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας με φιλικό προς τον περιβάλλον τρόπο. Μια ακόμα βιολογική μέθοδο αποτελεί και η βιολογική ξήρανση που απώτερος σκοπός της είναι να μειωθεί η υγρασία των αποβλήτων σε ποσοστό 15 – 20% κατά βάρος²⁸. Το τελικό ξηρό προϊόν θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας, κομπόστ και βιοαερίου γεγονός που συνεπάγεται ότι η μέθοδος της ξήρανσης θα μπορούσε να βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων όπως αυτοί τίθενται από την Εθνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με την διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων και την παραγωγή εναλλακτικών μορφών ενέργειας²⁹.

²⁸ Οικονομόπουλος, 2007.

²⁹ Σωτηρόπουλος 2013.

3.5 Αναερόβια χώνευση

Η αναερόβια χώνευση είναι μια χημική διαδικασία η οποία πραγματοποιείται με την απουσία οξυγόνου. Η διαδικασία μπορεί να είναι είτε θερμοφίλη χώνευση, στην οποία η λάσπη βρίσκεται υπό ζύμωση μέσα σε δεξαμενές σε θερμοκρασία 55° C. Ονομάζεται θερμοφίλη εξαιτίας των μικροοργανισμών που παίρνουν μέρος στην διαδικασία, οι οποίοι περιέχουν ένζυμα τα οποία λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες. Αυτά τα ένζυμα έχουν μεγάλη σημασία σε πολλές εφαρμογές της βιοτεχνολογίας. Επίσης, η διαδικασία μπορεί να είναι και μεσόφιλη δηλαδή σε θερμοκρασία 36° C.

Κατά την αναερόβια χώνευση παράγεται βιοαέριο, το οποίο είναι ένα καύσιμο αέριο μίγμα αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο(CH₄) και διοξείδιο άνθρακα(CO₂). Η ακριβής του σύσταση εξαρτάται από το είδος της οργανικής ουσίας που αποσυντίθεται. Το μεθάνιο, μαζί με όσο υδρογόνο προκύπτει από την χώνευση, αποτελούν το καύσιμο μέρος του βιοαερίου. Το μεθάνιο είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο καίγεται παράγοντας κυανόχρωμη φλόγα. Σε κανονική πίεση και θερμοκρασία (p=1 atm και θ=20° C) το μεθάνιο έχει πυκνότητα περίπου 0,75 kg/m³. Εξαιτίας του γεγονότος ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι βαρύτερο, η πυκνότητα του βιοαερίου σε κανονικές συνθήκες είναι 1,15 kg/m³. Το μεθάνιο παρουσιάζει θερμογόνο δύναμη ίση με 11,06 Kwh/m³. Δεδομένου ότι το βιοαέριο περιέχει μεθάνιο σε ποσοστό μεταξύ 55 και 70%, εμφανίζει θερμογόνο δύναμη που κυμαίνεται μεταξύ 6 και 7,5 Kwh/m³. Τα όρια αναφλεξιμότητας του στον αέρα είναι μεταξύ 6 και 12%, ενώ η θερμοκρασία ανάφλεξης του κυμαίνεται μεταξύ 650-750° C. Το πλεονέκτημα της αναερόβιας σε σχέση με την αερόβια χώνευση, έχει να κάνει με τον όγκο των αποβλήτων, αφού ως διαδικασία παράγει σημαντικά μικρότερη ποσότητα αποβλήτων. Το πλεονέκτημα της αερόβιας έχει να κάνει με την ταχύτητα, αφού είναι σημαντικά ταχύτερη. Παρόλα ταύτα, η μεγάλη ποσότητα αποβλήτων της αερόβιας χώνευσης, συνιστά καλύτερη λύση για την παραγωγή βιομάζας την αναερόβια.

Βιοαέριο	% Κατ όγκο
Μεθάνιο (Methane)	63,8
Διοξείδιο του άνθρακα (Carbon Dioxide)	33,6
Οξυγόνο (Oxygen)	0,16
Άζωτο (Nitrogen)	2,4
Υδρογόνο (Hydrogen)	0,05
Μονοξείδιο του Άνθρακα (Carbon Monoxide)	0,001
Κορεσμένοι υδρογονάνθρακες (Saturated Hydrocarbons)	0,005
Ακόρεστα συστατικά (Unsaturated Compounds)	0,009
Αλογονούχα συστατικά (Halogenated Compounds)	0,00002
Υδρόθειο (Hydrogen Sulphide)	0,00002
Οργανοθειικά συστατικά (Organosulphur Compounds)	0,00001
Αλκοόλες (Alcohols)	0,00001
Άλλα (Other)	0,00005
Νερό (Water)	0,001 – 0,004

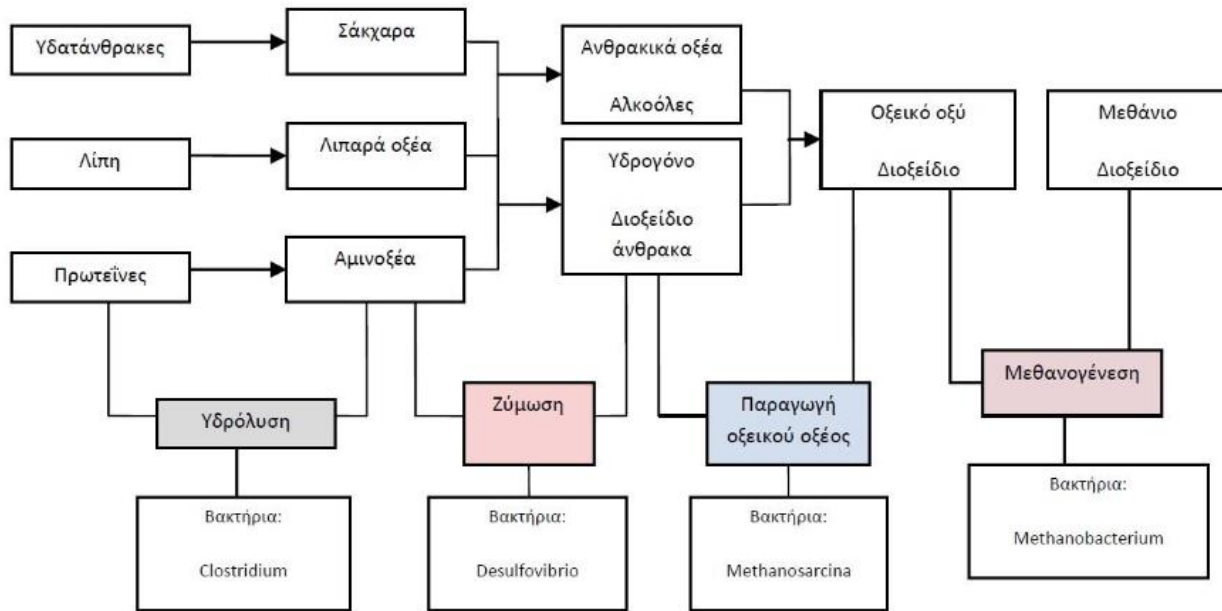
Εικόνα 12 Χημική σύσταση βιοαερίου³⁰

Η πλήρης βιολογική αποδόμηση της οργανικής ύλης προς βιοαέριο σε αναερόβιες συνθήκες αποτελεί μια σύνθετη διεργασία και συνίσταται από την αλληλεπίδραση των διαφόρων ομάδων μικροοργανισμών. Κάθε μια από αυτές τις ομάδες ευθύνεται για την πραγματοποίηση διαφορετικού μέρους της συνολικής διεργασίας. Έτσι το υλικό που μπορεί να αποτελεί απόβλητο για μια ομάδα μικροοργανισμών, μπορεί να αποτελέσει υπόστρωμα για κάποια άλλη ομάδα. Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης διακρίνεται σε τρία ξεχωριστά στάδια, στο κάθε ένα από τα οποία δραστηριοποιούνται διαφορετικά είδη μικροοργανισμών. Τα τρία αυτά στάδια είναι η υδρόλυση, η οξυγένεση και τέλος η μεθανογένεση. Κατά το στάδιο της υδρόλυσης, οι οργανικές ενώσεις μακράς μοριακής αλυσίδας (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη) διασπώνται σε ενώσεις μικρότερης μοριακής αλυσίδας. Διαφορετικής προέλευσης μικροοργανισμοί παράγουν

³⁰ Biowaste and Biological Waste Treatment, Gareth Evans.

ειδικά ένζυμα που δρουν καταλυτικά ως προς την διάσπαση των μακρομορίων, καθιστώντας την εφικτή σε λογικό χρονικό διάστημα. Σε μια ισορροπημένη διεργασία αναερόβιας χώνευσης περίπου το 50% των οργανικών ενώσεων διασπώνται σε οξικό οξύ (CH_3COOH). Σε διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο μετατρέπεται το 20%, ενώ το απομένον 30% διασπάται σε μικρής μοριακής αλυσίδας λιπαρά οξέα (VFAs). Η διατήρηση μιας σταθερής ταχύτητας αποδόμησης των λαπαρών αυτών οξέων είναι καθοριστικός παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της αναερόβιας χώνευσης, αφού αν διαταραχτεί η ισορροπία και αυξηθεί η συγκέντρωσή τους, η όλη διαδικασία επιβραδύνεται, λόγω του γεγονότος ότι οι μικροοργανισμοί που διασπούν τα λιπαρά οξέα έχουν μικρό ρυθμό ανάπτυξης.

Το τελευταίο στάδιο της αναερόβιας διαδικασίας αφορά την μεθανογένεση και πραγματοποιείται από τα μεθανογενή βακτήρια. Η δράση των βακτηρίων αυτών αφορά αφενός στην αποδόμηση του οξικού οξέος που προέκυψε από το στάδιο της οξυγένεσης σε μεθάνιο και αφετέρου στην παραγωγή μεθανίου από το διοξείδιο του άνθρακα και το υδρογόνο που προέκυψαν. Σε ομαλές συνθήκες χώνευσης, περίπου το 70% του μεθανίου προέρχεται από διάσπαση οξικού οξέος και το υπόλοιπο 30% από την αντίδραση του διοξειδίου του άνθρακα με το υδρογόνο. Τα μεθανογενή βακτήρια παρουσιάζουν τον βραδύτερο ρυθμό ανάπτυξης από όλους τους άλλους τύπους και για αυτό η δράση τους κρίνεται αποφασιστικής σημασίας για την ταχύτητα και την απόδοση ολόκληρης της διεργασίας. Αξίζει να σημειωθεί για τα δυο τελευταία στάδια της χώνευσης ότι αναστολή του ενός οδηγεί και σε αναστολή του άλλου, εφόσον είναι απόλυτα προσαρμοσμένα.



Εικόνα 13 Διαδικασία αναερόβιας χώνευσης

3.5.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την διεργασία

Αναερόβιας συνθήκες

Ο πιο βασικός παράγοντας ελέγχου της διεργασίας έχει να κάνει με την εξασφάλιση των αναερόβιων συνθηκών. Οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί απαιτούν την ύπαρξη ενός αυστηρά αναερόβιου ανοξικού περιβάλλοντος για την επιβίωσή τους. Κάθε χωνευτήρας βιοαερίου πρέπει να εξασφαλίζει ένα τέτοιο περιβάλλον. Οι μικρές ποσότητες οξυγόνου που υπάρχουν διαλυμένες στην οργανική ύλη, καταναλώνονται άμεσα στο πρώτο στάδιο από τους υπάρχοντες αερόβιους μικροοργανισμούς, οι οποίοι στη συνέχεια εξαφανίζονται λόγω της έλλειψης οξυγόνου.

Θερμοκρασία

Άλλος καθοριστικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία, αύξηση της οποίας οδηγεί σε αύξηση πραγματοποίησης κάθε βιοχημικής αντίδρασης. Στην περίπτωση της αερόβιας χώνευσης όμως υπάρχουν διάφοροι περιορισμοί που καθορίζονται από το είδος των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται και είναι προσαρμοσμένοι σε τρία διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη:

- 0-20° C ψυχρόφιλες συνθήκες
- 30-40 μεσόφιλες συνθήκες
- 50-60 θερμόφιλες συνθήκες

Στην πράξη, οι βιομηχανικές μονάδες παραγωγής βιοαερίου λειτουργούν είτε σε μεσόφιλες (35-37°C) είτε σε θερμόφιλες συνθήκες(53-56°C). Στην πρώτη περίπτωση η διεργασία παρουσιάζει ανοχή στις μεταβολές της τάξης $\pm 2^\circ \text{C}$, ενώ σε θερμόφιλες συνθήκες η ανοχή είναι μικρότερη, της τάξης $\pm 0,5^\circ \text{C}$.

Οξύτητα

Παρά το γεγονός ότι οι μεθανογενείς μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν ως υπόστρωμα για την θρέψη τους οργανικά οξέα (οξικό οξύ), δεν μπορούν να δράσουν σε όξινο περιβάλλον. Το προτιμώμενο εύρος τιμής για το pH κατά την μεθανογένεση κυμαίνεται μεταξύ 6,7 και 7,4, με βέλτιστη τιμή να θεωρείται από 7 έως 7,2. Η δραστηριότητα των μεθανογόνων μικροοργανισμών μειώνεται σημαντικά για τιμές pH κοντά στο 6. Όταν η διεργασία βρίσκεται σε ισορροπία, η οξύτητα στον χωνευτήρα πρέπει να κυμαίνεται εντός των παραπάνω ορίων και είναι δύσκολο να μεταβληθεί λόγω των μεγάλων όγκων που διαχειρίζονται³¹.

Χαρακτηριστικά ουσίας τροφοδοσίας

Σχεδόν κάθε οργανική ύλη είναι δυνατόν να διασπαστεί σε αναερόβιες συνθήκες, αλλά ο βαθμός διάσπασης μεταβάλλεται σημαντικά αναλόγως της χημικής της σύστασης. Ακόμα, όσο πιο λεπτόκοκκο είναι το υλικό, τόσο μεγαλύτερη είναι η σχετική επιφάνειά του με συνέπεια να καθίσταται ευκολότερη η προσβολή του από τους μικροοργανισμούς. Επιπροσθέτως, για να είναι εφικτό για τους μικροοργανισμούς να αποδομήσουν κάποιο οργανικό υλικό, θα πρέπει η υγρασία του να υπερβαίνει το 50%. Στην πράξη, όμως, για να είναι εύκολη η διαχείριση του και αποτελεσματική η χώνευση θα πρέπει η υγρασία του να υπερβαίνει το 85%, ή, αντίστροφα, η περιεκτικότητά του σε στερεά να μην υπερβαίνει το 15%. Τέλος, τα μεθανογενή βακτήρια απαιτούν έναν ελάχιστο αριθμό θρεπτικών συστατικών για την ανάπτυξή τους. Για την ομαλή και βέλτιστη λειτουργία της αναερόβιας χώνευσης, τα βακτήρια εκτός από άνθρακα (C),

³¹ Bitton G, 1994.

χρειάζονται και άλλα στοιχεία προκειμένου να ικανοποιήσουν τις λειτουργικές τους ανάγκες, έτσι ώστε η μικροβιακή δραστηριότητα να κινείται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Τα πιο σημαντικά είναι το άζωτο(N), ο φωσφόρος(P) και το κάλιο(K). Το άζωτο χρησιμεύει στην παραγωγή πρωτεϊνών και η περιεκτικότητά του συνήθως προσδιορίζεται σε σχέση με τον άνθρακα, καθώς αποτελεί ένδειξη για την επάρκεια του αζώτου για την θρέψη των μικροοργανισμών. Παρόλα αυτά, η περιεκτικότητα σε άζωτο δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλή, καθώς ελλοχεύει ο κίνδυνος σχηματισμού αμμωνίας (NH₃), η οποία αναστέλλει την δράση των μεθανογενών βακτηρίων. Μια καλή αναλογία C/N για ομαλή και αποδοτική παραγωγή βιοαερίου είναι μεταξύ 25~30:1 ενώ κατά τον Sahm, η προτιμώμενη C:N:P αναλογία για τα αναερόβια βακτήρια είναι 700:5:1.³²

Η γνώση λοιπόν των χαρακτηριστικών του διαθέσιμου υλικού είναι ουσιαστικής σημασίας, για την κατανόηση της συμπεριφοράς, ενός χωνευτήρα, αλλά και για το σχεδιασμό διεργασιών αναερόβιας χώνευσης³³.

Ρυθμός οργανικής φόρτισης

Ο ρυθμός με τον οποίο προστίθεται το υπόστρωμα στον χωνευτήρα οφείλει να είναι προσαρμοσμένος στον ρυθμό ανάπτυξης των μεθανογενών βακτηρίων, καθώς τα οργανικά οξέα πρέπει να καταναλώνονται με τον ρυθμό με τον οποίο παράγονται. Το εύρος τιμών οργανικής φόρτισης πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1 και 5 kg βιοαποδομήσιμων στερεών (VS)/ m³ χωνευτήρα/ημέρα. Στην απευκταία περίπτωση όπου προστίθεται μεγαλύτερη ποσότητα οργανικής ύλης από όση μπορεί να διασπαστεί, αυξάνεται η οξύτητα του μίγματος με συνέπεια την εξολόθρευση των μεθανογενών βακτηρίων και την αναστολή της αναερόβιας χώνευσης. Σε κάθε περίπτωση μεταβολών της σύστασης της τροφοδοσίας, κάθε μεταβολή πρέπει να γίνεται σταδιακά, ώστε να προλαβαίνουν να προσαρμόζονται οι μικροοργανισμοί στις καινούργιες συνθήκες.

3.5.2 Παράγοντες αναστολής της αναερόβιας χώνευσης

Ως αναστολείς της αναερόβιας χώνευσης θεωρούνται εκείνες οι ουσίες οι οποίες έχουν αρνητική επίδραση στους μικροοργανισμούς, χωρίς να τους σκοτώνουν άμεσα. Η διεργασία μπορεί να

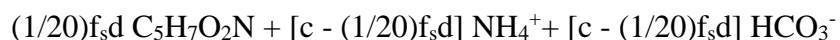
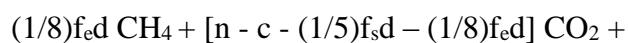
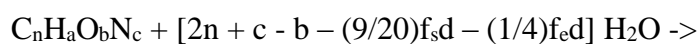
³² Sahm, 1984.

³³ Kotze, 1969.

ανασταλεί με διάφορους τρόπους από ενδογενή και εξωγενή αίτια. Ένας από τους σημαντικότερους ενδογενείς αναστολείς αποτελεί, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η αμμωνία, η οποία σχηματίζεται κατά την μικροβιακή αποδόμηση ενώσεων που περιέχουν άζωτο(π.χ. πρωτεΐνες). Αν και το άζωτο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και η αμμωνία συνιστά σημαντική πηγή αζώτου, η παρουσία της σε υψηλές συγκεντρώσεις αποδεικνύεται εξαιρετικά τοξική για τους μικροοργανισμούς. Όταν η οξύτητα του μίγματος είναι χαμηλή (μεγάλη τιμή pH) όπως και σε υψηλές θερμοκρασίες, αυξάνεται η συγκέντρωση της αμμωνίας στο υλικό που διασπάται. Αυτός είναι και ο λόγος που σε θερμοφιλες συνθήκες η χώνευση είναι περισσότερο ευαίσθητη. Όπως η αμμωνία, έτσι τα οργανικά οξέα και ιδιαίτερα το οξικό οξύ συνιστούν σε υψηλές συγκεντρώσεις ενδογενείς αναστολείς της χώνευσης. Για αυτόν τον λόγο, ο ρυθμός οργανικής φόρτισης, πρέπει να διατηρείται στα όρια. Τέλος, παράγοντα αναστολής μπορεί να αποτελέσουν οι θεικές ενώσεις. Το θείο μπορεί να εμφανιστεί σε διάφορες μορφές κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης, όπως θειικά και θειώδη ιόντα, υδρόθειο, αδιάστατο ή ιοντισμένο. Συγκεκριμένα, από την αντίδραση των θεικών ανιόντων με το οξικό οξύ και το υδρογόνο προκύπτει το υδρόθειο, το οποίο σε διαλυμένη μορφή δρα ως δηλητήριο. Επειδή η παρουσία του υδρόθειου δεν είναι απευκταία πάντοτε, το υπόστρωμα πρέπει να περιέχει βαρέα μέταλλα ικανά να αντιδρούν με το υδρόθειο και να καταβυθίζονται, ώστε να απομακρύνονται από τον πυθμένα της δεξαμενής.

3.5.3 Η αντίδραση

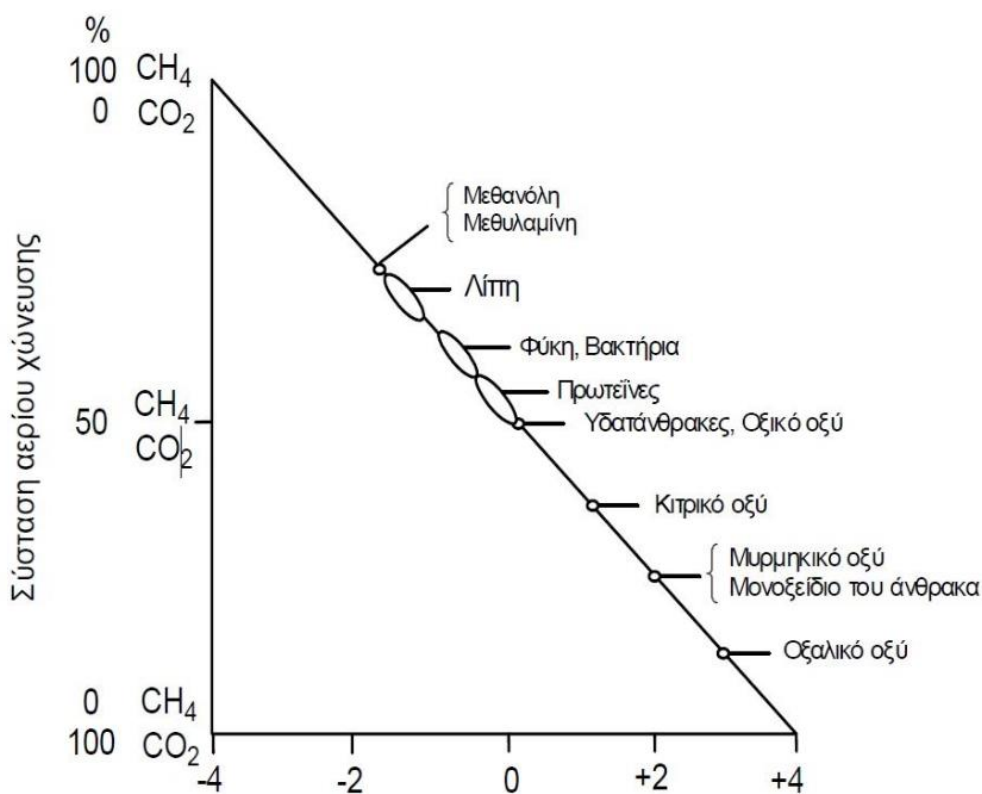
Σε γενικές γραμμές και υπό τον όρο ότι η αναερόβια αποδόμηση του οργανικού υλικού μπορεί να είναι πλήρης, δηλαδή ο οργανικός άνθρακας να έχει μετατραπεί πλήρως σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα ³⁴, οι οργανικές ενώσεις (σε γενική μορφή $C_nH_aO_bN_c$) μετατρέπονται σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα με ταυτόχρονη ανάπτυξη κυτταρικής βιομάζας :



³⁴ Schink, 1988.

Όπου $d = 4n + a - 2b - 3c$, NH_4^+ κατιόντα αμμωνίου, HCO_3^- όξινα ανθρακικά ανιόντα, ενώ ο συντελεστής f_s εκφράζει το κλάσμα του οργανικού υλικού που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη της κυτταρικής βιομάζας και ο συντελεστής f_e εκφράζει το κλάσμα του οργανικού υλικού που μετατρέπεται σε ενέργεια, έτσι ώστε να ισχύει πάντα $f_s + f_e = 1$ ³⁵

Είναι φανερό, ότι η ποσοστιαία σύσταση του παραγόμενου αερίου μίγματος σε μεθάνιο εξαρτάται από την οξειδωτική κατάσταση του άνθρακα στο υπόστρωμα. Έτσι όπως φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα ³⁶, οι υδατάνθρακες μετατρέπονται σε ίσες ποσότητες μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, η μεθόλη και τα λιπίδια σε περισσότερο μεθάνιο από διοξείδιο του άνθρακα. Το μεθανικό και το οξαλικό οξύ δίνουν μεγαλύτερη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα από μεθάνιο, ενώ δεν παράγεται καθόλου μεθάνιο από την υδρόλυση της ουρίας. ³⁷



Εικόνα 14 Σύσταση παραγόμενου βιοαερίου συναρτήσει της οξειδωτικής κατάστασης του άνθρακα του υποστρώματος

³⁵ McCarty, 1972,1974.

³⁶ Gujer and Zehnder, 1983.

³⁷ Schink, 1988.

3.5.4 Πλεονεκτήματα της Βιομάζας σε σχέση με συμβατικά καύσιμα

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Δε συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, επειδή οι ποσότητες του CO₂ που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
- Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
- Η βιομάζα, ως εγχώρια πηγή ενέργειας, μειώνει σημαντικά την εξάρτηση της χώρας μας από εισαγόμενα καύσιμα και βελτιώνει το εμπορικό ισοζύγιο της, εξασφαλίζοντας τον απρόσκοπτο ενεργειακό εφοδιασμό της.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (ενεργειακά φυτά), δημιουργεί εναλλακτικές αγορές για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.) και συγκρατεί τον πληθυσμό στις εστίες του, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής.
- Τέλος, δίνει διέξοδο στην αδρανοποίηση τοξικών ή επιβαρυντικών για το περιβάλλον αποβλήτων.

3.5.5 Μειονεκτήματα σε σχέση με συμβατικά καύσιμα

- ✚ Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- ✚ Η μεγάλη διασπορά και η εποχική παραγωγή της δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησής της.
- ✚ Βάσει των παραπάνω, παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- ✚ Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

3.6 Βιοαέριο

Η παγκόσμια δυναμική του βιοαερίου είναι αρκετά μεγάλη ώστε να παρέχει ένα σημαντικό μερίδιο στη μελλοντική ζήτηση για αέριο, εκτιμήσεις δείχνουν ότι το βιοαέριο θα μπορούσε να καλύψει περίπου το 6% του παγκόσμιου εφοδιασμού σε πρωτογενή ενέργεια, ή το ένα τέταρτο της σημερινής κατανάλωσης σε φυσικό αέριο (αέριο ορυκτού μεθανίου).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η βιομάζα (συμπεριλαμβανομένων των αποβλήτων σήψης και των βιοαποβλήτων) αντιπροσωπεύει περισσότερο από τα δύο τρίτα όλων των παρεχόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μεταξύ των πηγών βιομάζας, το βιοαέριο είναι μια ενδιαφέρουσα επιλογή με μεγάλη δυναμική που προσφέρει πολλές δυνατότητες στο θέμα της αντικατάστασης και μείωσης της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

Σήμερα η σύγχρονη βιομηχανία παραγωγής βιοαερίου είναι μόλις στην αρχή ευρύτερης υλοποίησης. Με την εξαίρεση λίγων χωρών, όπως είναι η Γερμανία, μόνο ένα μικρό μέρος αυτού του παγκόσμιου δυναμικού έχει γίνει αντιληπτό. Λόγοι για την αργή ανάπτυξη του βιοαερίου περιλαμβάνουν: η έλλειψη πληροφόρησης σχετικά με τις δυνατότητες του βιοαερίου, η έλλειψη ενός εκπαιδευμένου εργατικού δυναμικού, το υψηλό κόστος για τη δημιουργία μονάδων παραγωγής, οι γενικά ανεπαρκείς και αναξιόπιστες κυβερνητικές πολιτικές υποστήριξης και ο ανταγωνισμός του φυσικού αερίου ως φθηνότερη εναλλακτική λύση σε πολλά μέρη του κόσμου. Ένα ειδικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας βιοαερίου είναι η αξιοποίηση των οργανικών αποβλήτων και άλλων οργανικών παραπροϊόντων για την παραγωγή ενέργειας, σε αντίθεση με τη απόρριψη μέσω υγειονομικής ταφής η οποία αναπόφευκτα οδηγεί σε περαιτέρω εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά την διαδικασία της αργής αποσύνθεσης.

3.6.1 Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας παραγωγής Βιοαερίου

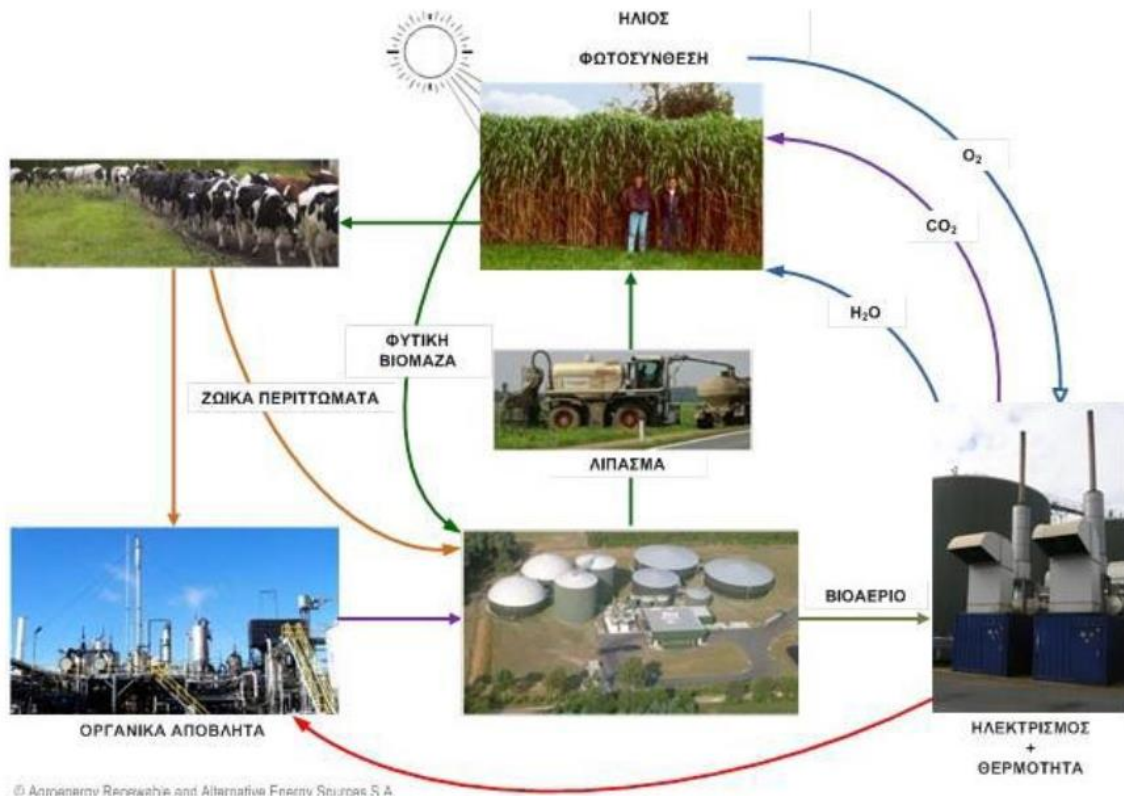
Η παραγωγή και η χρήση του βιοαερίου μέσω της διεργασίας της Αναερόβιας Χώνευσης παρέχει πολλά περιβαλλοντικά και κοινωνικό - οικονομικά οφέλη για το σύνολο του πληθυσμού αλλά ιδιαίτερα και για τους εμπλεκόμενους με τη διεργασία αγρότες. Η αλυσίδα της παραγωγής του βιοαερίου ενισχύει την τοπική οικονομία, προστατεύει τις θέσεις εργασίας στις αγροτικές

περιοχές και αυξάνει την περιφερειακή αγοραστική δύναμη. Βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο και συμβάλλει στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη.

3.6.2 Οφέλη για την κοινωνία

- **Ανανεώσιμη πηγή ενέργειας:** Η παγκόσμια ενεργειακή τροφοδοσία σήμερα εξαρτάται ιδιαίτερα από τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, λιγνίτης, λιθάνθρακας, φυσικό αέριο). Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, το βιοαέριο από τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης είναι μονίμως ανανεώσιμο, καθώς έχει παραχθεί από βιομάζα που ανακυκλώνεται.
- **Συμβολή στη μείωση των εκπομπών αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου και της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας:** Η χρήση των στερεών καυσίμων, μετατρέπει τον άνθρακα, που είναι αποθηκευμένος στη γη, και τον απελευθερώνει ως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Η αύξηση της υφιστάμενης συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα προκαλεί την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η καύση του βιοαερίου επίσης απελευθερώνει CO₂, αλλά η κύρια διαφορά, όταν συγκρίνεται με τα ορυκτά καύσιμα, είναι ότι ο άνθρακας στο βιοαέριο ελήφθη πρόσφατα από την ατμόσφαιρα, από τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών. Η παραγωγή βιοαερίου μέσω της αναερόβιας χώνευσης μειώνει παράλληλα και τις εκπομπές του μεθανίου (CH₄) και (N₂O) που εκλύονται από την αποθήκευση και τη χρήση των ζωικής κοπριάς απευθείας ως λίπασμα. Αναφορικά το δυναμικό αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου η συνεισφορά του μεθανίου είναι 34 φορές και του νιτρώδους οξειδίου 296 φορές υψηλότερες από αυτές του CO₂.
- **Μειωμένη εξάρτηση από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα:** Τα ορυκτά καύσιμα είναι περιορισμένα και συγκεντρώνονται σε πολύ λίγες γεωγραφικές περιοχές του πλανήτη. Αυτό, για τη χώρα μας που βρίσκονται εκτός αυτής της περιοχής, δημιουργεί ένα μόνιμο και μη ασφαλές αίσθημα εξάρτησης από τις εισαγωγές ενεργειακών πόρων. Η ανάπτυξη και υλοποίηση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως είναι το βιοαέριο από Αναερόβια Χώνευση, στηριζόμενοι σε εθνικούς και περιφερειακούς πόρους, θα αυξήσει την αειφορία και την ασφάλεια του εθνικού ενεργειακού εφοδιασμού και θα μειώσει την εξάρτηση από τις εισαγωγές ενέργειας.

- Συμβολή στους στόχους της ΕΕ για την ενεργεία και την προστασία του περιβάλλοντος: Οι Ευρωπαϊκοί στόχοι της ανανεώσιμης ενεργειακής παραγωγής, της μείωσης των εκπομπών ΑΦΘ, και της αειφόρου διαχείρισης των αποβλήτων είναι βασισμένοι στην αποδοχή εκ μέρους των χωρών μελών της ΕΕ να εφαρμόσουν τα κατάλληλα μέτρα για να φθάσουν σε αυτούς. Η παραγωγή και η χρήση του βιοαερίου παρέχουν συμμόρφωση και στους τρεις αυτούς στόχους συγχρόνως.
- Μείωση των αποβλήτων: Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της παραγωγής βιοαερίου είναι η δυνατότητα μετασχηματισμού των αποβλήτων σε ενέργεια. Πολλές ευρωπαϊκές χώρες αντιμετωπίζουν τα τεράστια προβλήματα που σχετίζονται με μια υπερπαραγωγή οργανικών αποβλήτων από τη βιομηχανία, τη γεωργία και τα νοικοκυριά. Η παραγωγή βιοαερίου είναι ένας άριστος τρόπος συμμόρφωσης στους όλο και περισσότερο περιοριστικούς εθνικούς και ευρωπαϊκούς κανονισμούς. Οι τεχνολογίες του βιοαερίου συμβάλλουν στη μείωση του όγκου των αποβλήτων και των δαπανών για τη διάθεσή τους.
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας: Η παραγωγή βιοαερίου απασχολεί εργατικό δυναμικό για την παραγωγή, συλλογή και μεταφορά της πρώτης ύλης, την κατασκευή του τεχνικού εξοπλισμού, την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση των μονάδων παραγωγής βιοαερίου. Αυτό σημαίνει ότι η ανάπτυξη ενός εθνικού τομέα βιοαερίου συμβάλλει στη δημιουργία νέων επιχειρήσεων, κάποιων με σημαντικό οικονομικό δυναμικό, αυξάνει τα εισοδήματα στις αγροτικές περιοχές και δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας.
- Ευέλικτη και αποδοτική τελική χρήση του βιοαερίου: Το βιοαέριο είναι ένας ευέλικτος ενεργειακός φορέας, κατάλληλος για πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται για τη συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) ή αναβαθμίζεται και τροφοδοτείται στα δίκτυα φυσικού αερίου, χρησιμοποιείται ως καύσιμο οχημάτων ή σε κυψέλες καυσίμου.



Εικόνα 15 Ο αειφόρος κύκλος του βιοαερίου μέσω της Αναερόβιας Χώνευσης

3.6.3 Οφέλη για τον πρωτογενή τομέα

- Εναλλακτικό εισόδημα για τους εμπλεκόμενους αγρότες / κτηνοτρόφους: Η παραγωγή της πρώτης ύλης για την λειτουργία των εγκαταστάσεων βιοαερίου καθιστά τις τεχνολογίες του βιοαερίου οικονομικά ελκυστικές για τους αγρότες / κτηνοτρόφους και συμβάλλει στην αύξηση του εισοδήματός τους. Επίσης, οι αγρότες / κτηνοτρόφοι αποκτούν μια νέα και σημαντική κοινωνική λειτουργία ως προμηθευτές ενέργειας και χειριστές της επεξεργασίας των αποβλήτων.
- Χρήση του κομπόστ ως λίπασμα: Η χωνευμένη βιομάζα, το ονομαζόμενο κομπόστ, είναι ένα πολύτιμο λίπασμα – εδαφοβελτιωτικό, πλούσιο σε άζωτο, φώσφορο, κάλιο και θρεπτικά συστατικά, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί στα εδάφη με τον συνηθισμένο εξοπλισμό εφαρμογής των υγρών ή στερών λιπασμάτων. Σε σχέση με την ακατέργαστη κοπριά, το

κομπόστ έχει βελτιωμένη αποδοτικότητα λίπανσης λόγω της ομοιογένειας και της υψηλότερης διαθεσιμότητας θρεπτικών συστατικών, την καλύτερη αναλογία C/N και την σχεδόν πλήρη απώλεια οσμών.

- Από την παραγωγή της πρώτης ύλης έως την εφαρμογή του λιπάσματος, η παραγωγή βιοαερίου παρέχει ένα κλειστό κύκλο θρεπτικών συστατικών και άνθρακα. Το μεθάνιο (CH_4) χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα και ξανά δεσμεύεται από τη βλάστηση κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης. Μερικές ενώσεις άνθρακα παραμένουν στο κομπόστ, βελτιώνοντας την περιεκτικότητα σε άνθρακα των εδαφών όταν αυτό εφαρμόζεται ως λίπασμα. Η παραγωγή βιοαερίου μπορεί να ενσωματωθεί τέλεια στη συμβατική και οργανική καλλιέργεια, όπου το κομπόστ αντικαθιστά τα λιπάσματα, που παράγονται με την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας από ορυκτά καύσιμα.
- Η χρήση του κομπόστ ως λίπασμα βελτιώνει την κτηνιατρική ασφάλεια σε σύγκριση με τις αχώνευτες κοπριές. Η αναερόβια χώνευση καθιστά το κομπόστ κατάλληλο για χρήση ως λίπασμα. Η βελτίωση της ασφάλειας χρήσης του κομπόστ μπορεί να διασφαλιστεί μέσω της παραμονής στη θερμοφιλή θερμοκρασία χώνευσης, την παστερίωση ή την αποστείρωση υπό πίεση, ανάλογα με τον τύπο της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης. Σε όλες τις περιπτώσεις, ο στόχος είναι η αδρανοποίηση των παθογόνων, ο καθαρισμός των βιολογικών κινδύνων και το σπάσιμο της αλυσίδας μετάδοσης ασθενειών.

3.6.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Μείωση αέριων εκπομπών

- ❖ Η καύση του βιοαερίου απελευθερώνει CO_2 , όπως και τα συμβατικά καύσιμα αλλά η κύρια διαφορά όταν συγκρίνεται με αυτά, είναι ότι ο άνθρακας στο βιοαέριο ελήφθη πρόσφατα από την ατμόσφαιρα από τη φωτοσύνθεση των φυτών.
- ❖ Ο κύκλος άνθρακα του βιοαερίου είναι έτσι κλειστός μέσα σε έναν πολύ σύντομο χρονικό διάστημα (μεταξύ ενός και μερικών ετών). Η παραγωγή βιοαερίου από την Αναερόβια Χώνευση μειώνει επίσης τις εκπομπές του Μεθανίου (CH_4) και του νιτρώδους οξειδίου (N_2O) από την αποθήκευση και τη χρήση των ζωικών αποβλήτων ως λίπασμα.

- ❖ Η χρήση του βιοαερίου υποκαθιστά τα ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας και τις μεταφορές και μειώνει έτσι τις εκπομπές του CO₂, του CH₄ και του N₂O, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών.
- ❖ Αποτρέπεται η διαφυγή του μεθανίου στην ατμόσφαιρα και συγχρόνως αποφεύγεται η χρήση συμβατικών ενεργειακών πόρων όπως είναι το πετρέλαιο ή ο λιγνίτης με τις αντίστοιχες εκπομπές CO₂.
- ❖ Χαρακτηριστικό είναι ότι 1 m³ βιοαερίου υποκαθιστά 0,5kg πετρελαίου για την παραγωγή ενέργειας συνεισφέροντας μείωση 2,6kg CO₂ αντίστοιχα.

	SO ₂ (Kg/TJ)	NO _x (Kg/TJ)	Dust(Kg/TJ)	CO ₂ (g/TJ)
Πετρέλαιο	140	90	20	90
Φυσικό Αέριο	3	90	2	70
Άνθρακας	300	150	20	100
Ξύλο	100	64	100	130
Άχυρο	170	340	200	300
Βιοαέριο	3	50	3	50

Εικόνα 16 Σύγκριση βιοαερίου με άλλες μορφές ενέργειας

Η σοβαρότητα των επιπτώσεων που σχετίζονται με την υλοποίηση της κατασκευής και τη λειτουργία της μονάδας, εξαρτάται μεταξύ άλλων από το μέγεθος και τη θέση των κατασκευαστικών έργων και αντίστοιχα το μέγεθος των διαφόρων μορφών όχλησης που ενδεχομένως προκύπτουν κατά τη λειτουργία αυτών.

Σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί, η παραγωγή 1MWh από ΑΠΕ οδηγεί σε εξοικονόμηση ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων (πετρελαίου, λιγνίτη ή φυσικού αερίου) και κατά συνέπεια αποφεύγεται η αντίστοιχη έκλυση πρόσθετων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στο περιβάλλον.

Συμβατικό καύσιμο	Εξοικονομούμενη ποσότητα καυσίμου	Αποφυγή εκπομπών CO ₂
Λιγνίτης	1710 kg	2180 kg
Φυσικό αέριο	181 Nm ³	353 kg
Μαζούτ	200 kg	2430 kg

Εικόνα 17 Εξοικονομούμενες ποσότητες συμβατικών καυσίμων από χρήση ΑΠΕ

3.7 Μονάδες Αναερόβιας Χώνευσης στην Περιφέρεια Κρήτης

3.7.1 Εισαγωγή

Στο σημείο αυτό, θεωρείται πως έχουν αναλυθεί διεξοδικά όλα όσα πρέπει να γνωρίζουμε ώστε να είμαστε σε θέση να καταλάβουμε τη σπουδαιότητα και την αναγκαιότητα της εγκατάστασης και λειτουργίας των μονάδων παραγωγής ενέργειας αξιοποιώντας βιομάζα με χρήση της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης. Αξίζει να αναφερθεί πως ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, τον μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων. Μέσω της λειτουργίας των εν λόγω μονάδων πραγματοποιείται μεσοπρόθεσμη προστασία του περιβάλλοντος καθώς η μέθοδος παραγωγής του βιοαερίου είναι η αναερόβια χώνευση αποβλήτων, μια μέθοδος η οποία θεωρείται πως δεν χαρακτηρίζεται από περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για χάρη της εργασίας στη συνέχεια θα παρουσιαστεί συνοπτικά μονάδα παραγωγής βιοαερίου στην Περιφέρεια Κρήτης.

3.7.2 Παράδειγμα μονάδας παραγωγής βιοαερίου στην Περιφέρεια Κρήτης³⁸

Το πρώτο παράδειγμα αφορά μια μονάδα βιοαερίου ισχύος 500kW στη θέση Γερόλακκος, περιοχή Άνω Λατζιμάς εκτός ορίων οικισμού Άλφας ΔΔ Έρφων, Δήμος Μυλοπόταμου, Π.Ε.

³⁸ Υπεύθυνος μελέτης ENTRADE AE.

Ρεθύμνου. Η συνολική έκταση του γηπέδου, επί του οποίου αναπτύσσονται οι εγκαταστάσεις και οι δραστηριότητες της μονάδας, ανέρχεται σε 4.037τ.μ..

Η μονάδα αξιοποιεί την ενέργεια των οργανικών αποβλήτων στην ευρύτερη περιοχή του έργου και συγκεκριμένα :

- κτηνοτροφικά απόβλητα (κυρίως κοπριά από παρακείμενο πτηνοτροφείο)
- αγροτικά απόβλητα
- κλαδέματα

Με ανάερόβια χώνευση της βιομάζας παράγεται βιοαέριο και χωνεμένο υπόλειμμα. Το βιοαέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ηλεκτρογεννήτριες με τις οποίες είναι συζευγμένες. Η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που μπορεί να παράγει η μονάδα είναι 500kWe, το σύνολό της πωλείται στη ΔΕΔΔΗΕ ΑΕ. Το χωνεμένο υπόλειμμα που παράγεται από την αναερόβιο χώνευση των οργανικών αποβλήτων πωλείται ως εδαφοβελτιωτικό μετά από κατάλληλη επεξεργασία και έλεγχο της ποιότητάς του. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια από τις μηχανές εσωτερικής καύσης διοχετεύεται στους αντιδραστήρες χώνευσης της μονάδας παραγωγής βιοαερίου, στο σύστημα ξήρανσης του στερεού μέρους του χωνεμένου υπολείμματος και η σε περιπτώσεις περίσσεια της θερμότητας διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα.

Η παραγωγική διαδικασία της μονάδας :

Αρχικά οι πρώτες ύλες οδηγούνται στις αντίστοιχες δεξαμενές υποδοχής ή/και αποθήκευσής τους. Ακολουθεί η προ επεξεργασία τους (τεμαχισμός για τη μείωση των διαστάσεων). Οι πρώτες ύλες οδηγούνται σε καθορισμένες ποσότητες στη δεξαμενή ανάμειξης, όπου επιτυγχάνεται η ομογενοποίησή τους.

Στη συνέχεια το ομογενοποιημένο μείγμα θα οδηγείται στους αντιδραστήρες χώνευσης, όπου λαμβάνει χώρα η αναερόβια χώνευση της βιομάζας και ξεκινά η παραγωγή βιοαερίου. Το βιοαέριο οδηγείται στο σύστημα αποθείωσης και στο σύστημα αφύγρανσης, ώστε να απομακρυνθούν το περιεχόμενο σε αυτό υδρόθειο και υδρατμοί. Έπειτα το βιοαέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο στις μηχανές εσωτερικής καύσης οι οποίες κινούν με τη σειρά τους μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Μέσω εναλλακτών θερμότητας απορροφάται η θερμική ενέργεια των μηχανών εσωτερικής καύσης (με αυτόν τον τρόπο ψύχονται) και ένα μέρος της χρησιμοποιείται για την κάλυψη των θερμικών ενεργειακών αναγκών της μονάδας (θέρμανση της βιομάζας και διατήρηση της θερμοκρασίας στους αντιδραστήρες). Το χωνεμένο υπόλειμμα της παραπάνω διαδικασίας διαχωρίζεται σε στερεά και υγρή φάση και οδηγείται σε κατάλληλες δεξαμενές αποθήκευσης και αφού ελεγχθούν τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά

διατίθεται για γεωργική χρήση ως εδαφοβελτιωτικό ή υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία με την επανεισαγωγή του στην παραγωγική διαδικασία.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την ηλεκτρογεννήτρια διατίθεται στη ΔΕΔΔΗΕ ΑΕ μέσω ενός μετασχηματιστή ανύψωσης τάσης.

Επιχειρηματικό ενδιαφέρον

Η σκοπιμότητα της επένδυσης πηγάζει κυρίως από το επιχειρηματικό ενδιαφέρον της εταιρείας³⁹ για την αξιοποίηση του ιδιαίτερα ευνοϊκού πλαισίου εκμετάλλευσης εναλλακτικών μορφών ενέργειας το οποίο έχει δημιουργηθεί στη χώρα μας, που δίνει σημαντικά κίνητρα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ήπιες μορφές (αιολική, ηλιακή, βιομάζα κτλ.). Το εν λόγω πλαίσιο, δημιουργεί νέα δεδομένα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα και νέες επενδυτικές ευκαιρίες λόγω :

- Των υψηλών τιμών πώλησης ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Οι τιμές αυτές, οι οποίες υπερβαίνουν κατά πολύ το κόστος παραγωγής, καθιστούν εφικτότερη τη σύντομη απόσβεση της επένδυσης.
- Την προτεραιότητα που δίνεται σε σταθμούς ήπιων μορφών ενέργειας κατά την κατανομή του ηλεκτρικού φορτίου σε μονάδες παραγωγής.
- Τη δέσμευση του Διαχειριστή να αγοράζει τη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στις προαναφερθείς τιμές για μεγάλο χρονικό διάστημα, 20 ετών.
- Τη θέσπιση κανονιστικού πλαισίου συμπεριλαμβανομένων συγκεκριμένων χρονοδιαγραμμάτων κατά τις διαδικασίες αδειοδότησης των σταθμών.

Οικονομικά στοιχεία έργου

Η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας ανέρχεται στα 198Euro/MWh καθώς το έργο υπάγεται στην κατηγορία «16 – Βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 3\text{MW}$ ».

³⁹ ΚΡΗΤΙΚΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΤΡΙΑ ΙΚΕ.

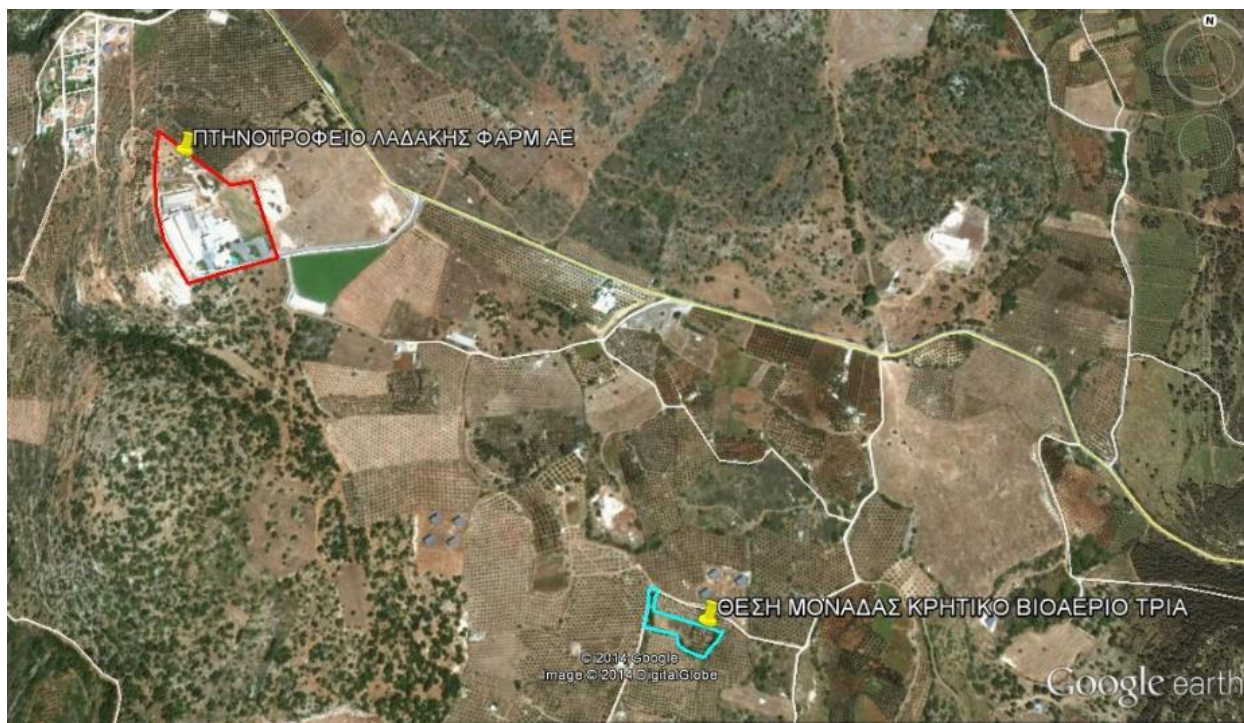
Προϋπολογισμός

A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ €
1	Reception unit for non-pumpable waste	60.000,00 €
2	1 x Digester 1.700 m ³	450.000,00 €
3	1 x Post digester 1200 m ³ with gas storage 250 m ³	350.000,00 €
4	Separation	75.000,00 €
5	Pipe work	60.000,00 €
6	Gas System	55.000,00 €
7	CHP Block	370.000,00 €
8	Electrical installations, wiring and instruments	100.000,00 €
9	Equipment for reception unit for pumpable waste	15.000,00 €
10	Foundation	68.000,00 €
11	Iron salt dosing station for predesulphurisation	17.000,00 €
12	Υποσταθμός 500kVA	30.000,00 €
13	Χωματουργικές Εργασίες & Έργα Πολιτικού Μηχανικού (διαμόρφωση γηπέδου, απορροή ομβρίων, καλωδιώσεις, διαμόρφωση κόμβου, ασφαλτόστρωση εσωτερικής οδοποιίας)	35.000,00 €
14	Γεφυροπλάστιγγα 80TN	13.000,00 €
15	Δεξαμενές Υποδοχής βιομάζας	18.000,00 €
16	Τεμαχιστής Βιομάζας	5.000,00 €
17	Συστήματα διακίνησης βιομάζας	5.000,00 €
18	Λοιπές Τεχνικές Εργασίες (καλωδιώσεις, γειώσεις)	15.000,00 €
19	Δεξαμενή Χωνεμένου Υπολείμματος	25.000,00 €
20	Γεώτρηση/Αντλιοστάσιο	5.000,00 €
21	Δεξαμενή Νερού	5.000,00 €
22	Πυρανίχνευση/Πυρόσβεση/Πυροπροστασία	15.000,00 €
23	Σύστημα CCTV	10.000,00 €
24	Κτίριο Διοίκησης (ISOBOX)	25.000,00 €
25	Περίφραξη	15.000,00 €
		1.841.000,00 €

Εικόνα 18 Οικονομικά στοιχεία του έργου

Κύριος προμηθευτής ύλης

Ο κύριος προμηθευτής της ύλης είναι το πτηνοτροφείο ΛΑΔΑΚΗΣ ΦΑΡΜ με 15.000 τόνους κοπριά ετησίως και απέχει λιγότερο από 2km από τη μονάδα.



Εικόνα 19 Χάρτης αποτύπωσης θέσης μονάδας και κύριου προμηθευτή

Α' ύλες

Οι ακριβές ποσότητες των εισερχόμενων πρώτων υλών δίνονται στον παρακάτω πίνακα :

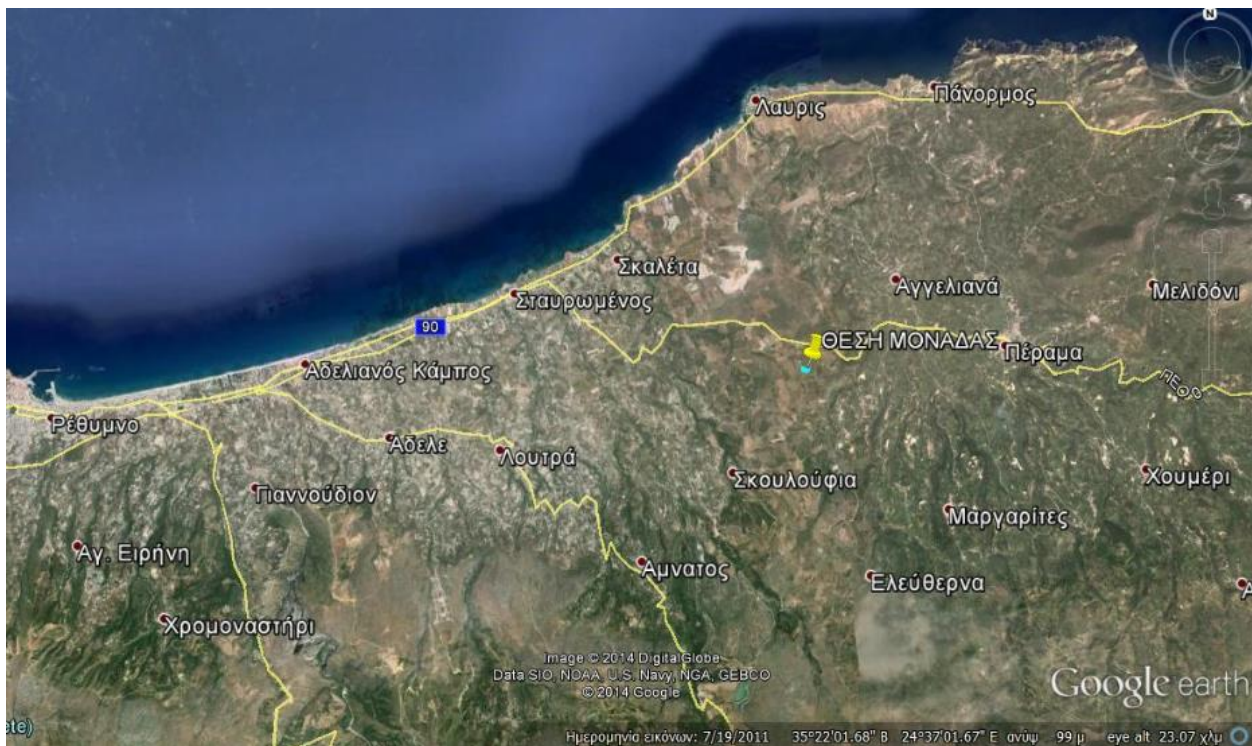
Πίνακας 14 Ποσότητες πρώτων υλών

ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ τόνοι / έτος
Κτηνοτροφικά Απόβλητα	15.000
Αγροτικά απόβλητα	2000
Κλαδέματα	2000
Τυρόγαλο	2000
Απόβλητα Φρούτων και Χυμών	6000
ΣΥΝΟΛΟ	27.000

Χάρτες προσανατολισμού



Εικόνα 20 Χάρτης - Θέση έργου στη Κρήτη



Εικόνα 21 Χάρτης - Θέση έργου στο νομό Ρεθύμνου

Χάρτης ορίων περιοχής Natura 2000



Εικόνα 22 Σημαντικοί βιότοποι του δικτύου Natura 2000 στην ευρύτερη περιοχή του έργου

Συμπεράσματα

Η παγκόσμια δυναμική του βιοαερίου είναι αρκετά μεγάλη ώστε να παρέχει ένα σημαντικό μερίδιο στη μελλοντική ζήτηση για αέριο, εκτιμήσεις δείχνουν ότι το βιοαέριο θα μπορούσε να καλύψει περίπου το 6% του παγκόσμιου εφοδιασμού σε πρωτογενή ενέργεια, ή το ένα τέταρτο της σημερινής κατανάλωσης σε φυσικό αέριο (αέριο ορυκτού μεθανίου). Σε παγκόσμιο επίπεδο, η βιομάζα (συμπεριλαμβανομένων των αποβλήτων σήψης και των βιοαποβλήτων) αντιπροσωπεύει περισσότερο από τα δύο τρίτα όλων των παρεχόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μεταξύ των πηγών βιομάζας, το βιοαέριο είναι μια ενδιαφέρουσα επιλογή με μεγάλη δυναμική που προσφέρει πολλές δυνατότητες στο θέμα της αντικατάστασης και μείωσης της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

Σήμερα η σύγχρονη βιομηχανία παραγωγής βιοαερίου είναι μόλις στην αρχή μιας ευρύτερης υλοποίησης. Με την εξαίρεση λίγων χωρών, όπως είναι η Γερμανία, μόνο ένα μικρό μέρος αυτού του παγκόσμιου δυναμικού έχει γίνει αντιληπτό. Οι λόγοι για την αργή ανάπτυξη του βιοαερίου περιλαμβάνουν: η έλλειψη πληροφόρησης σχετικά με τις δυνατότητες του βιοαερίου, η έλλειψη ενός εκπαιδευμένου εργατικού δυναμικού, το υψηλό κόστος για τη δημιουργία μονάδων παραγωγής, οι γενικά ανεπαρκείς και αναξιόπιστες κυβερνητικές πολιτικές υποστήριξης και ο ανταγωνισμός του φυσικού αερίου ως φθηνότερη εναλλακτική λύση σε πολλά μέρη του κόσμου.

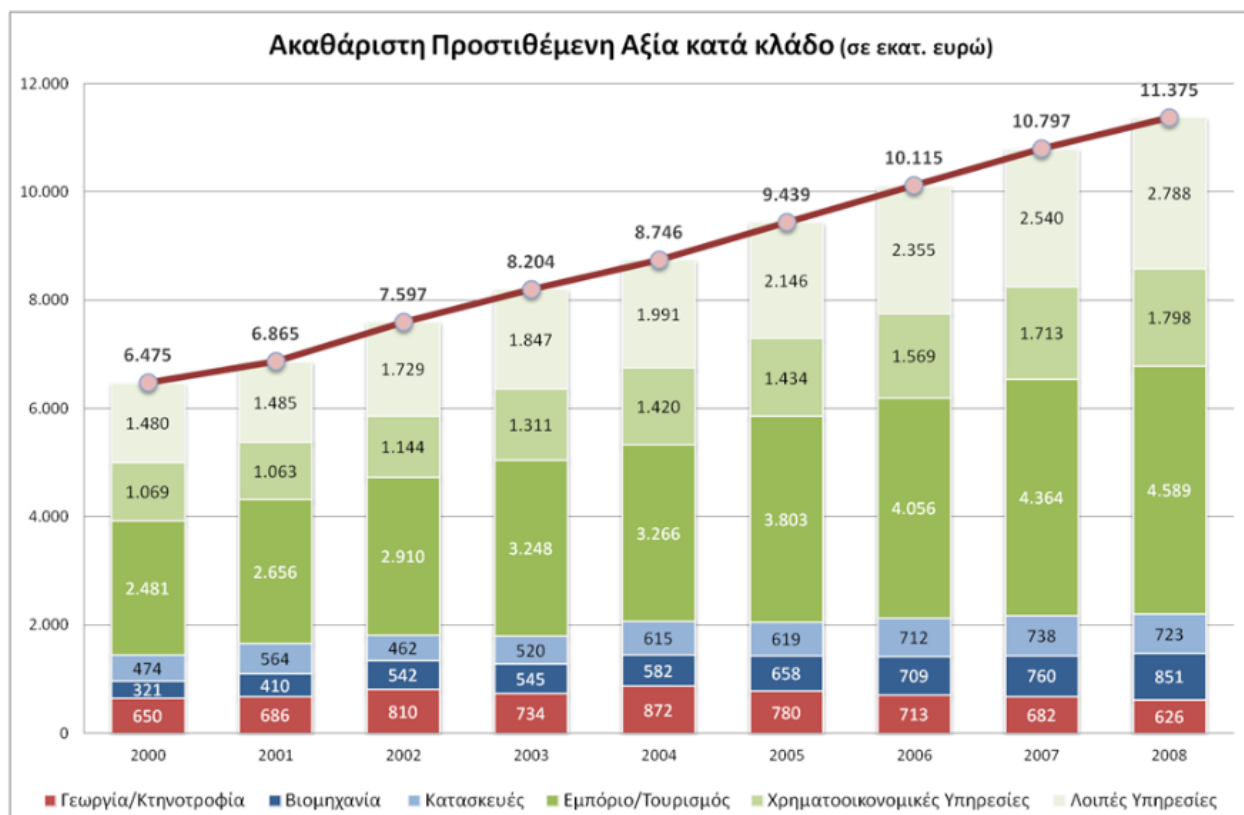
Ένα ειδικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας βιοαερίου είναι η αξιοποίηση των οργανικών αποβλήτων και άλλων οργανικών παραπροϊόντων για την παραγωγή ενέργειας, σε αντίθεση με τη απόρριψη μέσω υγειονομικής ταφής η οποία αναπόφευκτα οδηγεί σε περαιτέρω εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά την διαδικασία της αργής αποσύνθεσης.

Η παραγωγή και η χρήση του βιοαερίου μέσω της διεργασίας της Αναερόβιας Χώνευσης παρέχει πολλά περιβαλλοντικά και κοινωνικό-οικονομικά οφέλη για το σύνολο του πληθυσμού αλλά ιδιαίτερα και για τους εμπλεκόμενους με τη διεργασία αγρότες. Η αλυσίδα της παραγωγής του βιοαερίου ενισχύει την τοπική οικονομία, προστατεύει τις θέσεις εργασίας στις αγροτικές περιοχές και αυξάνει την περιφερειακή αγοραστική δύναμη. Επίσης, βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο και συμβάλλει στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Ας εξετάσουμε

όμως, κάποια οικονομικά στοιχεία για την Περιφέρεια Κρήτης και ποιοι κλάδοι μπορούν να επωφεληθούν από την παραγωγή και χρήση βιοαερίου.

Η Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία στο σύνολο των παραγωγικών κλάδων της Κρήτης ανέρχεται στο ποσό των 11.375 εκατ. ευρώ (στοιχεία έτους 2008). Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, η παραγόμενη προστιθέμενη αξία προϊόντων και υπηρεσιών κατά τη χρονική περίοδο 2000-2008 στην Κρήτη σημειώνει σημαντική αύξηση της τάξεως του 75,67%.

Την υψηλότερη αύξηση στους επιμέρους παραγωγικούς κλάδους παρουσιάζει ο κλάδος «Βιομηχανία και Ενέργεια», ως τμήμα του δευτερογενούς τομέα, με ποσοστό 165% αλλά με σχετικά χαμηλή συνολική προστιθέμενη αξία (851 εκατ. ευρώ). Τη σημαντικότερη συνεισφορά στην προστιθέμενη αξία των προϊόντων της Κρήτης έχει ο κλάδος «Εμπόριο και Τουρισμός», ως τμήμα του τριτογενή τομέα, με 4.589 εκατ. ευρώ ενώ ταυτόχρονα σημειώνει υψηλή αύξηση κατά την περίοδο 2000-2008 της τάξεως του 85%.

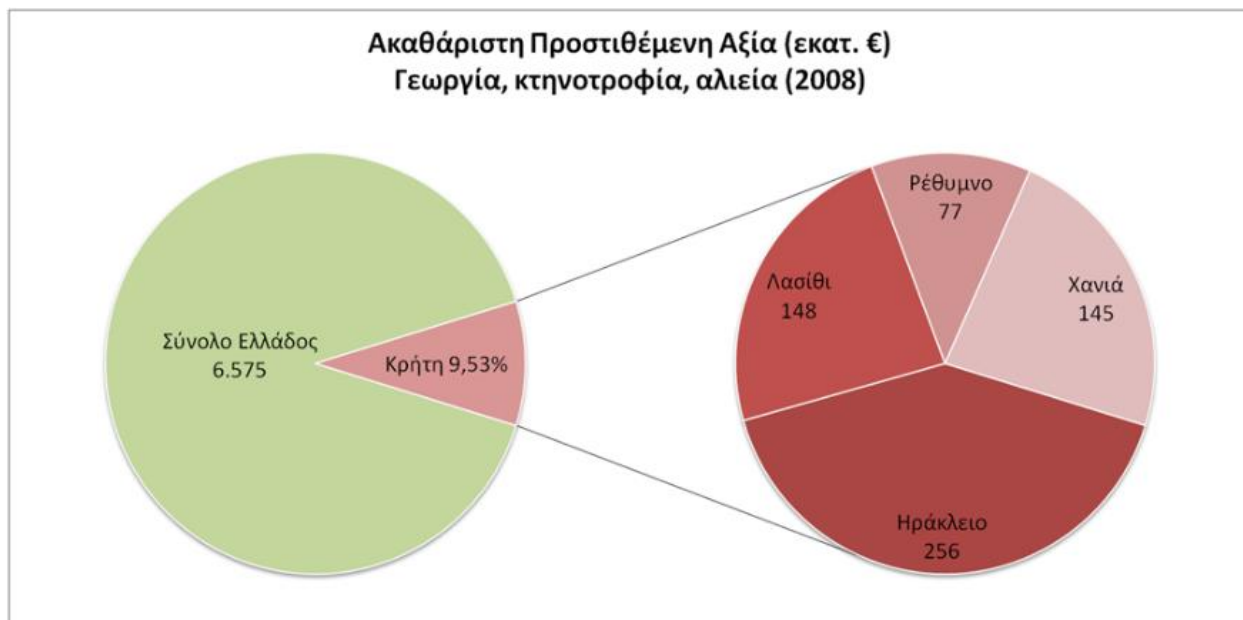


Εικόνα 23 Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία κατά κλάδο στην Κρήτη (Πηγή ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2012)

Ο πρωτογενής τομέας σε απόλυτα μεγέθη παραμένει στάσιμος με πτωτική τάση έχοντας μειώσει όμως αισθητά το ποσοστό συνεισφοράς του στην περιφερειακή προστιθέμενη αξία από 10,04% το 2000 σε 5,51% το 2008. Ο κλάδος «Βιομηχανία και Ενέργεια» έχει, αντιθέτως, ανοδική πορεία με ποσοστό συνεισφοράς από 4,96% το 2000 σε 7,48% το 2008. Τα ποσοστά των υπολοίπων κλάδων παραμένουν σταθερά με αποκλίσεις έως 2 ποσοστιαίες μονάδες.

Στον Πρωτογενή τομέα η Κρήτη συμβάλλει με ποσοστό (9,53%) στην προστιθέμενη αξία του κλάδου σε επίπεδο χώρας. Υπάρχουν, όμως, ακόμα σημαντικά περιθώρια βελτίωσης της παραπάνω τιμής, εστιάζοντας σε θέματα τυποποίησης, προβολής και προώθησης των ποιοτικών αγροτικών προϊόντων της Κρήτης.

Η πτώση της προστιθέμενης αξίας στη γεωργία εξηγείται σε ένα βαθμό από την εγκατάλειψη κάποιων παραδοσιακών καλλιεργειών, όπως η αμπελοκαλλιέργεια, σε συνδυασμό με τη συνεχή πτώση των τιμών του ελαιόλαδου και ορισμένων κηπευτικών προϊόντων. Οι περιοχές στις οποίες σημειώνεται πτώση στη γεωργία είναι εκείνες που παρατηρείται η μεγαλύτερη ανάπτυξη στον τουρισμό. Ο μαζικός τουρισμός αυξάνει μεν τα έσοδα, αλλά συμβάλλει, επίσης και στη δημιουργία ανισοροπιών. Ενώ οι πλέον αναπτυγμένες περιοχές κατά μήκος των βορείων, κυρίως, ακτών του νησιού εξακολουθούν να αναπτύσσονται, οι αγροτικές περιοχές στην ενδοχώρα φθίνουν και η οικονομική τους κατάσταση επιδεινώνεται.



Εικόνα 24 Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία στον κλάδο «Γεωργία και Κτηνοτροφία» (Πηγή ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2012)

Ο πρώτος λοιπόν τομέας που θα μπορέσει να επωφεληθεί από την παραγωγή και χρήση του βιοαερίου είναι ο πρωτογενής. Μπορεί να αποτελέσει ένα εναλλακτικό εισόδημα για τους εμπλεκόμενους αγρότες / κτηνοτρόφους καθώς η παραγωγή της πρώτης ύλης για την λειτουργία των εγκαταστάσεων βιοαερίου καθιστά τις τεχνολογίες του βιοαερίου οικονομικά ελκυστικές για τους αγρότες / κτηνοτρόφους και συμβάλλει στην αύξηση του εισοδήματός τους. Επίσης, οι αγρότες / κτηνοτρόφοι αποκτούν μια νέα και σημαντική κοινωνική λειτουργία ως προμηθευτές ενέργειας και χειριστές της επεξεργασίας των αποβλήτων. Άρα θα υπάρξει και περεταίρω ανάπτυξη στον κλάδο «Βιομηχανία και Ενέργεια» .

Η χωνευμένη βιομάζα, το ονομαζόμενο *κομπόστ*, είναι ένα πολύτιμο λίπασμα – εδαφοβελτιωτικό, πλούσιο σε άζωτο, φώσφορο, κάλιο και θρεπτικά συστατικά, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί στα εδάφη με τον συνηθισμένο εξοπλισμό εφαρμογής των υγρών ή στερών λιπασμάτων. Σε σχέση με την ακατέργαστη κοπριά, το *κομπόστ* έχει βελτιωμένη αποδοτικότητα λίπανσης λόγω της ομοιογένειας και της υψηλότερης διαθεσιμότητας θρεπτικών συστατικών, την καλύτερη αναλογία C/N και την σχεδόν πλήρη απώλεια οσμών. Επιπρόσθετα η παραγωγή βιοαερίου μπορεί να ενσωματωθεί τέλεια στη συμβατική και οργανική καλλιέργεια, όπου το κομπόστ αντικαθιστά τα λιπάσματα, που παράγονται με την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας από ορυκτά καύσιμα.

Η χρήση του κομπόστ ως λίπασμα βελτιώνει την κτηνιατρική ασφάλεια σε σύγκριση με τις αχώνευτες κοπριές. Η βελτίωση της ασφάλειας χρήσης του κομπόστ μπορεί να διασφαλιστεί μέσω της παραμονής στη θερμοφιλή θερμοκρασία χώνευσης, την παστερίωση ή την αποστείρωση υπό πίεση, ανάλογα με τον τύπο της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης. Σε όλες τις περιπτώσεις, ο στόχος είναι η αδρανοποίηση των παθογόνων, ο καθαρισμός των βιολογικών κινδύνων και το σπάσιμο της αλυσίδας μετάδοσης ασθενειών.

Ως εκ τούτου η παραγωγή βιοαερίου απασχολεί εργατικό δυναμικό για την παραγωγή, συλλογή και μεταφορά της πρώτης ύλης, την κατασκευή του τεχνικού εξοπλισμού, την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση των μονάδων παραγωγής βιοαερίου. Η ανάπτυξη της Περιφέρειας Κρήτης με γνώμονα το τομέα βιοαερίου θα συμβάλλει στη δημιουργία νέων επιχειρήσεων, κάποιων με σημαντικό οικονομικό δυναμικό, και θα αυξήσει τα εισοδήματα στις αγροτικές περιοχές και δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας.

Και αυτά είναι μόνο τα οφέλη που έχουν οι κτηνοτρόφοι – παραγωγοί. Η παραγωγή και χρήση του βιοαερίου συμβάλει στους στόχους της ΕΕ για την ενεργεία και την προστασία του περιβάλλοντος(έμμεση συνέπεια την αποφυγή προστίμων από το κράτος), μειώνει ουσιαστικά τα απόβλητα, μειώνει την εξάρτηση της Χώρας από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα ενώ ταυτόχρονα ελαττώνει τις εκπομπές αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τέλος, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε και τις θετικές επιπτώσεις που θα μπορούσε να φέρει η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και στο επίπεδο του τουρισμού που είναι η «βαριά βιομηχανία» όχι μόνο της Κρήτης, αλλά όλης της Ελλάδας, καθώς το γεγονός ότι το νησί μεταμορφώνεται σε «πράσινο» αποτελεί από μόνο του διαφήμιση.

Οι τεχνολογίες που έχουμε επαληθεύσει ότι λειτουργούν για τις πιο αναπτυγμένες Χώρες του Κόσμου θα πρέπει να είναι μπούσουλας για την διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα και όχι οι ξεπερασμένες τεχνολογίες τύπου ΧΥΤΥ ⁴⁰.

⁴⁰ ΧΥΤΥ : Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων

Βιβλιογραφία – Πηγές

Ελληνική βιβλιογραφία

Α Ζαχαρίου και Χ Πρωτογεροπουλος (2000), 1ο Εθνικό Συνέδριο « Τεχνολογίες Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Περιβάλλοντος», σελ. 95-104.

Γ. Μαυρομάτης, Ι.Δ.Ε. Αθηνών, Έκδοση (1971). Δάσος μια ολοκληρωμένη προσέγγιση.

Γεωργακάκης Δ. (1998), Σημειώσεις Εργαστηρίου, Οργάνωση και Σχεδιασμός Κτηνοτροφικών Μονάδων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Γ.Π.Α.).

Γεωργακάκης Δ. (2003), Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Τόμος Γ', Στερεά Γεωργικά Απόβλητα, Πάτρα, Ε.Α.Π..

Γεωργακάκης Δ. (2010), Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Διαχείριση Αποβλήτων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Γ.Π.Α.).

Θεσσαλός Κ., Παπαθεοδώρου Α., Γεωργακάκης Δ. (1988), Γεωργοκτηνοτροφικές Εφαρμογές σε συνεργασία των Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών (Γ.Π.Α.) και Δ/σης Μονόπλων και Μυρκαστικών του Υπουργείου Γεωργίας.

Μαυρομάτης Γ (1980), Το βιοκλίμα της Ελλάδας. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης.

Οικονομόπουλος Α. (2007), Διαχείριση οικιακού τύπου απορριμμάτων, Προβλήματα Εθνικού σχεδιασμού και Ορθολογικές λύσεις.

Πελεκάνης Σταύρος (2003) «Έκθεση αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος για έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ΜΥΗΕ Κρανιάς».

Περλέρος Β., Παπαμαστοράκης Δ., Κριτσωτάκης Μ., Δρακοπούλου Ε. και Παναγόπουλος Α.(2004). Υπόγειο υδατικό δυναμικό Κρήτης, προβλήματα και προοπτικές, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, 2004, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη Απρίλιος 2004

Σφήκα Γ. (1983), Δέντρα και θάμνοι της Ελλάδας.

Σωτηρόπουλος Α., Μαλαμής Δ., Κασιδόνη Μ. και Λοϊζίδου Μ. (2013), Διαχείριση των διατροφικών απορριμμάτων με την τεχνική της ξήρανσης, Τομέας Χημικών Επιστημών, Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

Ξένη βιβλιογραφία

A.I.A. S.A. (1998): Environmental report No. 3 for the first semester 1998 submitted to the General Environmental Directorate of the Ministry of Environment, Town Planning and Public Works

E. Gerasopoulos et al. (2006). Photochemical ozone production in the Eastern Mediterranean.

E. Gerasopoulos et al. (2006). Variability of particulate matter (PM10) mass concentrations over the Eastern Mediterranean.

European Community, (1992). The Impact of Transport on the Environment COM (92) 46 Final, Brussels.

ELFORES et al, (2000). Environmental Impacts from the Use of Renewable Energy Technologies. Thermie B Project No STR-1000-96-HE

G. Bitton (1994), Wastewater Microbiology.

Gujer W. and Zehnder A.J.B., (1983), Conversion processes in anaerobic digestion, Water Science Technology, 15, p.127-167.

Gareth Evans (2001), Biowaste and Biological Waste Treatment.

Handrinos G & Akriotis T. (1997), Birds of Greece.

M.S. Rao, S.P. Singh*, A.K. Singh, M.S. Sodha (2000) «Bioenergy conversion studies of the organic fraction of MSW: assessment of ultimate bioenergy production potential of municipal garbage» Applied Energy, Vol 66, pp 75-87.

Wright R., 2005, Environmental Science.

Kotze J.P., Thiel P.G. and Hattingh W.H.J. (1969). Review paper: Anaerobic digestion II, The characterization and control of anaerobic digestion, Water Research, 3 , p. 459-493.

Mallin και Cahoon, (2003). Industrialized animal production

McCarty P.L (1972), Stoichiometry of biological reactions, International Conference, Towards a Unified Concept of Biological Waste Treatment Design, Atlanta, USA

McCarty P.L (1974), Anaerobic Processes, Birmingham Short Course on Design Aspects of Biological Treatment, IAWPR

MacDonald et al, (2011). Animal nutrition Seventh edition

Sahm, H., (1984), Anaerobic wastewater treatment, Advanced Biochemical Engineering Biotechnology, 29, p 84-115.

Schink B., (1988), Principles and limits of anaerobic degradation: environmental and technological aspects, In: Biology of anaerobic microorganisms, A.J.B. Zehnder (editor), John Wiley and Sons Inc., New York, p.771-846.

Schipanski and Bennett, (2012). Fundamentals of Ecosystem Science

Townsend et al, 2003 Human health effects of a changing global nitrogen cycle

ΆΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ

Εγκεκριμένο Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Περιφέρειας Κρήτης, 2013
Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΣΥ).

Εθνική Μετεωρολογική υπηρεσία (ΕΜΥ).

Έκθεση Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (2007), Τόμος Α', Επιχειρησιακό Πρόγραμμα 'Κρήτης – Νήσων Αιγαίου 2007 – 2013'.

Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ).

ΚΑΠΕ (1998) Εγχειρίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – Ενέργεια από βιομάζα.

Μελέτη για την αναθεώρηση – επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Κρήτης.

Περιφέρεια Κρήτης, Γενική Διεύθυνση Περιφέρειας, Διεύθυνση Υδάτων, Τμήμα Παρακολούθησης και ελέγχου της ποιότητας και ποσότητας των υδάτων(2009). Κατάσταση υπογείων υδροφορέων Κρήτης.

Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κρήτης (GR13) (2015)

Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κρήτης (GR13) (2015)

ΥΠΕΧΩΔΕ– Υπηρεσία Χαρτών.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΚΑ)

Υπουργείο Ανάπτυξης, Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Αθήνα, ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, ΚΕΠΕ, (2003) ‘Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας’.

Φιλοτής. Βάση δεδομένων για την ελληνική φύση.