



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

**Ανάπτυξη Πλήρους Μεθοδολογίας Για Την Αποκατάσταση
ΧΑΔΑ (Χώροι Ανεξέλικτη Διάθεσης Αποβλήτων) Σε
Νησιώτικες Περιοχές**

της
Βαλεντίας Ε. Φοινίκεττου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Αντώνης Ζορπάς

Μάιος, 2014

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**Ανάπτυξη Πλήρους Μεθοδολογίας Για Την Αποκατάσταση ΧΑΔΑ (Χώροι
Ανεξέλικτη Διάθεσης Αποβλήτων) Σε Νησιώτικες Περιοχές**

της
Βαλεντίνας Ε. Φοινίκεττου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Αντώνης Ζορπάς

Μάιος, 2014

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος», της σχολής θετικών και εφαρμοσμένων επιστημών, του Ανοικτού Πανεπιστήμιου Κύπρου. Σκοπός της, η εύρεση βέλτιστων μεθοδολογιών αποκατάστασης, των ΧΑΔΑ, οι οποίοι προκαλούν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και την κοινωνικοοικονομική ευημερία του πλανήτη.

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Αντώνη Ζορπά, για την υπόδειξη και ανάθεση του θέματος, τις επιστημονικές γνώσεις καθώς και την πολύτιμη καθοδήγηση που μου πρόσφερε καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας αυτής.

Τέλος, ειλικρινείς ευχαριστίες εκφράζονται στην οικογένεια μου και τους ανθρώπους που ήταν πάντα δίπλα μου, για την τεράστια τους υπομονή, την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν καθώς και την υποστήριξη τους, αρετές που με εξοπλίζουν με δύναμη για να επιτύχω τους στόχους μου.

Μάιος 2014,

Βαλεντίνα Ε. Φοινίκεττου

Περίληψη

Η τελική διάθεση των ανεπεξέργαστων αποβλήτων, αποτελεί την πιο διαδεδομένη διεθνώς μέθοδο διαχείρισης των αποβλήτων. Η μέθοδος αυτή δεν αποτελεί μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης, αφού τα απόβλητα μπορούν να αξιοποιηθούν, να επεξεργαστούν και να επαναχρησιμοποιηθούν ως νέοι ή υφιστάμενοι πόροι, χωρίς να συνεπάγουν σπατάλη πόρων.

Οι χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων (Χ.Α.Δ.Α) μπορούν να προκαλέσουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και την κοινωνικοοικονομική ευημερία του πλανήτη. Η ρύπανση που προκαλούν οι χώροι διάθεσης αποβλήτων προέρχεται τόσο από την κανονική τους λειτουργία, δηλαδή την διαφυγή αερίων στην ατμόσφαιρα, και στραγγισμάτων στο υπέδαφος και τα υδροφόρα στρώματα καθώς και από περιστατικά ατυχημάτων για παράδειγμα λόγω καθιζήσεων, πυρκαγιών.

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε βασίστηκε στις πραγματικές συνθήκες της Κύπρου και έγινε βάση της ιεράρχησης διαχειριστικών σχεδίων αποκατάστασης. Για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας, εξετάστηκε ο κύκλος ζωής, και η επικινδυνότητα των Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου, καθώς και οι δυσμενείς επιπτώσεις που επιφέρουν οι Χ.Α.Δ.Α. στην Οικονομία, την Κοινωνία και το Περιβάλλον. Επίσης εξετάστηκαν διάφοροι μέθοδοι αποκατάστασης ρυπασμένων εδαφών και υδάτων από βαρέα μέταλλα πχ (Φυτοεξυγίανση) καθώς και η καταλληλότητα εφαρμογής τους, στους χώρους τελικής διάθεσης αποβλήτων.

Ωστόσο, βασικότερο θέμα της μεταπτυχιακής αυτής διατριβής ήταν η αξιολόγηση εναλλακτικών διαχωριστικών σεναρίων αποκατάστασης των χώρων τελικής διάθεσης απόβλητων με εφαρμογή πολύ-κριτηριακής ανάλυσης. Τα εναλλακτικά σεναρία που αξιολογήθηκαν για τους χώρους διάθεσης ήταν η κάλυψη των χώρων και η εξόρυξη του απορριμματικού όγκου με υποπεριπτώσεις: την φυτοεξυγίανση, την κάλυψη του χώρου με φωτοβολταϊκά, την εξόρυξη με ταυτόχρονη ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών. Η αξιολόγηση των εναλλακτικών αυτών διαχειριστικών σχεδίων, διερευνήθηκε βάσει τεσσάρων κριτηρίων: Κοινωνικών, Οικονομικών, Τεχνικών και Περιβαλλοντικών, και εννέα υποκριτηρίων: Κόστος διαχείρισης ανακυκλώσιμων υλικών, Κόστος αποκατάστασης, Κόστος μεταφροντίδας, Χρήσεις γης, Έσοδα από παραγόμενη ενέργεια, Εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, Αποφυγή ρύπανσης, Απλότητα τεχνικής, Κοινωνική αποδοχή. Η Αναλυτική Ιεράρχηση είχε ως στόχο της ιεράρχηση των διαχειριστικών σχεδίων τα οποία μετέπειτα σχολιαστήκαν για κάθε κατηγορία εφαρμογής.

Abstract

Despite the promotion of waste management being held throughout the world, unfortunately the disposal of untreated waste into final landfill sites is the most widely solution these days. Obviously, this cannot be part of an integrated waste management system where waste are recovered, reprocessed and reused as new or existing resources, since nothing is controlled.

Uncontrolled waste disposal on landfill sites causes pollution that can be hazardous on the environment and introduce several problems on socio-economic welfare of the planet, thus moving away from them is a major issue that requires immediate actions. Waste disposal pollution is caused by either normal operations, such as the emissions of landfill gas into the atmosphere and the leakage of leachate in subsoil (and then to the aquifer) or the accident from subsidence and fires; either way they constitute serious threads to public health and the environment.

In this research we try to develop a methodology of rehabilitation of landfill sites on large islands. If landfill sites are problematic in mainland scenarios, in large islands the situation is even worse. The limited surface of islands, the volume of waste which is steadily increased (due to fishing, tourism or other sources) and the waste washed up from open seas, magnify the problem and makes them a priority.

For the proposed methodology we used Cyprus as a case study. We evaluated different management plans for landfill restoration through multi-criteria analysis on the conditions found currently on the island. We examined the life cycle assessment (LCA) plan of uncontrolled landfill sites, their waste forms and the risk assessment of Cyprus landfills. Finally, we evaluated various recovery methods of soil and water contaminated with heavy metals (since these are very common in waste disposal sites) such as Permeable treatment walls, phytoremediation, biochemical process, and their suitability to Cyprus. Different scenarios were evaluated based on the effects of the pollution, the restoration and aftercare costs, the gas emissions, the simplicity of implementation, the perspective of land development, and, finally, for each open dump site the best option was chosen.

Περιεχόμενα

<i>Ευχαριστίες</i>	<i>ii</i>
<i>Περίληψη</i>	<i>iii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iv</i>
<i>Περιεχόμενα</i>	<i>v</i>
<i>Κατάλογος Πινάκων</i>	<i>viii</i>
<i>Κατάλογος Διαγραμμάτων</i>	<i>x</i>
<i>Κατάλογος Εικόνων</i>	<i>xii</i>
<i>Κατάλογος Χαρτών</i>	<i>xiii</i>
<i>Ακρωνύμια</i>	<i>xiii</i>
<i>Εισαγωγή</i>	<i>1</i>
1.1 Προσδιορισμός επιπτώσεων της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων.....	1
1.1.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	1
1.1.2 Κοινωνικές Επιπτώσεις.....	2
1.1.3 Οικονομικές επιπτώσεις.....	2
1.2 Διάσταση του προβλήματος.....	2
1.3 Αντικείμενο της διατριβής.....	3
1.3.1 Δομή της Μεταπτυχιακής Διατριβής.....	3
1.3.2 Κύρια στοιχεία καινοτομίας της διατριβής:.....	4
<i>Βιβλιογραφική ανασκόπηση – Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης</i>	<i>5</i>
2.1 Κατηγορίες αποβλήτων.....	5
2.1.1 Κατηγορίες Αποβλήτων στην Ε.Ε.....	6
2.1.2 Ανάλυση κατηγοριών - ειδών αποβλήτων.....	7
2.1.3 Παραγωγή αποβλήτων στην Κύπρο.....	11
2.2 Μεθοδολογίες αποκατάστασης χώρων τελικής απόθεσης αποβλήτων.....	14
2.2.1 Εδαφική κάλυψη αποβλήτων.....	14
2.2.2 Εξόρυξη των Χ.Α.Δ.Α. – Ανάκτηση υλικών.....	14
2.3 Στραγγίσματα.....	15
2.3.1 Σύσταση των στραγγισμάτων.....	15
2.3.2 Εκτίμηση ποσότητας παραγόμενων στραγγισμάτων.....	16
2.3.3 Διαχείριση στραγγισμάτων.....	16
2.4 Βιοαέριο.....	17
2.4.1 Σύνθεση βιοαερίου.....	18
2.4.2 Επιπτώσεις παραγόμενου βιοαερίου.....	19
2.5 Χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων σε διεθνές επίπεδο.....	20
2.6 Χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων στην Κύπρο.....	21

2.7	Ευρωπαϊκή και Κυπριακή νομοθεσία	27
2.7.1	Περί Αποβλήτων και Υγειονομικής Ταφής	28
2.7.2	Οδηγία 99/31/ΕΚ Περί Υγειονομικής Ταφής των Αποβλήτων	28
2.7.3	Οδηγία 2008/98/ΕΚ Περί Αποβλήτων	28
2.7.4	Οδηγία 2000/76/ΕΚ Για την αποτέφρωση των αποβλήτων.....	30
2.7.5	Περί Συσκευασιών και Αποβλήτων	30
2.7.6	Περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων.....	31
2.7.7	Για την Διαχείριση Οχημάτων στο Τέλος του Κύκλου Ζωής.....	32
2.7.8	Περί Αδρανών Αποβλήτων και Αποβλήτων της Εξορυκτικής Βιομηχανίας.....	32
Μεθοδολογία.....		33
3.1	Ποιοτική σύνθεση αποβλήτων	34
3.2	Τρόπος διάθεσης αποβλήτων	35
3.3	Εκτίμηση επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α.....	35
3.3.1	Επαρχία Λευκωσίας	42
3.3.2	Επαρχία Λεμεσού.....	47
3.3.3	Επαρχία Λάρνακας.....	52
3.3.4	Επαρχία Πάφου	56
3.3.5	Επαρχία Αμμοχώστου	61
3.4	Ανάλυση Κύκλου ζωής	65
3.4.1	Χρήσεις της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	67
3.4.2	Εφαρμογή ΑΚΖ στη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων.....	68
3.5	Μηχανισμοί και τεχνικές εξυγίανσης.....	72
3.5.1	Φυτοεξυγίανση	72
3.5.2	Διαπερατά τοιχώματα (Permeable treatment walls).....	75
3.5.3	Βιοχημικές διαδικασίες	76
3.5.4	Υαλοποίηση.....	76
3.6	Αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων	77
3.6.1	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πολύ-κριτηριακής ανάλυσης	79
3.6.2	Σταδία διαδικασίας πολύ-κριτηριακής ανάλυσης	80
3.6.3	Εφαρμογή της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης (ΑΗΡ).....	81
Αποτελέσματα.....		90
4.1	Εφαρμογή μεθόδου με ισοβαρή κριτήρια	91
4.2	Εφαρμογή μεθόδου με εκτιμώμενη βαρύτητα – Επιλογή Βέλτιστου σεναρίου	92
4.3	Συμπεράσματα της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης.....	95
Συζήτηση –Συμπεράσματα – Εισηγήσεις.....		99
5.1	Συζήτηση –Συμπεράσματα.....	99
5.2	Αδυναμίες – Περιορισμοί.....	100
5.3	Προτάσεις – Εισηγήσεις.....	101
Βιβλιογραφία.....		102
Παράρτημα Ι: Επίσημοι Χ.Α.Δ.Α Κύπρου.....		I-1

<i>Παράρτημα II: Χρήση λογισμικού MakeitRational</i>	<i>II-1</i>
<i>Παράρτημα III: Εικόνες.....</i>	<i>III-1</i>

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Χημική σύσταση στραγγισμάτων (Ehrig H.J.,1983).....	16
Πίνακας 2.3: Τύποι και όγκοι αερίων που χαρακτηρίζουν το βιοαέριο (Mohammed et al.,2013).....	19
Πίνακας 2.4: Πρόβλεψη Διαχρονικής εξέλιξης πληθυσμού για τα έτη 2011-2040 (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013).....	24
Πίνακας 2.5: Συνολική απογραφή επισήμων Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου.....	26
Πίνακας 2.6: Διάρκεια λειτουργίας επισήμων Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου.....	27
Πίνακας 3.1:Ποιοτική σύσταση αποθεθέντων σε Χ.Α.Δ.Α. απορριμμάτων (CyΣΤΑΤ, 2013).....	34
Πίνακας 3.2: Βαθμός επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)	36
Πίνακας 3.3: Μήτρα 1 - Πηγή ρύπανσης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)	37
Πίνακας 3.4: Μήτρα 2 _α – Βροχόπτωση - μονοπάτι (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)	38
Πίνακας 3.5: Μήτρα 2 _β – Υδροφόρος - μονοπάτι (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004).....	39
Πίνακας 3.6: Μήτρα 3 – Αποδέκτης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)	40
Πίνακας 3.7: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από του Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Λευκωσίας (CyΣΤΑΤ,2013)	43
Πίνακας 3.8: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Λευκωσίας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό Αθαλάσσης (Μ.Υ.Κ.,2014)	44
Πίνακας 3.9: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Λευκωσίας.....	46
Πίνακας 3.10: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από του Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Λεμεσού (CyΣΤΑΤ,2013)	48
Πίνακας 3.11: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Λεμεσού για την χρονική περίοδο 1991-2005 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Δημόσιου Κήπου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	48
Πίνακας 3.12: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Λεμεσού	50
Πίνακας 3.13: Όρια παραμέτρων για την εκτίμηση των χημικών και φυσικοχημικών συνθηκών των επιφανειακών υδάτων στην Κύπρο (Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων,2014).....	52
Πίνακας 3.14: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από του Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Λάρνακας (CyΣΤΑΤ,2013)	54
Πίνακας 3.15: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Λάρνακας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	54
Πίνακας 3.16: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Λάρνακας	56
Πίνακας 3.17: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από του Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Πάφου (CyΣΤΑΤ,2013)	58
Πίνακας 3.18: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Πάφου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	58
Πίνακας 3.19: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Πάφου	60
Πίνακας 3.20: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από του Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Αμμοχώστου (CyΣΤΑΤ,2013)	62
Πίνακας 3.21: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Αμμοχώστου για την χρονική περίοδο 1991-2005 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Νοσοκομείου Παραλιμνίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	63

Πίνακας 3.22: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Αμμοχώστου	64
Πίνακας 3.23: Γνωστές οικογένειες φυτών υπερσυσσωρευτών βαρέων μετάλλων κατά τον Brooks το 1998.....	73
Πίνακας 3.24: Θεμελιώδης κλίμακα του Saaty T. (Saaty T., 1990)	83
Πίνακας 4.1: Βαθμολόγηση κριτηρίων και υποκριτηρίων αξιολόγησης κατά την μέθοδο πολύκριτηριακής ανάλυσης, AHP	90
Πίνακας Π I - 1: Αναλυτικά οι επίσημοι Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου σε σχέση με το έτος έναρξης, παύσης και την περιοχή στην οποία βρίσκονται. Τα χρώματα είναι ανάλογα της επαρχίας. (Υπουργείο Εσωτερικών Κύπρου, 2013).....	1

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2.1: Ταξινόμηση είδους αποβλήτων.....	9
Διάγραμμα 2.2: Παραγόμενες ποσότητες Α.Σ.Α. που αντιστοιχούν σε kg ανά άτομο, σε σχέση με το έτος (Eurostat,2013).....	12
Διάγραμμα 2.3: Διαχείριση παραγόμενης ποσότητας Α.Σ.Α. ανά άτομο για το έτος 2010 (Eurostat,2013).....	13
Διάγραμμα 2.4: Ποσοστιαία σύνθεση Α.Σ.Α. τα οποία συλλέχτηκαν ως ανακυκλώσιμα εν έτος 2010 (Eurostat,2013).....	13
Διάγραμμα 2.5: Σχηματική αναπαράσταση φάσεων σχηματισμού βιοαερίου (Y.Li et al.,2011).....	18
Διάγραμμα 2.6: Αριθμός κατοίκων της Κυπριακής Δημοκρατίας (Eurostat,2013).....	23
Διάγραμμα 2.7: Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά επαρχία της ελεύθερης Κύπρου για το έτος 2011 (Cυστατ,2013).....	23
Διάγραμμα 2.8: Υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Κύπρο (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013).....	25
Διάγραμμα 2.9: Ιεράρχηση επιλογών για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 4 της οδηγίας 2008/98/EK.....	29
Διάγραμμα 3.1: Σχηματική απεικόνιση μεθοδολογίας.....	33
Διάγραμμα 3. 2: Ποσοστιαία σύσταση αποβλήτων Χ.Υ.Τ.Α Πάφου για το 2012 (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013).....	34
Διάγραμμα 3.3: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Λευκωσίας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό Αθαλάσσης (Μ.Υ.Κ.,2014).....	44
Διάγραμμα 3.4: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Λευκωσίας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό Αθαλάσσης (Μ.Υ.Κ.,2014).....	45
Διάγραμμα 3.5: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Λεμεσού για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Δημόσιου Κήπου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	49
Διάγραμμα 3.6: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Λεμεσού για την χρονική περίοδο 1991-2005 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Δημόσιου Κήπου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	49
Διάγραμμα 3.7: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Λάρνακας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	55
Διάγραμμα 3.8: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Λάρνακας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	55
Διάγραμμα 3.9: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Πάφου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	59
Διάγραμμα 3.10: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Πάφου για την χρονική περίοδο 1991-2005 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	59
Διάγραμμα 3.11: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Αμμοχώστου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Νοσοκομείου Παραλιμνίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	63

Διάγραμμα 3.12: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Αμμοχώστου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Νοσοκομείου Παραλιμνίου (Μ.Υ.Κ.,2014).....	64
Διάγραμμα 3.13: Στάδια Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ISO 14040, 2006)	66
Διάγραμμα 3.14: Διάγραμμα ροής ανάλυσης κύκλου ζωής	71
Διάγραμμα 3.15: Διάγραμμα της διαδικασίας της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης όπου δίνονται οι σχέσεις μεταξύ των σεναρίων των επιδόσεων, των κριτηρίων και των συντελεστών βαρύτητας (Περκουλίδης, 2001).....	79
Διάγραμμα 3.16: Στάδια Πολύ-κριτηριακής ανάλυσης	81
Διάγραμμα 3.17: Ιεραρχική δομή προβλήματος επιλογής μεθοδολογίας αποκατάστασης Χ.Α.Δ.Α. με την μέθοδο ΑΗΡ.....	83
Διάγραμμα 3.18: Στρωματογραφική κολώνα τελικής κάλυψης (α) μεγάλης επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α. και (β) μικρής επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α.	84

Διάγραμμα 4.1: Ίση βαρύτητα βασικών κριτηρίων για την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων.....	91
Διάγραμμα 4.2: Ραβδοδιάγραμμα ιεράρχησης εναλλακτικών σεναρίων με ισοβαρή βασικά κριτήρια.....	92
Διάγραμμα 4.3: Βαρύτητα βασικών κριτηρίων για την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων.....	93
Διάγραμμα 4.4: Ιεράρχησης εναλλακτικών σεναρίων	93
Διάγραμμα 4.5: Σειρά κατάταξης εναλλακτικών σεναρίων μεθοδολογίας αποκατάστασης για την βέλτιστη επιλογή σεναρίου.....	94
Διάγραμμα 4.6: Σύγκριση εναλλακτικού σεναρίου ανά κίνητρο.....	95
Διάγραμμα 4.7: Ιεράρχηση των τεχνολογιών βάση των οικονομικών κριτηρίων (πάνω διάγραμμα) και των κοινωνικών κριτηρίων (κάτω διάγραμμα).....	96
Διάγραμμα 4.8: Ιεράρχηση των τεχνολογιών βάση των τεχνικών κριτηρίων	97
Διάγραμμα 4.9: Ιεράρχηση των τεχνολογιών βάση των Περιβαλλοντικών κριτηρίων	98

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Στο πάνω μέρος το Hiriya Mountain του Tel Aviv πριν την έναρξη της διαχείρισης των απόβλητων που το αποτελούν, ενώ στο κάτω μέρος απεικονίζονται τα προβλεπόμενα αποτελέσματα	21
Εικόνα 2.2: Αριστερά η είσοδος του κλειστού Χ.Α.Δ.Α της Επισκοπής Λεμεσού μετά από την μεγάλη πυρκαγιά του 2013. Δεξιά παρουσιάζεται ένας μη επίσημος Χ.Α.Δ.Α. στο κέντρο της Λεμεσού.....	27
Εικόνα 3.1: Στάδια διάθεσης αποβλήτων στο Βατί Λεμεσού: απόθεση, επικάλυψη, τοπίο....	35
Εικόνα 3.2: Πορεία λυμάτων στο Βατί της Λεμεσού	36
Εικόνα 3.3: Μηχανισμοί φυτοεξυγίανσης εδάφους και υδροφόρων στρωμάτων(Mulligan et al., 2001).....	74
Εικόνα 3.4: Χρήση διαπερατών τοιχωμάτων για εξυγίανση εδάφους και υδροφόρων στρωμάτων (Mulligan et al., 2001)	75
Εικόνα 3.5: Τεχνική υαλοποίησης για εξυγίανση εδάφους (Mulligan et al., 2001)	77
Εικόνα Π Π - 1: Καθορισμός του προβλήματος της ΑHP στο λογισμικό περιβάλλον MakeitRational.....	Π-1
Εικόνα Π Π - 2: Καθορισμός των εναλλακτικών σεναρίων της ΑHP	Π-1
Εικόνα Π Π - 3: Διάγραμμα ροής – σύζευξη στόχου, κριτηρίων και υποκριτηρίων	Π-2
Εικόνα Π Π - 4: Βαθμολόγηση των κριτηρίων και των υποκριτηρίων.....	Π-3
Εικόνα Π Π - 5: Τελικά διαγράμματα που παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της πολύκριτηριακής ανάλυσης.	Π-3
Εικόνα Π ΙΙΙ -1: Σωρός από απόβλητα στο Βατί της Λεμεσού.....	ΙΙΙ-1
Εικόνα Π ΙΙΙ -2: Διάθεση λυμάτων στο Βατί της Λεμεσού	ΙΙΙ-1
Εικόνα Π ΙΙΙ -3: Διαδοχικές λίμνες υπερχειλίσης λυμάτων στο Βατί της Λεμεσού.....	ΙΙΙ-2
Εικόνα Π ΙΙΙ - 4: «Εδαφοκαλυμμένα» απόβλητα στο Βατί	ΙΙΙ-2
Εικόνα Π ΙΙΙ -5: Δύσοσμη ιλύς και νεκρή πανίδα στην κοίτη του ποταμού Γαρύλλη δίπλα στο Βατί.....	ΙΙΙ-3
Εικόνα Π ΙΙΙ -6: Σωρός από απόβλητα (κυρίως γυάλινες φιάλες) σε ανεπίσημο ΧΑΔΑ Λεμεσού	ΙΙΙ-3
Εικόνα Π ΙΙΙ -7: Ένας ανεπίσημος Χ.Α.Δ.Α. στον δήμο Αγίου Αθανασίου στην Λεμεσό .	ΙΙΙ-4

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 2.1: Γεωλογικός Χάρτης Κύπρου (Γεωλογική Επισκόπηση Κύπρου 1995)	22
Χάρτης 2.2: Τοποθεσίες των Χ.Α.Δ.Α. στις περιοχές της ελεύθερης Κύπρου (in Qgis)	26
Χάρτης 3.1: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Λευκωσίας σε Landsat εικόνα(in Qgis)	42
Χάρτης 3.2: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Λεμεσού σε Landsat εικόνα (in Qgis).....	47
Χάρτης 3.3: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Πάφου σε Landsat εικόνα (in Qgis)	57
Χάρτης 3.4: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Αμμοχώστου σε Landsat εικόνα (in Qgis)	61

Ακρωνύμια

BOD	: Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο
COD	: Χημικά Απαιτούμενο οξυγόνο
CySTAT	: Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου
EPA	: Enviromenantal Protection Agent
A.Ε.Π.	: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
A.K.Z.	: Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Analysis - L.C.A.)
A.Σ.Α.	: Αστικά Στερεά Απόβλητα
E.E.	: Ευρωπαϊκή Ένωση
E.K.A.	: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων
Κ.Δ.Π.	: Κανονιστική Διατακτική Πράξη
MOT	: Ministry of Transport test (Μηχανολογικός έλεγχος οχημάτων)
M.Y.K.	: Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου
O.E.Δ.A.	: Ολοκληρωμένη Εγκατάσταση Διαχείρισης Απορριμμάτων
O.T.K.Z.	: Οχήματα στο Τέλος του Κύκλου Ζωής τους
Σ.Α.Λ.Α.	: Συμβούλιο Αποχετεύσεως Λεμεσού Αμαθούντας
Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.	: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Ελλάδα)
X.A.Δ.A.	: Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων
X.Y.T.A.	: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
X.Y.T.Y.	: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων

1

Εισαγωγή

Παρά την παγκόσμια προώθηση ορθών πρακτικών διαχείρισης στερεών αποβλήτων, η πιο διαδεδομένη μέθοδος διεθνώς, είναι η απόθεση των ανεπεξέργαστων απορριμμάτων σε τελικούς χώρους διάθεσης. Η μέθοδος αυτή δεν αποτελεί μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης, αφού τα απόβλητα μπορούν να αξιοποιηθούν, να επεξεργαστούν και να επαναχρησιμοποιηθούν ως νέοι ή υφιστάμενοι πόροι. Οι χώροι τελικής διάθεσης, είτε πρόκειται για χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων (Χ.Α.Δ.Α.), είτε πρόκειται για ακατάλληλων προδιαγραφών χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων (Χ.Υ.Τ.Α.), μπορούν να προκαλέσουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και την κοινωνικοοικονομική ευημερία του πλανήτη. Η ρύπανση που προκαλείται στα υδάτινα δίκτυα, το υπέδαφος καθώς και την ατμόσφαιρα, η ανάπτυξη πυρκαγιών λόγω της ένωσης του βιοαερίου με τον ατμοσφαιρικό αέρα, αποτελούν σοβαρές απειλές για το περιβάλλον και την δημόσια υγεία.

Προσδιορισμός επιπτώσεων της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων

Το περιβάλλον ως έννοια, περιλαμβάνει όλους τους ζώντες οργανισμούς καθώς και την άβια ύλη που συνυπάρχουν στην Γη. Η αστικοποίηση, η ανάπτυξη της τεχνολογίας και της οικονομίας παρεμβαίνουν στην διατήρηση και την ανάπτυξη του περιβάλλοντος, αφού οι ανθρώπινες δραστηριότητες κάθε τύπου, δύναται να επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στις τρεις συνιστώσες του περιβάλλοντος (νερό – αέρας – έδαφος) με περαιτέρω δυσμενή αποτελέσματα στα οικοσυστήματα και την υγεία των ζώντων οργανισμών. Η αλόγιστη απόρριψη αποβλήτων και οι αναποτελεσματικοί μέθοδοι διαχείρισης επιφέρουν οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η ρύπανση η οποία προκαλείται από τους χώρους τελικής διάθεσης αποβλήτων προέρχεται τόσο από την κανονική λειτουργία τους (εκπομπή αερίων στην ατμόσφαιρα, έκχυση στραγγισμάτων), όσο και από τα περιστατικά ατυχημάτων (πχ πυρκαγιές), με την ρύπανση των ατυχημάτων να είναι πολλές φορές σημαντικότερη από την κανονική τους λειτουργία. Παρ' όλα αυτά, συνήθεις είναι οι περιπτώσεις εσκεμμένης καύσης των απορριμμάτων για την μείωση του όγκου τους ή την ανάκτηση μετάλλων, με αποτέλεσμα την έκλυση υψηλής επικινδυνότητας ρύπων για την δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

1.0.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η συνεχής αύξησης των αποβλήτων με τον χρόνο (Eurostat, 2013), η τοξική τους φύσης και ο επικίνδυνος χαρακτήρας τους αποτελούν ένα από τους κυριότερους άξονες καταστροφής του

φυσικού περιβάλλοντος. Αναλυτικότερα: Τα στραγγίσματα που δημιουργούνται στους χώρους διάθεση αποβλήτων καθώς και τα υγρά απόβλητα ρυπαίνουν την θάλασσα, τους υδροφορείς (υπόγειους και επιφανειακούς) και το υπέδαφος. Λόγω της μεταφοράς των ρύπων και της μόλυνσης από το νερό σε φυτά, ζώα, ψάρια και πτηνά καταστρέφεται η χλωρίδα και η πανίδα της περιοχής. Η ανθρώπινη υγεία κινδυνεύει όχι μόνο από τα ίδια τα υγρά, αλλά και από την κατανάλωση των μολυσμένων από αυτά ειδών (πουλιά, ψάρια, ζώα). Σε πολλές περιπτώσεις ο εκτεταμένος αριθμός μόλυνσης και θανάτου μπορεί να επιφέρει ακόμα και εξαφάνιση ειδών.

Οι εκπομπές αερίων από τους Χ.Α.Δ.Α. καθώς και από τις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων ρυπαίνουν, προκαλούν δυσοσμία και οχλήσεις (Zhu et al.,2009), μολύνουν, μειώνουν την παραγωγή οξυγόνου στην ατμόσφαιρά και επηρεάζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Ramos et al.,2006). Τα αέρια που απελευθερώνονται από τα απόβλητα των Χ.Α.Δ.Α. είναι υπεύθυνα για την καταστροφή της χλωρίδας στις γύρω περιοχές των Χ.Α.Δ.Α, λόγω της εκδίωξης του απαραίτητου για την αναπνοή των φυτών οξυγόνου. Οι υδροφόροι ορίζοντες επηρεάζονται από την διάλυση του βιοαερίου στο νερό και το έδαφος από την όξινη βροχή και τις όξινες απορροές. Σημαντικό αρνητικό αποτέλεσμα είναι και η καύση δασών λόγω των πυρκαγιών που αναπτύσσονται στους χώρους αυτούς είτε από ανάφλεξη είτε από κακόβουλες ενέργειες.

1.0.2 Κοινωνικές Επιπτώσεις

Η συνηθέστερη μέθοδος για αποκατάσταση των χώρων διάθεσης αποβλήτων αποτελεί η μέθοδος της εδαφοκάλυψης με αποτέλεσμα ο όγκος των αποβλήτων να υπερβαίνει τη φυσική ικανότητα του περιβάλλοντος για αποδόμηση και αφομοίωση τους· έτσι απειλείται η δημόσια υγεία από τα ίδια τα απόβλητα καθώς από τα προϊόντα τους. Πολύ μεγάλος, όπως προαναφέρθηκε, είναι και ο κίνδυνος από την κατανάλωση μολυσμένης τροφής, αποτέλεσμα της εισδοχής της μόλυνσης στην τροφική αλυσίδα. Σημαντικοί κίνδυνοι για ατυχήματα εντός των Χ.Α.Δ.Α. παρουσιάζονται λόγω της αστάθειας του πρανούς απόθεσης των απορριμμάτων ενώ κίνδυνοι παρουσιάζονται λόγω εκδήλωσης πυρκαγιών και αυταναφλέξεων αλλά και των τοξικών αερίων που παράγονται κατά την καύση των αποβλήτων.

1.0.3 Οικονομικές επιπτώσεις

Η αποκατάσταση και η μετέπειτα φροντίδα των χώρων διάθεσης των αποβλήτων απαιτεί υψηλά κόστη για επεξεργασία και διαχείριση των αποβλήτων από την κοινωνία καθώς και δαπάνες για υιοθέτηση τεχνολογιών διαλογής. Οι καταναλωτές πληρώνουν διπλά την περιβαλλοντική διαχείριση κάθε προϊόντος που αγοράζουν χωρίς να υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές στην Κύπρο για την επεξεργασία κάθε τύπου αποβλήτου.

Διάσταση του προβλήματος

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα και η Βόρεια Αμερική, λόγω των μεγάλων όγκων αποβλήτων που παράγουν, οι οποίοι υπερβαίνουν της φυσικής ικανότητας του περιβάλλοντος για αποδόμηση και αφομοίωση, έκριναν αναγκαία την λήψη μέτρων για ορθές πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων και αποκατάστασης των προϋπαρχόντων χώρων διάθεσης. Έτσι ανάπτυξαν

οδηγίες και νομοθεσίες για μείωση των δυσμενών επιπτώσεων που επιφέρει η τελική διάθεση αποβλήτων στην κοινωνία την οικονομία και το περιβάλλον (Crawford,2013).

Από το 2005, το Ευρωπαϊκό δικαστήριο ξεκίνησε την καταδίκη των κρατών μελών της για τις επανειλημμένες μη συμμορφώσεις στις νομοθεσίες της Ε.Ε. περί απόβλητων. Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία, δεν έπρεπε να υπάρχουν εν λειτουργία Χ.Α.Δ.Α., αντί αυτού στην Κυπριακή επικράτεια λειτουργούν νόμιμα, 2 από τους νόμιμα εγγεγραμμένους 117 Χ.Α.Δ.Α.. Οι χώροι διάθεσης αποβλήτων μετά την παύση λειτουργίας τους πρέπει να αποκαταστηθούν ώστε να μειωθεί η ρύπανση και να εναρμονιστούν στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής. Αυτό γίνεται μέσω της εξόρυξης και διαχείρισης των απορριμμάτων και των παραγόντων τους (στραγγίσματα, βιοαέριο) και την περιβαλλοντική αποκατάσταση των χώρων. Στην Ευρώπη, η αποκατάσταση των χώρων είναι νομική υποχρέωση κάθε κράτους μέλους, τυχών παράλειψη της επιφέρει κυρώσεις από την Ε.Ε., λόγω των μη συμμορφώσεων του στην οδηγία 99/31/ΕΚ.

Αντικείμενο της διατριβής

Αντικείμενο της διατριβής είναι η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας αποκατάστασης των Χ.Α.Δ.Α. μεγάλων νησιωτικών περιοχών της Μεσογείου, βασιζόμενη στα σύγχρονα ευρωπαϊκά δεδομένα και την εφαρμογή της οδηγίας – πλαίσιο 2008/98/ΕΚ. Η αποκατάσταση πρέπει να εναρμονισμένη με τις Κυπριακές και Ευρωπαϊκές νομοθεσίες, καθώς και με τις αρχές μιας αειφόρου ανάπτυξης, ώστε να εξαλειφτούν οι αρνητικές συνέπειες της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων. Τα νησιά παρουσιάζουν συνήθως σημαντική αύξηση αποβλήτων από την αλιεία και τον τουρισμό, εκτεταμένη είναι και η παρουσία απορριμμάτων σε νησιά ανοιχτών θαλασσών λόγω της μεταφοράς τους από τα θαλάσσια ύδατα. Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε βασίστηκε στις πραγματικές συνθήκες της Κύπρου και έγινε βάση της ιεράρχησης διαχειριστικών σχεδίων αποκατάστασης.

1.2.1 Δομή της Μεταπτυχιακής Διατριβής

Η παρούσα διατριβή συνίσταται σε 5 κεφάλαια. Το πρώτο αποτελεί την εισαγωγή της εργασίας και αναφέρεται στο ερευνητικό αντικείμενο και την δομή της διατριβής. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται προσδιορισμός των δυσμενών επιπτώσεων που επιφέρουν τα συσσωρευμένα απόβλητα των Χ.Α.Δ.Α. στο περιβάλλον την οικονομία και την ανθρώπινη υγεία, επιπτώσεις μέσω των οποίων κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων για αποκατάσταση των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων. Το δεύτερο κεφάλαιο καλύπτει την βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος και την ανάλυση της υφισταμένης κατάστασης της Κύπρου. Δηλαδή γίνεται αναφορά στους τρόπους αποκατάστασης των Χ.Α.Δ.Α. μέσω διαδικασιών εξόρυξης, ανάκτησης υλικών, της απλής εδαφοκάλυψης, της κάλυψης με φωτοβολταϊκά και της φυτοεξυγίανσης, καθώς αναφέρονται μεθοδολογίες και τεχνικές αποκατάστασης από τον διεθνή χώρο. Αναφορά γίνεται επίσης στις ευρωπαϊκές και κυπριακές νομοθεσίες. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία η οποία εφαρμόστηκε για την ανάλυση του θέματος, η πολύ-κριτηριακή ανάλυση και η ανάλυση κύκλου ζωής, ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας. Τέλος το πέμπτο κεφάλαιο αφιερώνεται στην συζήτηση των συμπερασμάτων και στις εισηγήσεις στις οποίες κατέληξε η εργασία.

1.2.2 Κύρια στοιχεία καινοτομίας της διατριβής:

- Πραγματικά δεδομένα
- Εκτίμηση επικινδυνότητας
- Ανάλυση κύκλου ζωής X.A.Δ.A
- Ανάκτηση υλικών παράλληλα με την αποκατάσταση των X.A.Δ.A.
- Πολύ-κριτηριακή ανάλυση για την επιλογή του βέλτιστου σεναρίου αποκατάστασης

2

Βιβλιογραφική ανασκόπηση – Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης

Οι αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες του ανθρώπου και η συγκέντρωση μεγάλου πληθυσμιακού ποσοστού στα αστικά κέντρα έχουν ως αποτέλεσμα την μεταβαλλόμενη σύσταση των αποβλήτων και την αύξηση του όγκου τους. Η ανεξέλεγκτη αύξηση αυτή ανά το παγκόσμιο και ο κορεσμός του εδάφους που έως τώρα τα φιλοξενεί, έχει ως συνέπεια την εύρεση εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης των αποβλήτων και αποκατάσταση των ρυπασμένων εδαφών.

Η διαφορετικότητα στον τύπο των αποβλήτων και στη πηγή από την οποία προέρχονται προσδίδει διαφορετική επικινδυνότητα για την δημόσια υγεία και το περιβάλλον, με τα επικίνδυνα και τα τοξικού τύπου απόβλητα να χρήζουν ιδιαίτερη διαχείριση καθώς οι διαδικασίες συσκευασίας, μεταφοράς και απόρριψης επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις.

Στο παρόν πεδίο γίνεται αναφορά σε βιβλιογραφικά δεδομένα για την διεθνή διάσταση του προβλήματος καθώς και της υπάρχουσας κατάστασης στην Κύπρο, καθώς και τις μεθόδους για την αποκατάσταση των Χ.Α.Δ.Α. μέσω ανάκτησης υλικών και ενέργειας. Επίσης γίνεται καταγραφή των επίσημων χώρων διάθεσης αποβλήτων του Κυπριακού χώρου και των απαραίτητων δεδομένων όπως αυτά ορίστηκαν το 1999 από τον Boyer et al. και τον Pugh για την αποκατάσταση των Χ.Α.Δ.Α σε χώρες μέσου Α.Ε.Π..

Κατηγορίες αποβλήτων

Οι κάθε τύπου Χ.Α.Δ.Α (ενεργοί και ανενεργοί), αποτελούν απειλή για την δημόσια υγεία και το περιβάλλον λόγω της λανθασμένης διαχείρισης των αποβλήτων που ανεξέλικτα διατίθενται και αποτίθενται σε αυτούς. Κατά κύριο λόγο, οι Χ.Α.Δ.Α δεν πληρούν τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις της οδηγίας 99/31/ΕΚ αφού, κατά την έναρξη αλλά και την διάρκεια λειτουργίας τους δεν κατασκευάστηκαν τα απαραίτητα έργα υποδομής τα οποία απαιτούνται για την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Οι νησιωτικές περιοχές αποτελούνται από ιδιαίτερα κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά λόγω της περιορισμένης διάθεσης γης και της απομόνωσης τους από τις θαλάσσιες περιοχές (U.N.,1999). Τα νησιά παρουσιάζουν συνήθως σημαντική αύξηση αποβλήτων από την αλιεία και τον τουρισμό, εκτεταμένη είναι και η παρουσία απορριμμάτων σε νησιά ανοιχτών θαλασσών λόγω της μεταφοράς τους από τα θαλάσσια ύδατα (Owens et al., 2011).

Όπως αναφέρεται στην τελική έκθεση του 2002 για τον στρατηγικό σχεδιασμό διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Κύπρο, η σύσταση και ο όγκος των αποβλήτων επηρεάζονται από τους εξυπηρετούμενους πληθυσμούς το κοινωνικό επίπεδο, τα οικονομικά χαρακτηριστικά, το είδος του πληθυσμού, την εποχή, την ημέρα. Εμπειρικά ευρήματα δείχνουν ότι σε οικιακό επίπεδο, ο διαχωρισμός στερεών αποβλήτων επηρεάζεται θετικά από το φύλο (θηλυκό) και την υγεία, που σχετίζονται με τις αντιλήψεις σχετικά με την διαλογή στην πηγή. Βάση της σύστασης τα απόβλητα κατηγοριοποιούνται σε οικιακά, αγροτικά (υπολείμματα καλλιεργειών, κλαδέματα) και αδρανή (εκσκαφών, κατεδαφίσεων, ογκώδη), με τις αστικές και ημιαστικές περιοχές να παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά σε οικιακά και λιγότερο σε αγροτικά σε αντίθεση με τις αγροτικές περιοχές που παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά αγροτικών αποβλήτων. Οι αγροτικές περιοχές παράγουν τις μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων λόγω διαφορετικών συνθηκών διαβίωσης και διαφορετικών καταναλωτικών προτύπων, σε σύγκριση με τα αστικά κέντρα, επιπλέον ποσοστά των απορριμμάτων των περιοχών αυτών (υπολείμματα κήπων, καλλιεργειών, κουζίνας κλπ) χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές. Κατά τις περιόδους των διακοπών, παρατηρείτε αύξηση των απορριμμάτων λόγω της πληθυσμιακής αύξησης (τουριστικό ρεύμα, μετανάστες που επιστρέφουν στην γενέτειρα για τις διακοπές).

Στην Κύπρο κατά την χρονική περίοδο που διανύουμε, 2013-2014, λειτουργούν επίσημα δύο χωματερές, στην περιοχή Κοτσιάτης της επαρχίας Λευκωσίας και στην περιοχή Βατή της επαρχίας Λεμεσού, με ελεγχόμενη απόθεση αποβλήτων και την τήρηση ορισμένων κανόνων υγειονομικής ταφής, με πάσης φύσης απόβλητα.

2.0.1 Κατηγορίες Αποβλήτων στην Ε.Ε.

Σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/ΕΚ της Ε.Ε. ως απόβλητο ορίζεται κάθε ουσία ή αντικείμενο το οποίο ο κάτοχος του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει. Τα απόβλητα σύμφωνα με την μορφή τους χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: υγρά, αέρια, στερεά οι οποίες και υποκατηγοριοποιούνται. Ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.) κατηγοριοποιεί και κωδικοποιεί αναλυτικότερα τα απόβλητα σύμφωνα με τον τύπο και την προέλευση τους, στον κατάλογο αυτό περιλαμβάνονται και τα απόβλητα που σύμφωνα με την οδηγία 91/689/ΕΟΚ χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα. Αναλυτικά ο ΕΚΑ κωδικοποιεί:

- 01 Απόβλητα που προκύπτουν, από εξερεύνηση, εξόρυξη, εργασίες λατομείου, φυσική και χημική επεξεργασία ορυκτών
- 02 Απόβλητα από γεωργία, κηπευτική, υδατοκαλλιέργεια, δασοκομία, θήρα και αλιεία, προετοιμασία και επεξεργασία τροφίμων
- 03 Απόβλητα από την κατεργασία ξύλου και την παραγωγή ταμπλάδων και επίπλων, καθώς και πολλού χαρτιών και χαρτονιών
- 04 Απόβλητα από τις βιομηχανίες δέρματος, γούνας και υφαντουργίας
- 05 Απόβλητα από τη διύλιση πετρελαίου, τον καθαρισμό φυσικού αερίου και την πυρολυτική επεξεργασία άνθρακα
- 06 Απόβλητα από ανόργανες χημικές διεργασίες
- 07 Απόβλητα από οργανικές χημικές διεργασίες

- 08 Απόβλητα από την παραγωγή, διαμόρφωση, προμήθεια και χρήση (ΠΑΠΧ) επικαλύψεων (χρώματα, βερνίκια και σμάλτο υάλου), κολλών, στεγανωτικών και τυπογραφικών μελανών
- 09 Απόβλητα από τη φωτογραφική βιομηχανία
- 10 Απόβλητα από θερμικές επεξεργασίες
- 11 Απόβλητα από τη χημική επιφανειακή επεξεργασία και την επικάλυψη μετάλλων και άλλων υλικών· υδρομεταλλουργία μη σιδηρούχων μετάλλων
- 12 Απόβλητα από τη μορφοποίηση και τη φυσική και χημική επιφανειακή επεξεργασία μετάλλων και πλαστικών
- 13 Απόβλητα ελαίων και απόβλητα υγρών καυσίμων (εκτός βρωσίμων ελαίων, 05 και 12)
- 14 Απόβλητα από οργανικούς διαλύτες, ψυκτικές ουσίες και προωθητικά (εκτός 07 και 08)
- 15 Απόβλητα από συσκευασίες· απορροφητικά υλικά, υφάσματα σκουπίσματος, υλικά φίλτρων και προστατευτικό ρουχισμό μη προδιαγραφόμενα άλλως
- 16 Απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως στον κατάλογο
- 17 Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις (περιλαμβάνεται χόμα εκσκαφής από ρυπασμένες τοποθεσίες)
- 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)
- 19 Απόβλητα από τις μονάδες διαχείρισης αποβλήτων, εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων εκτός σημείου παραγωγής και την προετοιμασία ύδατος προοριζομένου για κατανάλωση από τον άνθρωπο και ύδατος για βιομηχανική χρήση
- 20 Δημοτικά απόβλητα (οικιακά απόβλητα και παρόμοια απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, βιομηχανίες και ιδρύματα), περιλαμβανομένων μερών χωριστά συλλεγόντων

Ενώ περαιτέρω ανάλυση των κατηγοριών φαίνεται στον ολοκληρωμένο κατάλογο της EPA.

Οι κυριότερες ροές αποβλήτων στις χώρες μέλη της Ε.Ε. σύμφωνα με την eurostat είναι:

- Αστικά απόβλητα
- Απόβλητα συσκευασίας
- Επικίνδυνα απόβλητα
- Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)
- Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού
- Ορυκτά απόβλητα

2.0.2 Ανάλυση κατηγοριών - ειδών αποβλήτων

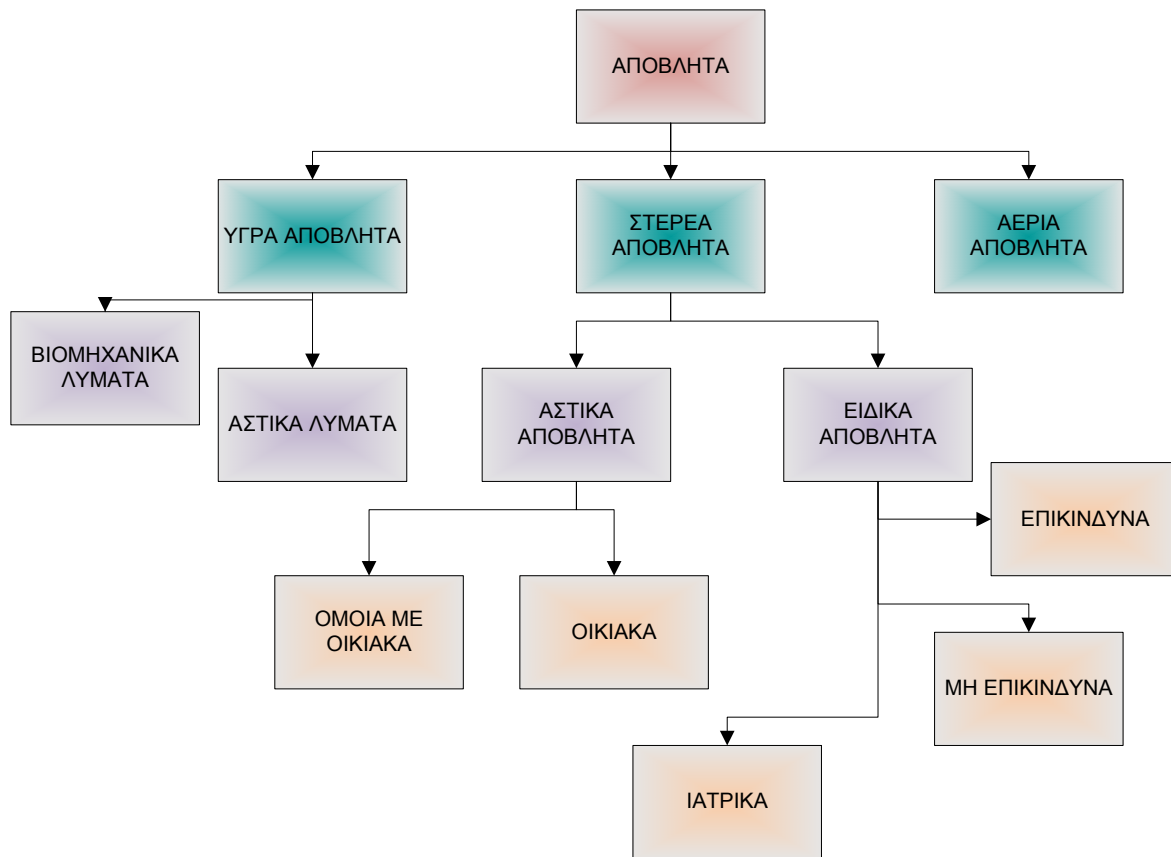
Αστικά στερεά απόβλητα: Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα απόβλητα από εμπορικές και συναφείς δραστηριότητες, απόβλητα από ιδρύματα και γραφεία, απόβλητα

κήπων και πάρκων (περιλαμβάνουν βιοαποδομήσιμα απόβλητα, όπως φύλλα, κλαδιά, κηπευτικά, καθώς και μη βιοαποδομήσιμα απόβλητα, όπως χώματα, πέτρες, κ.λπ.), απόβλητα από καθαρισμό δρόμων, ιλύες από τις σηπτικές δεξαμενές και από την επεξεργασία αστικών λυμάτων καθώς και τα οικιακά στερεά απόβλητα. Τα οικιακά στερεά απόβλητα ονομάζονται τα απόβλητα των κατοικιών, ή άλλα απόβλητα που μπορούν από τη φύση ή από τη σύνθεση τους να εξομοιωθούν με τα οικιακά απόβλητα. Στα οικιακά απόβλητα συμπεριλαμβάνονται κάθε είδους απορρίμματα που προέρχονται από κατοικίες, ξενοδοχεία, εμπορικά καταστήματα, εστιατόρια, βιοτεχνίες εντός πόλεων και λοιπές ανθρωπογενείς δραστηριότητες εκτός από βιομηχανική δραστηριότητα, εφόσον απορρίπτονται στους ίδιους κάδους απορριμμάτων. Στα οικιακά απόβλητα συμπεριλαμβάνονται και οι απορριπτόμενες συσκευασίες ή/και τα υλικά τους (χαρτί, πλαστικό, μέταλλο, γυαλί κλπ) (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013).

Ειδικά απόβλητα: Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα επικίνδυνα και μη στερεά απόβλητα καθώς και τα ιατρικά απόβλητα. Ως επικίνδυνα στερεά απόβλητα ορίζεται κάθε στερεό απόβλητο ή συνδυασμός στερεών αποβλήτων, τα οποία λόγω της ποιότητας τους, της συγκέντρωσης των συστατικών τους ή και των φυσικών, χημικών ή μεταδοτικών χαρακτηριστικών τους, έχουν την ιδιότητα να:

- Προκαλούν ασθένειες που μπορούν να οδηγήσουν έως και το θάνατο.
- Μολύνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον (έδαφος, νερό και ατμόσφαιρα) με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας.

Ενώ ως Ιατρικά απόβλητα εννοούμε ανατομικά, παθολογικά, μολυσματικά, επικίνδυνα και άλλα μη επικίνδυνα απόβλητα, περιλαμβάνοντας έτσι τα απόβλητα των φαρμακευτικών βιομηχανιών, καθώς και τα απόβλητα από την περίθαλψη των ασθενών εντός της οικίας τους (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013).



Διάγραμμα 2.1: Ταξινόμηση είδους αποβλήτων

Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους: Τα οχήματα που ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους και οδηγούνται προς τελική διάθεση, δημιουργούν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα εξαιτίας των διαφόρων υλικών από τα οποία αποτελούνται.

Πιο αναλυτικά τα υλικά αυτά είναι:

- Μέταλλα, τα οποία αποτελούν το 75% των μερών του αυτοκινήτου (σκελετός και εξαρτήματα)

Πλαστικά μέρη, των οποίων η διάθεση στο περιβάλλον δημιουργεί προβλήματα λόγω της δύσκολης βιοαποδόμησης τους, με κάποιες κατηγορίες πλαστικών να θεωρούνται επικίνδυνες.

Παλαιά ελαστικά: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει:

- Ελαστικά Επιβατικών Αυτοκινήτων
- Ελαστικά Ημιφορτηγών / Φορτηγών οχημάτων
- Ελαστικά Αγροτικών Οχημάτων
- Ελαστικά Μοτοσυκλετών / Μοτοποδηλάτων / Ποδηλάτων
- Ελαστικά Βιομηχανικών και Χωματοουργικών Οχημάτων

Απόβλητα κτιριακών κατασκευών, κατεδαφίσεων, εκσκαφών και υλικά οδοποιίας: Η παραγόμενη ποσότητα των αποβλήτων αυτών αυξήθηκε κατά τη διάρκεια των τελευταίων

ετών, λόγω της αυξημένης οικοδομικής δραστηριότητας (το 2005 εκδόθηκαν 9098 άδειες Οικοδομής και άλλων έργων συνολικού εμβαδού 3417000m²). Η παραγωγή για τα έτη 2012-2013 έχει μειωθεί εξαιτίας της δύσκολης περιόδου στην οποία βρίσκεται η Κύπρος, αφού μέσω της οικονομικής κρίσης ο κατασκευαστικός κλάδος στην Κύπρο είναι ο κλάδος που πλήγηκε περισσότερο (το 2012 εκδόθηκαν 7172 Άδειες Οικοδομής και άλλων έργων συνολικού εμβαδού 1499900m²) (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013). Τα υλικά αυτά ταξινομούνται ως εξής:

- Υλικά εκσκαφών
- Υλικά κτιριακών κατασκευών
- Υλικά οδοποιίας
- Υλικά κατεδαφίσεων – Μπάζα

Απορριπτόμενες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές: Τα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό προέρχονται από ένα πολύπλοκο μίγμα υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τη συνεχή ανάπτυξη και χρήση νέων υλικών και χημικών ουσιών, καθιστούν το ρεύμα των αποβλήτων αυτών μία από τις δυσκολότερες κατηγορίες αποβλήτων όσο αφορά στη διαχείρισή τους. Ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός μπορεί να περιλαμβάνει τις ακόλουθες επικίνδυνες ουσίες, παρασκευάσματα και στοιχεία:

- Πυκνωτές με PCB
- Κατασκευαστικά στοιχεία, όπως οι διακόπτες, που περιέχουν υδράργυρο
- Μπαταρίες
- Πλακέτες εντύπων κυκλωμάτων
- Φυσίγγια υγρών, κολλωδών ή εγχρώμων τόνερ (χρώματα εκτύπωσης)
- Πλαστικά υλικά που περιέχουν βρωμιούχους επιβραδυντές φλόγας
- Αμιαντούχα απόβλητα
- Λυχνίες καθοδικών ακτινών
- CFC, HCFC ή HFCs
- Λαμπτήρες εκκένωσης αερίων
- Οθόνες υγρών κρυστάλλων

Απορριπτόμενες ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές: Οι μπαταρίες διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τις μη επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (ηλεκτρικές στήλες) και η δεύτερη τις επαναφορτιζόμενες (συσσωρευτές), (<http://aix.meng.auth.gr>).

Μικρές ποσότητες επικινδύνων αποβλήτων στα αστικά στερεά απόβλητα: Η συγκεκριμένη κατηγορία αναφέρεται σε επικίνδυνα απόβλητα που βρίσκονται στα δημοτικά απόβλητα. Η συγκέντρωσή τους στη συνολική παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων είναι μικρή αλλά λόγω της σημαντικής επικινδυνότητάς τους απαιτείται η εφαρμογή ειδικής διαχείρισής τους. Τα απόβλητα αυτά αφορούν κυρίως απορριπτόμενο οικιακό εξοπλισμό και απορριπτόμενα προϊόντα οικιακής χρήσης (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013).

Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs): Σε αυτά περιλαμβάνονται:

- Τα πολυχλωροδιφαινύλια,
- Το μονομεθυλο-τετραχλωροδιφαινύλο-μεθάνιο,
- Το μονομεθύλο-διχλωροδιφαινύλο-μεθάνιο,
- Το μονομεθύλο-διβρωμοδιφαινύλο-μεθάνιο,
- Κάθε μείγμα συσσωρευμένης περιεκτικότητας στις προαναφερθείσες ουσίες μεγαλύτερης του 0,005 % κατά βάρος

Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια: Με τον όρο "χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια" νοείται κάθε χρησιμοποιημένο ημίρρευστο ή ρευστό προϊόν που συντίθεται εξολοκλήρου ή εν μέρει από ορυκτό ή συνθετικό ορυκτέλαιο, περιλαμβανομένων και των πετρελαιοειδών καταλοίπων των δεξαμενών, των μιγμάτων ελαίου και ύδατος και των γαλακτωμάτων. Προέρχονται από βενζινάδικα, γκαράζ και τη βιομηχανία, καθώς επίσης και από νερά διαρροής υφάλων πλοίων. Το ορυκτέλαιο είναι κατά βάση μίγμα υδρογονανθράκων που προέρχονται από παραφινικό ή ναφθενικό αργό πετρέλαιο ενώ εμπεριέχουν βαρέα μέταλλα όπως:

- Μόλυβδος (σημαντικότερος ρύπος) που προέρχεται κατά κύριο λόγο από οχήματα που χρησιμοποιούν βενζίνη που περιέχει μόλυβδο
- Βάριο και ψευδάργυρος που είναι συστατικά των πρόσθετων
- Κάδμιο και χρώμιο που αποτελούν προϊόντα τριβής των μεταλλικών μερών των κινητήρων.

Γεωργικά και κτηνοτροφικά απόβλητα: Τα γεωργικά απόβλητα προκύπτουν από διάφορες αγροτικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες και περιλαμβάνουν τα εξής:

- Απόβλητα από ιστούς φυτών
- Απόβλητα από δασοκομικές εργασίες
- Παραπροϊόντα από τη διαχείριση δέντρων σε αγροτικές περιοχές (βλαστοί, κορμοί, ριζώματα)
- Υπολείμματα καλλιεργειών
- Πλαστικά και ταινίες συσκευασίας που χρησιμοποιούνται σε αγροκτήματα
- Αγροχημικά απόβλητα
- Κενές συσκευασίες αγροχημικών και γεωργικών λιπασμάτων

Απόβλητα υγειονομικής περίθαλψης: Τα απόβλητα υγειονομικής περίθαλψης προέρχονται από νοσηλευτικά ιδρύματα (δημόσια και ιδιωτικά θεραπευτήρια, Κοινοτικούς υγειονομικούς σταθμούς, στρατιωτικά θεραπευτήρια, Κέντρα Υγείας, ιατρικά διαγνωστικά και ερευνητικά εργαστήρια, κτηνιατρικά διαγνωστικά και ερευνητικά εργαστήρια, αγροτικά κτηνιατρεία, κλινικές και ιατρεία μικρών ζώων).

2.0.3 Παραγωγή αποβλήτων στην Κύπρο

Στην Κύπρο, οι Χ.Α.Δ.Α παρουσιάζουν κάθε τύπου απόβλητα, λόγω της ανεξέλεγκτης έως τώρα χρήσης τους και της ευρείας πληθυσμιακής κάλυψης. Η παρουσία επικίνδυνων και ιατρικών υλικών είναι περιορισμένη λόγω των νομοθεσιών που απαγόρευε την απόρριψη τους στις εν λόγω περιοχές.

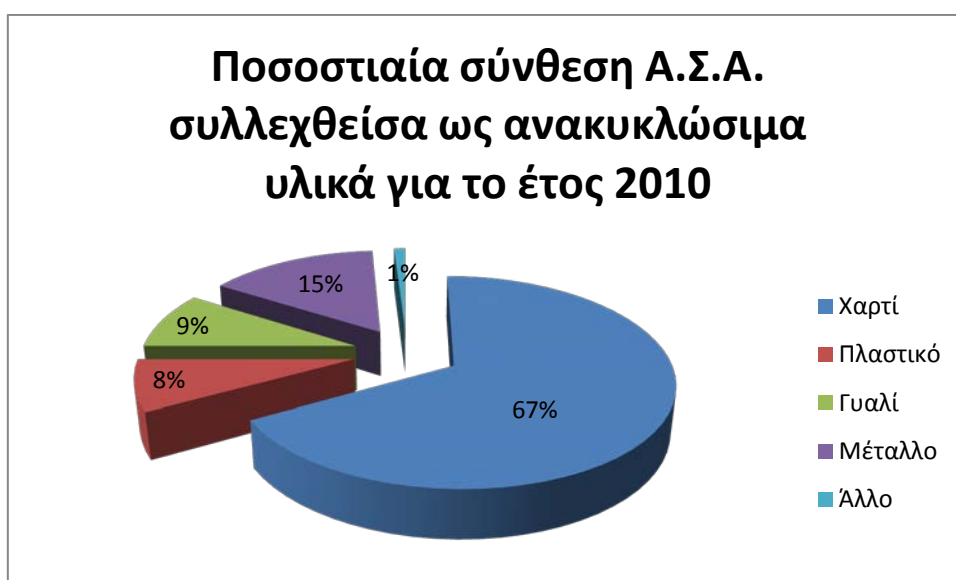


Διάγραμμα 2.2: Παραγόμενες ποσότητες Α.Σ.Α. που αντιστοιχούν σε kg ανά άτομο, σε σχέση με το έτος (Eurostat,2013)

Η απόθεση ανεπεξέργαστων απορριμμάτων σε χώρους τελικής διάθεσης δεν αποτελεί μέρος ενός συστήματος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Τα απόβλητα μπορούν να αξιοποιηθούν, να επεξεργαστούν και να επαναχρησιμοποιηθούν έως υφιστάμενοι ή νέοι πόροι. Την τελευταία δεκαετία, στην Κύπρο προωθείται η ιδέα της ανακύκλωσης και της επεξεργασίας των αποβλήτων, οι ελλείψεις όμως υποδομές καθώς και η νοοτροπία της κοινωνίας έχουν μηδαμινά αποτελέσματα με τεράστια ποσοστά Α.Σ.Α να καταλήγουν σε Χ.Α.Δ.Α και Χ.Υ.Τ.Α (βλπ. διάγραμμα 2.3). Μέσω των δεδομένων της Eurostat και της Στατιστική Υπηρεσίας Κύπρου μπορεί να παρατηρηθεί η κακή διαχείριση των Α.Σ.Α. από τις μεγάλες ποσότητες που παράγονται και αποτίθενται ανά άτομο, ανά έτος (βλπ. διάγραμμα 2.2) καθώς και η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων που προωθούνται για ανακύκλωση (βλπ. διάγραμμα 2.4). Η παραγόμενη ποσότητα κατά άτομο, κατά τα τελευταία έτη 2010-2011 όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2.2. έχει μειωθεί εξαιτίας της δύσκολης περιόδου και της οικονομικής κρίσης στην οποία βρίσκεται η Κύπρος.



Διάγραμμα 2.3: Διαχείριση παραγόμενης ποσότητας Α.Σ.Α. ανά άτομο για το έτος 2010 (Eurostat,2013)



Διάγραμμα 2.4: Ποσοστιαία σύνθεση Α.Σ.Α. τα οποία συλλέχτηκαν ως ανακυκλώσιμα εν έτος 2010 (Eurostat,2013)

Μεθοδολογίες αποκατάστασης χώρων τελικής απόθεσης αποβλήτων

Οι Tchobanoglous και Kreith το 2002 κατέληξαν ότι οι δύο συχνότερες μέθοδοι αποκατάστασης των Χ.Α.Δ.Α είναι: (α) η εδαφοκάλυψη των αποβλήτων και φύτευση της περιοχής, (β) η ανάκτηση και μεταφορά των αποβλήτων σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας και ακολούθως θάψιμο των υπολειμμάτων στα Χ.Υ.Τ.Α.

Η μέθοδος αποκατάστασης μέσω εξόρυξης και ανάκτησης υλικών παρέχει αρκετά πλεονεκτήματα έναντι της εδαφικής κάλυψης όμως, τα υψηλά κόστη τα οποία απαιτεί καθιστούν συνηθέστερη μέθοδο για αποκατάσταση των Χ.Α.Δ.Α., την εδαφοκάλυψη (Hauser et al., 1999).

Οι αποκατασταθείσα χώροι βάση της Ευρωπαϊκής οδηγίας 31/EK/1999 και της Κυπριακής νομοθεσίας και τον Ν185(Ι) του 2011, οι Χ.Α.Δ.Α. επιβάλλεται να πραγματοποιούν εργασίες μεταφροντίδας, συντήρησης και παρακολούθησης για μία χρονική περίοδο τουλάχιστο 30 χρόνων από την ολοκλήρωση των εργασιών αποκατάστασης, με τους Bogner et al. το 2006 να φθάνουν στο συμπέρασμα ότι ανάλογα με την επικινδυνότητα του Χ.Α.Δ.Α. η διάρκεια μεταφροντίδας επιβάλλεται να παραταθεί μέχρι και ένα αιώνα.

2.1.1 Εδαφική κάλυψη αποβλήτων

Μέσω της εδαφικής κάλυψης, οι χώροι τελικής διάθεσης μπορούν να εναρμονιστούν με το τοπίο της γύρω περιοχής λόγω των κατάλληλων συνθηκών για φύτευση που δημιουργούνται. Σημαντικότερο κατά τους όμως πλεονεκτήματα της εδαφικής κάλυψης που επιτυγχάνετε, είναι η απομόνωση του απορριμματικού όγκου από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα:

- Δεν δημιουργούνται περαιτέρω στραγγίσματα λόγω της απαγόρευσης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων να εισέλθουν στην μάζα των απορριμμάτων
- Σταματά η ανεξέλεγκτη εκπομπή βιοαερίου συνεπώς και η ανάπτυξη πυρκαγιών και δυσοσμίας
- Οι παθογόνοι οργανισμοί περιορίζονται και η μόλυνση δεν εξαπλώνετε.

Το μειονέκτημα της εν λόγω μεθόδου η ανεπάρκεια του χώρου για εδραίωση μεγάλων τεχνικών κατασκευών λόγω των κακών γεωτεχνικών της χαρακτηριστικών, γι αυτό η χρήση του περιορίζεται στην δημιουργία γηπέδων γκολφ, πάρκων, μικρών κατασκευών και συνηθέστερη χρήση την εναρμόνιση του αποκατασταθείσα χώρου με το φυσικό τοπίο των γειτονικών περιοχών.

2.1.2 Εξόρυξη των Χ.Α.Δ.Α. – Ανάκτηση υλικών

Η μέθοδος εξόρυξης ή εξόρυξης και ανάκτηση υλικών από τους Χ.Α.Δ.Α, προϋποθέτει την εξόρυξη των απορριμμάτων από τον εδαφικό όγκο ή την εξόρυξη και την ανάκτηση υλικών, μέσω του κατά σύσταση διαχωρισμού τους (USEPA, 1993), καθώς και την απομάκρυνση τους από την περιοχή για την επεξεργασία τους. Η εν λόγω μεθοδολογία για να εφαρμοστεί υπό ασφαλείς συνθήκες, προϋποθέτει έλεγχο των αερόβιων και αναερόβιων διαδικασιών

(Motzo et al., 1995). Λόγω της απομάκρυνσης, της πηγής ρύπανσης από την περιοχή, η γη μπορεί να χρησιμοποιηθεί υποθετικά για κάθε τύπου κατασκευών, εφόσον οι γεωτεχνικές και γεωχημικές προϋποθέσεις τους ταυτίζονται με αυτές του αποκατασταθείσα χώρου.

Στραγγίσματα

Η πιο διαδεδομένη διεθνώς, μέθοδος διαχείρισης στερεών και βιομηχανικών αποβλήτων είναι η υγειονομική ταφή (Abdulhussain et al.,2009). Κατά την απόθεση και ταφή τα απόβλητα υπόκεινται στην διαδικασία της αποσύνθεσης (Ehrig,1984), μια διαδικασία η οποία επιταχύνεται με την παρουσία νερού. Το υγρό μίγμα που παράγεται από την διήθηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχή κλπ), την υγρασία των αποβλήτων και του υπεδάφους καθώς και τα υγρά από την αποσύνθεση των αποβλήτων αποτελεί τα στραγγίσματα. Οι ελλείψεις υποδομές στις χωματερές και γενικά οι μη συμμορφώσεις στην οδηγία 99/31/ΕΚ, έχουν ως αποτέλεσμα την εκτεταμένη ρύπανση της γύρω περιοχής, λόγω της κατείδυσης των στραγγισμάτων στο υπέδαφος, σε επιφανειακά και υπόγεια στρώματα νερού (Mor et al.,2006). Ο ρυθμός δημιουργίας και κατείδυσης τους, εξαρτάται από την κίνηση του νερού διαμέσου των αποβλήτων (Sivakumar,1999), η οποία επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά τους όπως την μάζα και το πορώδες (Ζουμπούλης et al.,2004).

2.2.1 Σύσταση των στραγγισμάτων

Η χημική σύσταση του μίγματος αυτού, παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, οι οποίες οφείλονται κυρίως στον τύπο των αποβλήτων, την γεωλογία του χώρου (μορφολογία, έδαφος, υδρολογικές συνθήκες), το κλίμα καθώς και τον χρόνο ζωής του χώρου αυτού (Yoshida et al.,2002). Οι Misra και Mani το 1993 και οι Alslaiibi et al. το 2013 ανέφεραν ότι τα παραγόμενα στραγγίσματα επηρεάζονται από την σύνθεση των υλικών (οργανικά, ανόργανα) καθώς και την παρουσία βιομηχανικών και επικίνδυνων αποβλήτων, αποτέλεσμα της παρουσίας των δευτέρων η μολυσματική και τοξική φύση των στραγγισμάτων.

Από τα ανόργανα στοιχεία των υλικών, η συγκέντρωση των Fe, Ca, Zn, Mg, Mn και σε μικρότερο βαθμό η συγκέντρωση των Na, K, Cl αυξάνεται σε σχέση με τον χρόνο, σε αντίθεση με τις συγκεντρώσεις του P και των βαρέων μετάλλων οι οποίες δεν ακολουθούν συγκεκριμένο μοτίβο (τυχαίες) (Singht,2012). Οι ιδιότητες των στραγγισμάτων, επηρεάζονται από την φάση σχηματισμού λιπαρών οξέων και μεθανίου, τα οποία σχηματίζονται από την υδρόλυση των οργανικών συστατικών των απορριμμάτων (Bilgili et al.,2012). Η συγκέντρωση αζώτου καθώς και η χημική, βιολογική ζήτηση οξυγόνου (COD και BOD) αποτελούν τις σημαντικότερες παραμέτρους σχεδιασμού ενός συστήματος επεξεργασίας στραγγισμάτων (Castrillon et al.,2010).

Για τον περιορισμό της ρύπανσης των χωματερών κρίνεται αναγκαία η διαχείριση των στραγγισμάτων αυτών. Η διαχείριση των στραγγισμάτων έχει ως αποτέλεσμα την απαλλαγή των μολυσματικών συστατικών τους, ώστε να κριθούν, σύμφωνα με τα όρια και τις προδιαγραφές της κοινωνίας και του Environmental Protection Agent (EPA), κατάλληλα για διάθεση σε εδαφικούς ορίζοντες και υδάτινους αποδέκτες.

Πίνακας 2.1: Χημική σύσταση στραγγισμάτων (Ehrig H.J.,1983)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Οξική ζύμωση		Μεθανογένεση	
	Μ.Ο.	ΕΥΡΟΣ	Μ.Ο.	ΕΥΡΟΣ
pH	6.1	4.5-7.5	8	7.5-9
BOD ₅ (mg/l)	13.000	4.000-40.000	180	20-550
COD (mg/l)	22.000	6.000-60.000	3.000	500-4.500
BOD ₅ /COD	0.58	-	-	-
SO ₄ (mg/l)	500	70-1.750	80	10-420
Ca (mg/l)	1.20	10-2.500	60	20-600
Mg (mg/l)	470	50-1.150	180	40-350
Fe (mg/l)	780	20-2.100	15	3-280
Mn (mg/l)	25	0.3-65	0.7	0.03-45
Zn (mg/l)	5	0.1-120	0.6	0.03-4

2.2.2 Εκτίμηση ποσότητας παραγόμενων στραγγισμάτων

Για την εκτίμηση της ποσότητας των στραγγισμάτων που παράγονται σε ένα Χ.Α.Δ.Α χρησιμοποιείτε το υδρολογικό ισοζύγιο (Fenn et al.,1975) σε συνάρτηση με την έκταση και περιγράφεται από την σχέση

$$L = PERI \times A - a \times W, \quad \{1\}$$

όπου ο όρος

L: Τα στραγγίσματα

PERI: Περιγράφει το υδρολογικό ισοζύγιο και αντιστοιχεί στα πάσης φύσης κατακρημνίσματα (*P*) που ισούνται με το άθροισμα της εξατμισιοδιαπνοής (*E*) με την κατείδυση (*R*) και την επιφανειακή απορροή (*I*), έτσι $PERI = P - E - R - I$ {2} (Στουρνάρας, 2007). Για τον υπολογισμό των στραγγισμάτων θεωρείται η περιοχή αποστραγγίζεται και δεν υπάρχει επιφανειακή απορροή, δηλαδή το $I = 0$ (Teresa,2003).

A : Το εμβαδό του Χ.Α.Δ.Α. - επιφάνεια παραγωγής στραγγισμάτων

a : Η απορροφητική ικανότητα των αποβλήτων. Θεωρείται ότι τα απόβλητα είναι κορεσμένα σε νερό με αποτέλεσμα να μηδενίζεται ($a = 0$)

W: Ο ετήσιος όγκος αποβλήτων

2.2.3 Διαχείριση στραγγισμάτων

Μια ολοκληρωμένη μονάδα διαχείρισης αποτελείται από τρία συστήματα: αποστράγγισης, συλλογής και επεξεργασίας στραγγισμάτων. Λόγω της βαρύτητας τα στραγγίσματα κινούνται κατακόρυφα μέσω διάτρητων σωλήνων οι οποίοι περικλείονται από ένα υδροπερατό στρώμα

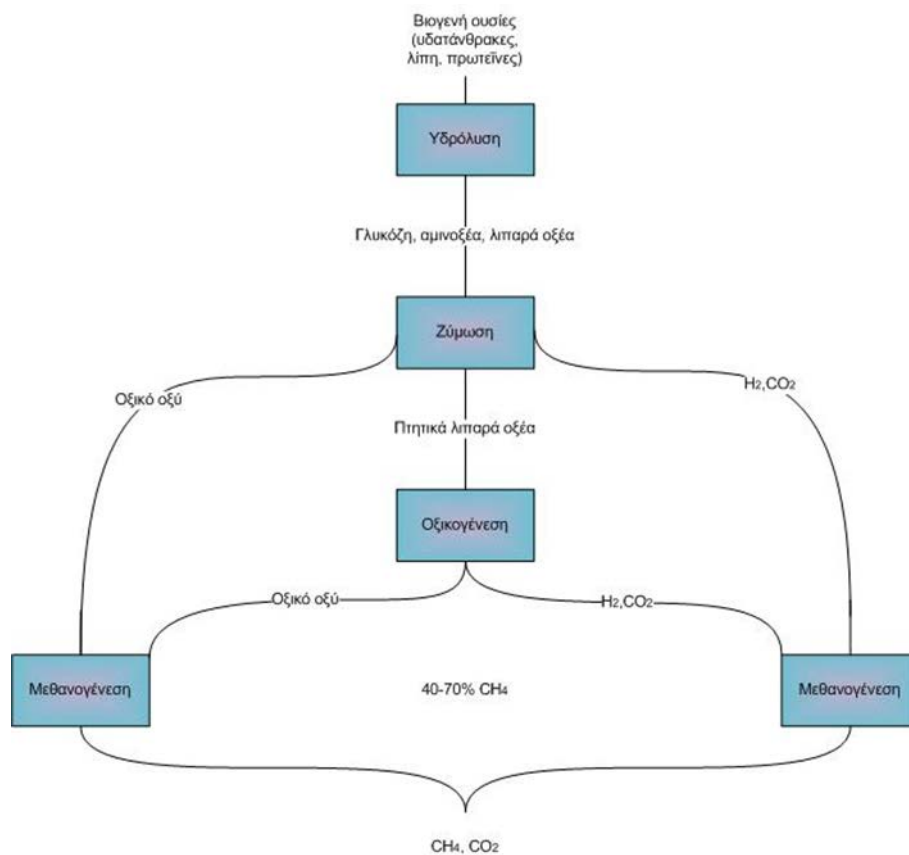
και καταλήγουν στους χώρους συλλογής ώστε να προβούν μετέπειτα σε επεξεργασία. Μια μονάδα διαχείρισης πρέπει να εξασφαλίζει την στεγανοποίηση της περιοχής και την πλήρη αδιαπερατότητα της ώστε να αποφεύγεται η ρύπανση του εδάφους και υπόγειου ύδατος. Οι διάτρητοι αποστραγγιστικοί αγωγοί πρέπει να μεταφέρουν τα στραγγίσματα εκτός του χώρου απόθεσής ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση τους και το υλικό που τους εμπεριέχει πρέπει να είναι κατάλληλα κοκκομετρικά διαβαθμισμένο ώστε να αποστραγγίζεται γρήγορα από αυτούς χωρίς να φράσει τα τοιχώματά τους (Poulsen et al.,2002).

Βάση της παραγόμενης ποσότητας των στραγγισμάτων επιλέγεται κατά περίπτωση, η καταλληλότερη μέθοδος επεξεργασίας μεταξύ διαφόρων τεχνικών όπως: η προσρόφηση, η χρήση μεμβρανών (μικροδιήθηση, υπερδιήθηση, νάνοδιήθηδη, ανάστροφη όσμωση), η συσσωμάτωση, η χώνευση κλπ. Η συνεπεξεργασία των στραγγισμάτων με τα υγρά αστικά απόβλητα στις μονάδες επεξεργασίας τους, αποτελεί μια μεθοδολογία χαμηλού κόστους, με μειονέκτημα την παρουσία βαρέων μετάλλων στο νερό εκροής, (Remou et al., 2008). Η επεξεργασία μπορεί να γίνει και στις αβαθείς τάφρους των λυμάτων αφού σύμφωνα με μελέτη των Ogurold et al. μπορούν να απομακρύνουν COD σε ποσοστό 55-64%. Η επίπλευση αποτελεί μια μεθοδολογία εισαγωγής φυσαλίδων αέρα στην υγρή φάση των στραγγισμάτων. Οι φυσαλίδες αυτές είναι ικανές να προσκολληθούν στην σωματική ύλη και μέσω άνωσης να την φέρουν στην επιφάνεια. Η μεθοδολογία χρησιμοποιείται είδη για την απομάκρυνση χουμικού οξέος σε ποσοστό 80% από τα στραγγίσματα (Zoumpoulis et al.,2003). Μέθοδο επεξεργασίας των στραγγισμάτων αποτελεί και η διοχέτευση τους στους χώρους τελικής απόθεσης. Η ανακύκλωση αυτή, ευνοεί την ανάπτυξη των αναερόβιων διαδικασιών, την παραγωγή βιοαερίου και σταθεροποιεί του χώρους διάθεση αποβλήτων σε μικρό χρονικό διάστημα, (Remou et al., 2008).

Βιοαέριο

Κατά την διαδικασία της αποσύνθεσης των αποβλήτων εκτός από τα στραγγίσματα παράγεται και ένα μίγμα αερίων από την ζύμωση που προκαλούν τα βακτήρια στα βιοαπομήσιμα υλικά (Ehrig,1984). Λόγω της παρουσίας αέρα στους χώρους απόθεσης και στα διάκενα των απορριμμάτων λαμβάνει χώρα αερόβια διαδικασία αποδόμησης των αποβλήτων με παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, νερού, αμμωνίας. Η κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα μεταξύ των στρωμάτων των αποβλήτων παρεμποδίζεται όταν αυτά απομονώνονται από κάποιο υλικό, όπως η εδαφική κάλυψη, τότε λαμβάνει χώρα αναερόβια αποδόμηση-χώνευση. Τα στάδια της διαδικασίας σχηματισμού βιοαερίου αναπαρίστανται στο διάγραμμα 2.5 (Y.Li et al.,2011) και σύμφωνα με το Asplund S. η βιοχημική αυτή διαδικασία αναλύεται σε τέσσερις φάσεις όπου:

- Φάση 1: Υδρόλυση των αδιάλυτων ουσιών
- Φάση 2: Οξεογένεση, η οργανική ύλη υποδομείτε σε οργανικά οξέα, αλκοόλες, CO₂, H₂, H₂O
- Φάση 3: Οξικογένεση, οι αλκοόλες και τα λιπαρά οξέα διασπώνται σε CO₂, H₂
- Φάση 4: Μεθανογένεση, παράγονται CH₄,CO₂,H₂,H₂O,H₂S



Διάγραμμα 2.5: Σχηματική αναπαράσταση φάσεων σχηματισμού βιοαερίου (Y.Li et al.,2011)

2.3.1 Σύνθεση βιοαερίου

Το βιοαέριο αποτελεί ένα αέριο καύσιμο και χρησιμοποιείται είδη σε Ευρώπη και ανεπτυγμένες χώρες ως παραγωγός θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της θερμογόνος ικανότητας του, με την κατώτερη να κυμαίνεται περί τα $5,000 \text{ Kcal/m}^3$ και την ανώτερη περί $9,350 \text{ Kcal/m}^3$ (Raven et al.,2007, Jiang et al.,2011, Ferrira et al.,2012). Το μεθάνιο μπορεί ενεργειακά να αντικαταστήσει τα ορυκτά καύσιμα μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (Rico et al.,2011). Οι Mohammed et al. το 2013 ανέφεραν ότι το βιοαέριο αποτελείται από ένα μίγμα αερίων, κυρίως Μεθανίου και Διοξειδίου του άνθρακα, σε διάφορα ποσοστά τα οποία δίνονται στο πίνακα 2.2. Η παραγωγή του βιοαερίου εξαρτάται από τους εξωγενείς και τους ενδογενείς παράγοντες: Θερμοκρασία, υγρασία, βροχόπτωση, ατμοσφαιρική πίεση, εισροή αέρα, pH, την παρουσία θρεπτικών και τοξικών συστατικών, γεωλογικά χαρακτηριστικά (Suberu et al.,2013).

Πίνακας 2.2: Τύποι και όγκοι αερίων που χαρακτηρίζουν το βιοαέριο (Mohammed et al.,2013)

Αέρια	Ποσοστό Όγκου (%)
Μεθάνιο (NH ₃)	40.0-75.0
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	25.0-40.0
Άζωτο (N)	0.5-2.5
Οξυγόνο (O)	0.1-1.0
Υδροθειο (H ₂ S)	0.1-0.5
Αμμωνία (NH ₃)	0.1-0.5
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	0.0-0.1
Διυδρογόνο (H ₂)	1.0-3.0

Για την εκτίμηση της ποσότητας των παραγόμενων εκπομπών μεθανίου στα Χ.Υ.Τ.Α, η Ε.Ρ.Α. ανέπτυξε, ένα μαθηματικό μοντέλο το LandGem: $Q_{ch_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0,1}^1 kL_0 \left(\frac{M_i}{10}\right) e^{kt_{ij}}$ όπου:

Q_{ch_4} : ετήσια παραγωγή μεθανίου (για το έτος υπολογισμού) σε m³/year

$i = 1$: μονάδα αύξησης του χρόνου

n : έτος υπολογισμού – έτος έναρξης απόθεσης αποβλήτων

$j = 0,1$: Μονάδα αύξησης του χρόνου

k : ετήσιος ρυθμός παραγωγής

L_0 : δυνητική ικανότητα παραγωγής μεθανίου

M_i : Μάζα αποβλήτων για το έτος υπολογισμού

t_{ij} : Ακριβής χρόνος υπολογισμού παραγωγής (δεκαδικά χρόνια πχ. 3,5)

2.3.2 Επιπτώσεις παραγόμενου βιοαερίου

Η ελεύθερη διαφυγή του βιοαερίου στην ατμόσφαιρα είναι ένας από τους παράγοντες υπερθέρμανσης του πλανήτη (Ramos et al.,2006), εκτιμάται ότι τα απόβλητα των Χ.Α.Δ.Α εκπέμπουν το 12% στο παγκόσμιο σύνολο μεθανίου (Tasneem and Abbasi,2010). Τα αέρια που δημιουργούνται από την αναερόβια διαδικασία χώνευσης στους Χ.Α.Δ.Α και απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα ρυπαίνοντας το περιβάλλον, προκαλούν δυσοσμία και οχλήσεις (Zhu et al.,2009). Το παραγόμενο βιοαέριο από τους Χ.Α.Δ.Α. δεν θεωρείται θερμοκηπιακό αέριο καθώς προέρχεται από βιομάζα, ως εκ τούτου το μεθάνιο συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Υπολογίζεται ότι ένας τόνος Α.Σ.Α. παράγει από 160 έως 250 m³ βιοαερίου (IPCC,2007), η διαφορά αποτελεί αποτέλεσμα της περιεκτικότητας των Α.Σ.Α. σε βιογενή συστατικά.

Το βιοαέριο είναι υπεύθυνο για την καταστροφή της χλωρίδας στις γύρω περιοχές των Χ.Α.Δ.Α, λόγω της υπόγειας μετακίνησης των αερίων τα οποία εκδιώκουν το απαραίτητο για την αναπνοή των φυτών οξυγόνο. Η ένωση του μεθανίου με τον ατμοσφαιρικό αέρα αντιδρά προκαλώντας εκρήξεις και πυρκαγιές, με αποτέλεσμα περαιτέρω δυσμενείς συνέπειες σε κοινωνία – οικονομία και περιβάλλον (5-15% CH₄ στον ατμοσφαιρικό αέρα προκαλεί εκρήξεις κα άνω του 15% περιεκτικότητα μπορεί να προκαλέσει ανάφλεξη), (Zhu et al.,2009). Δυσμενείς είναι και οι επιπτώσεις στους υδροφόρους ορίζοντες λόγω της αύξησης της σκληρότητας και της μείωσης του pH που δημιουργούνται από την κατακόρυφη κίνηση του CO₂ του βιοαερίου και την διάλυση του στο νερό.

Η ενεργειακή αξιοποίηση όμως του βιοαερίου, είτε αυτό προέρχεται από την καύση των ανακτημένων απορριμμάτων, είτε από τις εγκαταστάσεις συλλογής του στους καλυμμένους με έδαφος χώρους, παρέχει υψηλές ενεργειακές δυνατότητες. Για παράδειγμα στο Όσλο της Νορβηγίας, το παραγόμενο βιοαέριο που προέρχεται από τους αποτεφρωτήρες των αποβλήτων της, χρησιμοποιείται για την θέρμανση των περισσότερων σχολίων της πόλης και δίνει κίνηση σε 135 από τα αστικά λεωφορεία με μειωμένες τις εκπομπές τους σε διοξειδίου του άνθρακα (Oslo community).

Χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων σε διεθνές επίπεδο

Τα διεθνή κίνητρα που παρέχονται τις τελευταίες δεκαετίες, οδήγησαν σε έρευνες και εφαρμογές αποκατάστασης χωματερών σε όλη την υφήλιο, από αυτές του Ισραήλ (Inbar et al.,1997) του Ιράν (Farzadkia et al.,2012) και της Τυνησίας (Ferchichi et al.,2004) μέχρι την Νέα Υόρκη (Krogmann and Qu,1997) και την Ελλάδα (Tsatsarelis et al.,2007). Με κάθε περίπτωση εφαρμογής να στηρίζεται σε συγκεκριμένα πρότυπα ανάλογα με τις γεωλογικές, υδρολογικές συνθήκες της περιοχής, την σύνθεση των αποβλήτων και την εγχώρια νομοθεσία.

Για παράδειγμα στο Tel Aviv, η κακή διαχείριση και η έλλειψη αστικής ευθύνης οδήγησε στην δημιουργία ενός λόφου, του Hiriya Mountain ύψους 85 m, λόγω της συσσώρευσης 30 000 000 m² αποβλήτων σε μία χωματερή ηλικίας 50 ετών. Λόγω των σοβαρών δυσμενών επιπτώσεων που επέφερε το 1998, η κυβέρνηση επέβαλε κλείσιμο του Χ.Α.Δ.Α. και λήψη μέτρων για αποκατάσταση του. Αρχικά στεγανοποιήθηκε ο χώρος και κατασκευάστηκαν εγκαταστάσεις συλλογής και μεταφοράς του βιοαερίου σε εγκατάσταση μακριά από την χωματερή όπου και χρησιμοποιείτε ως καύσιμο. Εν συνεχεία ξεκίνησε ανάκτηση απορριμμάτων, διαχωρισμός τους σε ξηρές συνθήκες και μεταφορά τους σε εγκαταστάσεις ανακύκλωσης. Ο χώρος, αποτελεί ένα περιβαλλοντικό κέντρο εκπαίδευσης καθώς τα έργα αποκατάστασης συνεχίζουν με στόχο την δημιουργία μίας όασης, με αίθρια και μυστικούς κήπους (Inbar et al.,1997,Udo W, 2008).

Παρόμοια μεθοδολογία αποκατάστασης, δηλαδή με μέθοδο ανάκτησης υλικών, του έλεγχου των στραγγισμάτων και της συλλογής του βιοαερίου, εφαρμόστηκε και σε δύο Χ.Α.Δ.Α της Ολλανδίας. Στόχος της αποκατάστασης ήταν η χρήση της γης ως οικιστική ζώνη, η οποία προϋπέθετε κατάλληλα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά και απουσία μόλυνσης και ρύπανσης τόσο στο έδαφος, όσο και στα υπόγεια ύδατα. Από τις δύο χωματερές το 20% των υλικών

κατέληξε σε Χ.Υ.Τ.Α με το υπόλοιπο 80% των ανακυκλώσιμων υλικών και του χώματος να υφίσταται επαναχρησιμοποίηση (Greusebroek,2001).

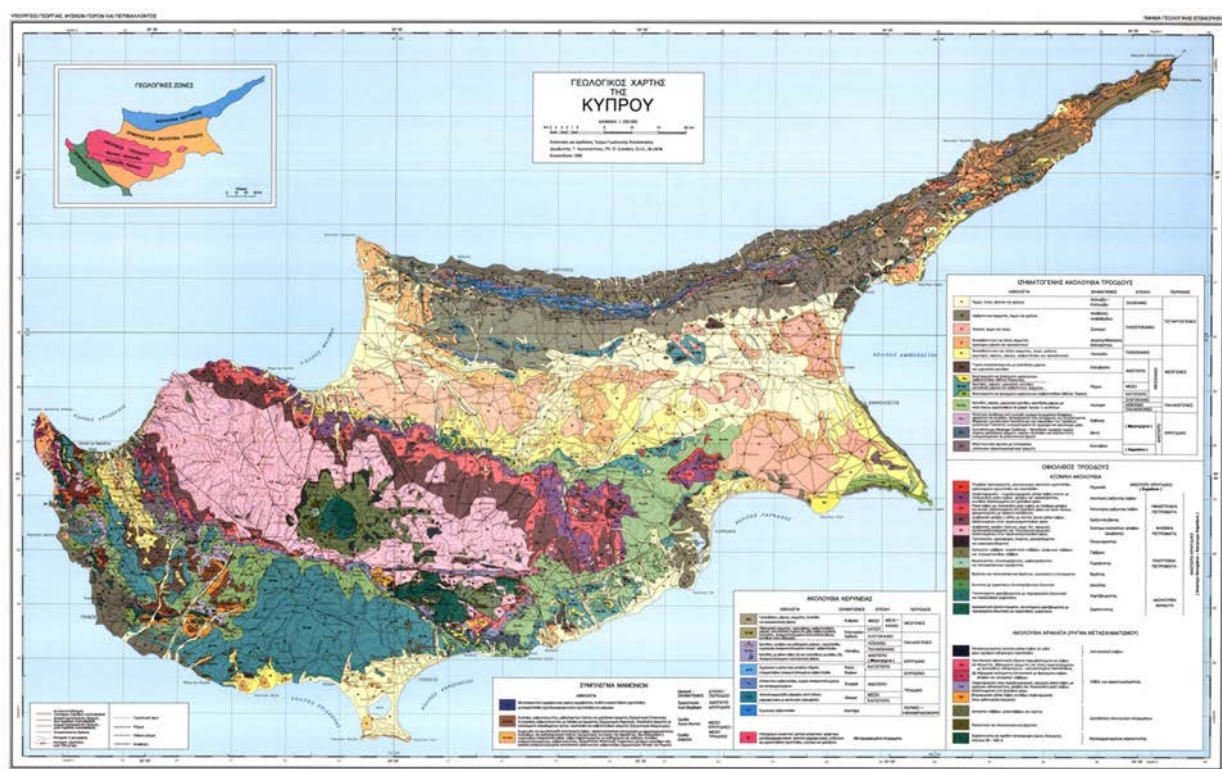


Εικόνα 2.1: Στο πάνω μέρος το Hiriya Mountain του Tel Aviv πριν την έναρξη της διαχείρισης των απόβλητων που το αποτελούν, ενώ στο κάτω μέρος απεικονίζονται τα προβλεπόμενα αποτελέσματα

Χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων στην Κύπρο

Η Κύπρος αποτελεί το 3^ο μεγαλύτερο σε έκταση νησί της Μεσόγειου Θάλασσας, με συνολική έκταση στα 9250Km². Γεωγραφικά τοποθετείται στην Νοτιανατολική Ευρώπη, με γεωγραφικό πλάτος βόρεια του Ισημερινού, από 34°, 33' έως 35°, 37' και γεωγραφικό μήκος ανατολικά του μεσημβρινού του Γκρίνουιτς από 32°, 15' έως 32°, 37', αποτελεί μέλος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας από την 1^η Μαΐου του 2004 (Κυπριακή Δημοκρατία, 2002/2004). Χαρακτηρίζεται από μεσογειακό κλίμα δηλαδή θερμά - ξηρά καλοκαίρια και βροχερούς αλλά ήπιους χειμώνες. Το βόρειο μέρος της Κύπρου βρίσκεται υπό Τουρκική κατοχή από το 1974, έτσι λόγω της απουσίας αξιόπιστων δεδομένων για το τμήμα αυτό, οι υπολογισμοί και τα στοιχεία που αναλύονται στην έρευνα αυτή αφορούν το νότιο τμήμα της νησιωτικής χώρας. Η τοπογραφία του νησιού σύμφωνα με το τμήμα της γεωλογικής επισκόπησης Κύπρου, είναι αποτέλεσμα πολύπλοκων γεωλογικών διαδικασιών και γεωμορφολογικά διαχωρίζεται σε τρεις ζώνες:

- Την οροσειρά και τις γύρω λοφώδεις περιοχές του Τροόδους, στο κέντρο – δυτικό τμήμα του νησιού. Η περιοχή αποτελεί τα 2/3 της έκτασης του νησιού χαρακτηρίζεται από πυκνό υδρογραφικό δίκτυο και αποτελεί το υψηλότερο σημείο της Κύπρου με μέγιστο υψόμετρο τα 1.953m (Κυπριακή Δημοκρατία, 2002).
- Την οροσειρά του Πενταδακτύλου και την χερσόνησο της Καρπασίας στο βόρειο και βορειοανατολικό μέρος, αντίστοιχα, του νησιού.
- Τις αλλουβιακές πεδιάδες (Μεσαορία, παράκτιες περιοχές).

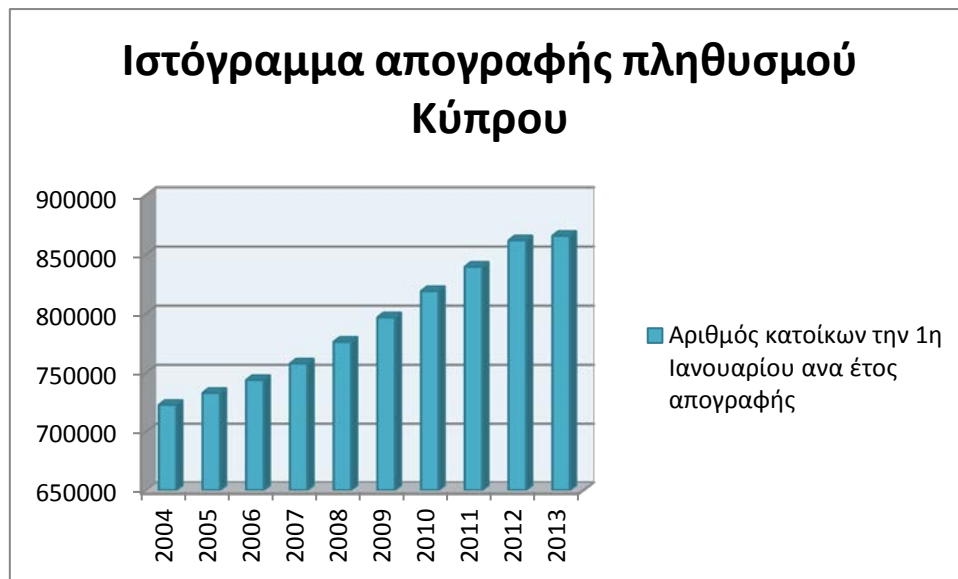


Χάρτης 2.1: Γεωλογικός Χάρτης Κύπρου (Γεωλογική Επισκόπηση Κύπρου 1995)

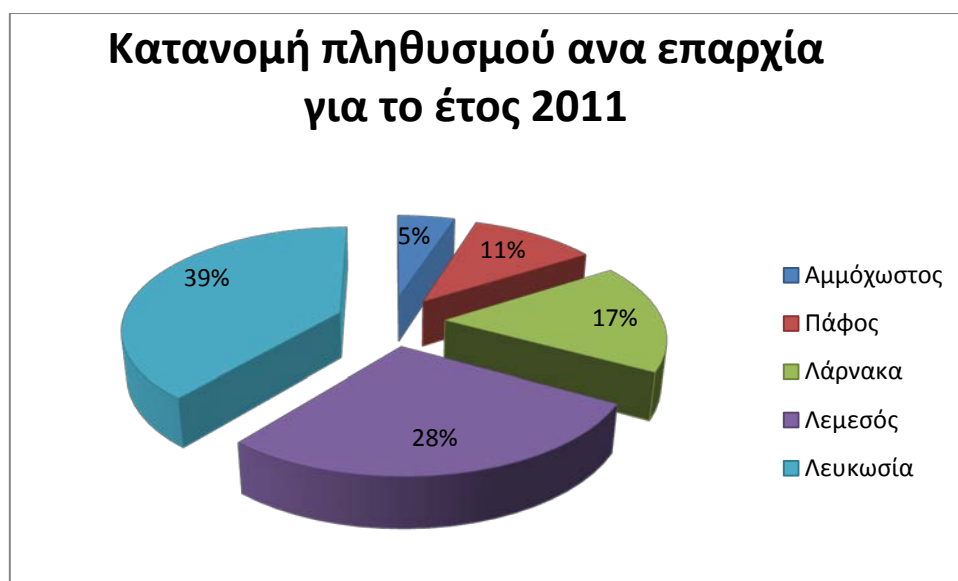
Ο πληθυσμός της ελεύθερης Κύπρου αυξήθηκε σημαντικά από την ένταξη της στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα έως σήμερα, όπου απαριθμεί σύμφωνα με την εκτίμηση της Eurostat για την 1^η Ιανουαρίου του 2013, 865,878 άτομα (βλέπε διάγραμμα 2.6), ενώ σύμφωνα με μοντέλο που ανέπτυξαν οι Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., το 2013, ο πληθυσμός αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά τις επόμενες δεκαετίες (Πίνακας 2.3). Σύμφωνα με δεδομένα της στατιστικής Υπηρεσίας Κύπρου, για το έτος 2011, η μεγαλύτερη συγκέντρωση του πληθυσμού παρουσιάζεται στις επαρχίες Λευκωσίας και Λεμεσού (βλέπε διάγραμμα 2.7). Οι επαρχίες αυτές εξυπηρετούνται επίσημα από δύο Χ.Α.Δ.Α, σε Κοτσιάτη και Βατί αντίστοιχα, οι οποίοι λειτουργούν με ελεγχόμενη απόθεση χωρίς να ακολουθούν οποιαδήποτε Ευρωπαϊκή οδηγία.

Η Κυπριακή Δημοκρατία στα τέλη του 2003, καθόρισε ένα νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων της, το «Στρατηγικό Σχέδιο των Στερεών Αποβλήτων της Κύπρου», ώστε να εναρμονιστεί με τις Κοινοτικές νομοθεσίες και διατάξεις. Το εγχώριο αυτό σχέδιο αποτελεί τις προσαρμοσμένες στα Κυπριακά δεδομένα ευρωπαϊκές διατάξεις. Βασίζεται στην αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» καθώς και στην τριλογία: πρόληψη –

ελαχιστοποίηση – επαναχρησιμοποίηση, δίνοντας ευθύνες στους παραγωγούς και τους κατόχους των αποβλήτων. Στο σχέδιο αυτό παρέχονται ολοκληρωμένα μέτρα διαχείρισης για κάθε τύπο αποβλήτων ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας.



Διάγραμμα 2.6: Αριθμός κατοίκων της Κυπριακής Δημοκρατίας (Eurostat,2013)



Διάγραμμα 2.7: Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά επαρχία της ελεύθερης Κύπρου για το έτος 2011 (Cystat,2013)

Για την επίτευξη των στόχων της η Κυπριακή Δημοκρατία καθόρισε ως μέτρα:

- Την κατασκευή 4 περιφερειακών μονάδων ολοκληρωμένων εγκαταστάσεων διαχείρισης απορριμμάτων (ΟΕΔΑ)
- Να σταματήσει η λειτουργία και να αποκατασταθούν όλοι οι Χ.Α.Δ.Α.

- Να κατασκευαστούν πράσινα σημεία
- Να τερματιστεί η ανεξέλεγκτη απόρριψη αποβλήτων

Πίνακας 2.3: Πρόβλεψη Διαχρονικής εξέλιξης πληθυσμού για τα έτη 2011-2040 (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013)

	Συνολικός Πληθυσμός*	Επαρχία Λευκωσίας ¹	Επαρχία Αμμοχώστου ²	Επαρχία Λάρνακας ³	Επαρχία Λεμεσού ⁴	Επαρχία Πάφου ⁵
2011	862000	336000	47600	146300	241300	90800
2012	879240	342900	48360	149470	246190	92320
2013	896820	349760	49330	152460	251110	94170
2014	914760	356760	50310	155510	256130	96050
2015	933060	363890	51320	158620	261260	97970
2016	951720	371170	52340	161790	266480	99930
2017	970750	378590	53390	165030	271810	101930
2018	990170	386170	54460	168330	277250	103970
2019	1009970	393890	55550	171690	282790	106050
2020	1030170	401770	56660	175130	288450	108170
2021	1050770	409800	57790	178630	294220	110330
2022	1071790	418000	58950	182200	300100	112540
2023	1093220	426360	60130	185850	306100	114790
2024	1115090	434880	61330	189570	312220	117080
2025	1137390	443580	62560	193360	318470	119430
2026	1160140	452450	63810	197220	324840	121810
2027	1183340	461500	65080	201170	331340	124250
2028	1207010	470730	66390	205190	337960	126740
2029	1231150	480150	67710	209300	344720	129270
2030	1255770	489750	69070	213480	351620	131860
2031	1280890	499550	70450	217750	358650	134490
2032	1306500	509540	71860	222110	365820	137180
2033	1332630	519730	73290	226550	373140	139930
2034	1359290	530120	74,76	231080	380600	142730
2035	1386470	540720	76,26	235700	388210	145580
2036	1414200	551540	77,78	240410	395980	148490
2037	1442490	562570	79,34	245220	403900	151460
2038	1471340	573820	80,92	250130	411970	154490
2039	1500760	585300	82,54	255130	420210	157580
2040	1530780	597000	84,19	260230	428620	160730

*Παραδοχή Αύξησης Πληθυσμού 2% ανά έτος (μέσος όρος ποσοστιαίας αύξησης 2001-2011)

¹ Ποσοστό πληθυσμού Επαρχίας Λευκωσίας στο Συνολικό Πληθυσμό 39% (σύμφωνα με το 2011)

² Ποσοστό πληθυσμού Επαρχίας Αμμοχώστου στο Συνολικό Πληθυσμό 5,5% (σύμφωνα με το 2011)

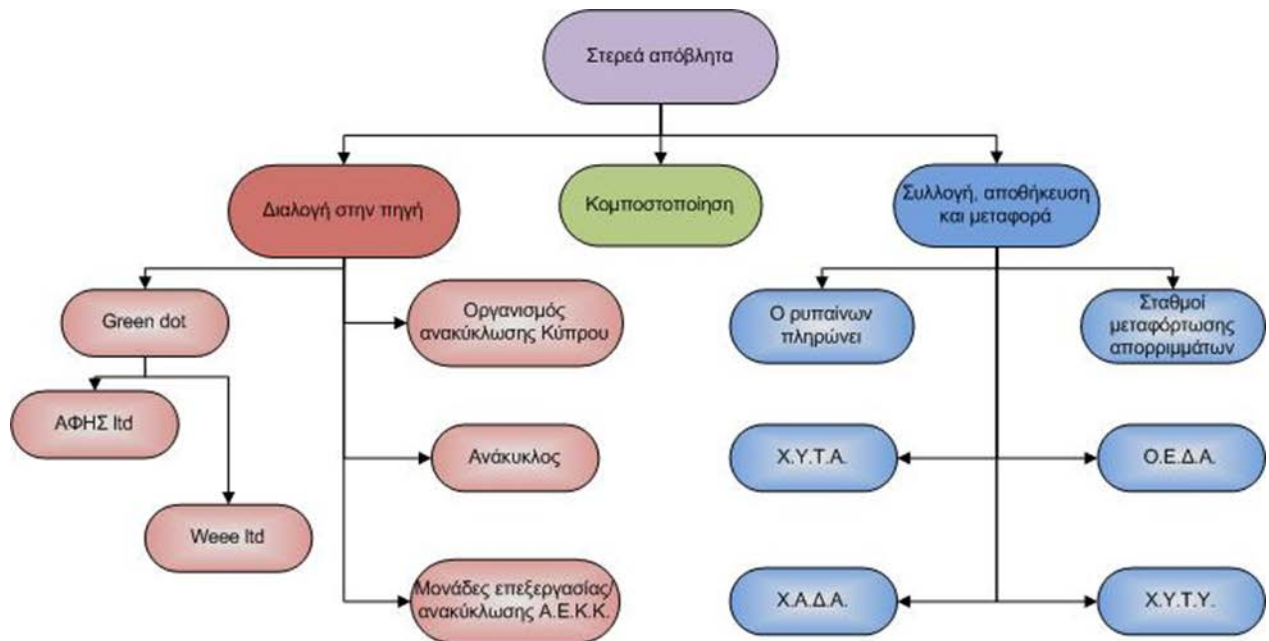
³ Ποσοστό πληθυσμού Επαρχίας Λάρνακας στο Συνολικό Πληθυσμό 17% (σύμφωνα με το 2011)

⁴ Ποσοστό πληθυσμού Επαρχίας Λεμεσού στο Συνολικό Πληθυσμό 28% (σύμφωνα με το 2011)

⁵ Ποσοστό πληθυσμού Επαρχίας Πάφου στο Συνολικό Πληθυσμό 10,5% (σύμφωνα με το 2011)

Έτσι μετά την ένταξη της στην Ευρωπαϊκή Ένωση προχώρησε στη άρση της λειτουργίας των περισσότερων επίσημων Χ.Α.Δ.Α. και στην δημιουργία δύο χώρων σύμφωνων με την οδηγία πλαίσιο 99/31/ΕΚ· τον χώρο υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (Χ.Υ.Τ.Υ.) της Κόσιης όπου εξυπηρετεί τις επαρχίες Λάρνακας και Αμμοχώστου και τον χώρο υγειονομικής ταφής αποβλήτων (Χ.Υ.Τ.Α.), Πάφου όπου εξυπηρετείτε η ομώνυμη επαρχία. Συνολικά στις 5 επαρχίες της Κύπρου υπάρχουν 117 επίσημοι Χ.Α.Δ.Α., οι 115 θεωρούνται ανενεργοί (μη επίσημα γίνεται χρήση τους) και οι υπόλοιποι 2, σε Κοτσιάτη και Βατί να είναι εν ενεργεία, με τις αρμόδιες αρχές να στοχεύουν την άρση λειτουργίας τους έως το 2015 (βλέπε πίνακα 2.4 και Παράρτημα Ι).

Στο Διάγραμμα 2.8 που ακολουθεί παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση των μεθόδων που ακολουθούνται για την διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων που παράγονται στην Κύπρο. Συνοπτικά αναφέρεται ότι η Κύπρος διαθέτει συστήματα Διαλογής στην Πηγή, εφαρμόζει την διαδικασία της κομποστοποίησης και εφαρμόζει μεθόδους Συλλογής, Αποθήκευσης και Επεξεργασίας των Αποβλήτων. Επίσης η Κύπρος διαθέτει, δύο σταθμούς Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων στο χωριό Χρυσοχούς και Σκαρίνου, καθώς και δύο μονάδες επεξεργασίας / ανακύκλωσης ΑΕΚΚ Σκύρα Λίμα και Σκύρα Βάσα.



Διάγραμμα 2.8: Υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Κύπρο (Zorras A., Voukkali I., Loizia P., 2013)



Χάρτης 2.2: Τοποθεσίες των Χ.Α.Δ.Α. στις περιοχές της ελεύθερης Κύπρου (in Qgis)

Οι Χ.Υ.Τ.Α και οι Χ.Α.Δ.Α., ενεργοί και ανενεργοί δεν διασφαλίζουν την προστασία του περιβάλλοντος αφού οι προδιαγραφές των υποδομών ενδεχομένως να αλλοιώνονται συνάρτηση του χρόνου. Στην Κύπρο δεν υπάρχουν κατάλληλες υποδομές και έργα ώστε οι χώροι αποθέσεις να συμφωνούν με την οδηγία 99/31/ΕΚ. Συγκεκριμένα δεν παρακολουθούνται οι περιβαλλοντικοί παράμετροι και απουσιάζουν:

- Στεγανοποίηση του πυθμένα και των πρανών
- Συστήματα συλλογής και επεξεργασίας στραγγισμάτων και βιοαερίου
- Αντιπλημμυρικά έργα
- Αντιπυρική προστασία
- Περίφραξη χώρων
- Έργα αισθητικής αναβάθμισης

Πίνακας 2.4: Συνολική απογραφή επίσημων Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου

α/α	ΕΝΕΡΓΟΙ	ΑΝΕΝΕΡΓΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΥΚΩΣΙΑ	1	19	20
ΛΕΜΕΣΟΣ	1	43	44
ΛΑΡΝΑΚΑ	0	13	13
ΠΑΦΟΣ	0	37	37
ΑΜΜΟΧΩΣΤΟΣ	0	3	3
ΣΥΝΟΛΟ	2	115	117

Η περίοδος λειτουργίας των Κυπριακών Χ.Α.Δ.Α είχε διάρκεια 15 με 25 έτη ανάλογα με τις υφιστάμενες ανάγκες των πληθυσμιακών εκτάσεων που εξυπηρετούσαν, ωστόσο υπάρχουν αρκετοί Χ.Α.Δ.Α. με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (βλέπε πίνακα 2.5). Η παρατεταμένη λειτουργία τους, μπορεί να προκαλέσει περιβαλλοντική υποβάθμιση καθώς και να επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία λόγω της διαφυγής των στραγγισμάτων και του βιοαερίου, καθώς και της ύπαρξης παθογόνων οργανισμών.

Πίνακας 2.5: Διάρκεια λειτουργίας επίσημων Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου

Διάρκεια λειτουργίας Χ.Α.Δ.Α.	Αριθμός Χ.Α.Δ.Α.
<10	25
10-20	42
20-30	28
≥30	22



Εικόνα 2.2: Αριστερά η είσοδος του κλειστού Χ.Α.Δ.Α της Επισκοπής Λεμεσού μετά από την μεγάλη πυρκαγιά του 2013. Δεξιά παρουσιάζεται ένας μη επίσημος Χ.Α.Δ.Α. στο κέντρο της Λεμεσού.

Ευρωπαϊκή και Κυπριακή νομοθεσία

Η Ευρωπαϊκή ένωση καθιερώνει και αναθεωρεί οδηγίες πλαίσια για την διαχείριση κάθε τύπου αποβλήτων, ώστε να προστατεύσει το περιβάλλον και την δημόσια υγεία της Κοινότητας όταν τα κράτη μέλη της εναρμονιστούν με αυτά. Η Ε.Ε. στοχεύοντας στην κατάργηση της σχέσης της οικονομικής ανάπτυξης και της παραγωγής αποβλήτων υιοθέτησε ένα νομοθετικό πλαίσιο, με σκοπό τον έλεγχο του συνολικού κύκλου των αποβλήτων, δηλαδή από την παράγωγή των αποβλήτων στην διάθεση τους, με ιδιαίτερη έμφαση στις διαδικασίες ανάκτησης και ανακύκλωσης. Παρακάτω παραπείθονται οι σημαντικότερες Ευρωπαϊκές οδηγίες και πώς εναρμονίστηκαν οι Κυπριακές νομοθεσίες σε αυτές.

2.6.1 Περί Αποβλήτων και Υγειονομικής Ταφής

Οι σημαντικότερες Κοινοτικές οδηγίες στις οποίες στηρίζεται και η μεταπτυχιακή αυτή διατριβή είναι η 99/31/ΕΚ και η 2008/98/ΕΚ. Η Κύπρος τις υιοθέτησε και για πλήρη εναρμόνιση θέσπισε τους νομούς και την κανονιστική διοικητική πράξη:

- Ν.185(Ι)/2011 – Οι περί Αποβλήτων Νόμοι του 2011
- Ν.6(Ι)/2012 – Οι περί Αποβλήτων Νόμοι του 2012
- Κ.Δ.Π. 282/2007 – Το περι Καθορισμού Κριτηρίων και Διαδικασιών Αποδοχής των Αποβλήτων στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων Διάταγμα του 2007

2.6.2 Οδηγία 99/31/ΕΚ Περί Υγειονομικής Ταφής των Αποβλήτων

Η οδηγία 99/31/ΕΕ αφορά την τελική διάθεση των Α.Σ.Α, σύμφωνα με αυτήν έως το 2020 τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για Χ.Υ.Τ.Α. πρέπει να μειωθούν στο 35% της συνολικής κατά βάρος ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή στο τελευταίο καταγεγραμμένο από Eurostat προ το 1995 έτος. Η οδηγία αυτή καθορίζει το είδος των αποβλήτων καθώς και τις διαδικασίες επεξεργασίας τους, που είναι αποδεκτές στους χώρους υγειονομικής ταφής μέσω προϋποθέσεων για την λειτουργία (πχ στεγανοποίηση), την παύση και την μετέπειτα φροντίδα των χώρων αυτών, ώστε να αποφευχθεί η ρύπανση του εδάφους και των υδάτων.

2.6.3 Οδηγία 2008/98/ΕΚ Περί Αποβλήτων

Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ θεσπίζει το ενδοκοινοτικό νομοθετικό πλαίσιο για την επεξεργασία των αποβλήτων ώστε να προληφθούν οι αρνητικές επιπτώσεις από την παραγωγή και την διαχείριση των αποβλήτων, με απώτερο σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Η παρούσα οδηγία δεν εφαρμόζεται σε αέρια απόβλητα, ραδιενεργά απόβλητα, απόβλητα που προκύπτουν από τους ορυκτού πόρους καθώς και απόβλητα που περιέχουν:

- Περιττώματα
- Λύματα
- Ζωικά υποπροϊόντα
- Σωρούς ζώων (ζώα που αποθνήσκουν εκτός σφαγείων)
- Αποχαρακτηρισμένα εκρηκτικά

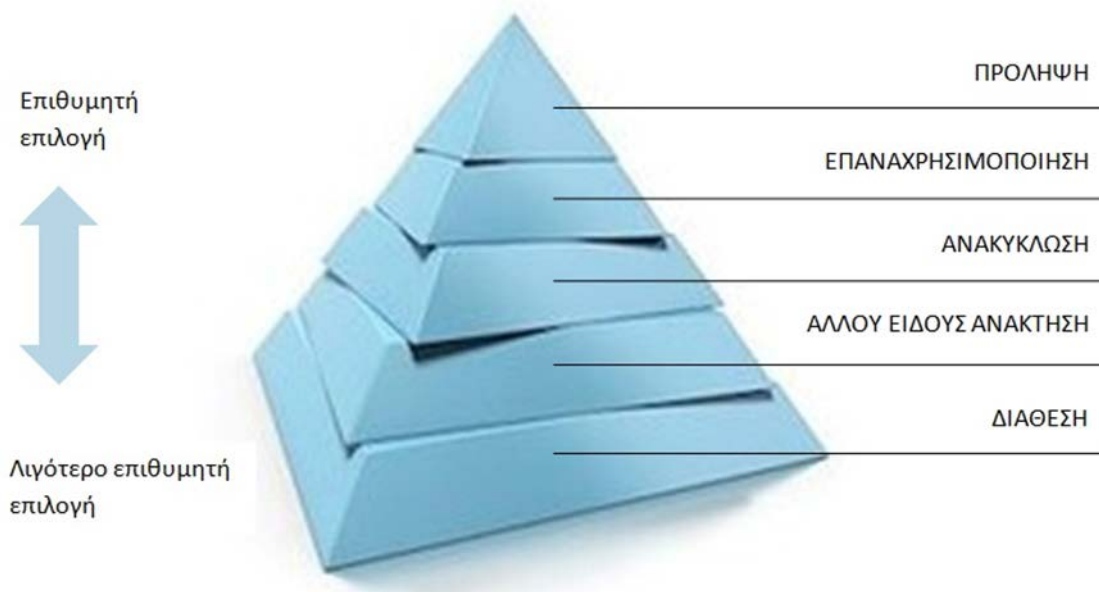
Διαχρονικοί στόχοι της Οδηγία 2008/98/ΕΕ

Σύμφωνα με την εν λόγω οδηγία, έως το 2015 πρέπει να καθιερωθεί η χωριστή συλλογή τουλάχιστο των τεσσάρων ρευμάτων αποβλήτων: Χαρτί, πλαστικό, γυαλί, μέταλλο. Έως τα τέλη του 2014 πρέπει να καθορισθούν οι στόχοι πρόληψης αποβλήτων και στόχων αποσύνδεσης της οικονομικής ανάπτυξης από την παραγωγή αποβλήτων ως το 2020. Έως το 2020 πρέπει να ληφθούν επίσης τα κατάλληλα μέτρα ώστε να αυξηθεί τουλάχιστο κατά 50% προς το συνολικό τους βάρος, η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των υλικών αποβλήτων των νοικοκυριών τουλάχιστον για χαρτί, μέταλλο, γυαλί, πλαστικό και ενδεχομένως άλλης προέλευσης υλικών όμοιων με αυτών των νοικοκυριών. Στόχος έως το 2020 είναι και η κατάλληλη λήψη μέτρων ώστε να αυξηθεί τουλάχιστο κατά 70% οι διαδικασίες επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης, ανάκτησης των άλλων υλικών

εξαιρουμένων των υλικών που απαντούν στη φύση και τα οποία ορίζονται στην κατηγορία 17.05.04 του Ε.Κ.Α..

Ιεράρχηση των αποβλήτων (Άρθρο 4)

Τα κράτη μέλη της Ε.Ε. πρέπει να λάβουν αναγκαία μέτρα για την διαχείριση και επεξεργασία των αποβλήτων ώστε να εξασφαλιστεί η βέλτιστη προστασία του περιβάλλοντος, και η ασφάλεια της δημόσιας υγείας. Αναλυτικά πρέπει να ληφθούν μέτρα ώστε να μην προκαλούνται κίνδυνοι σε νερό, αέρα, έδαφος, φυτά ή ζώα, να μην προκαλούντα οχλήσεις από θόρυβο ή οσμές και να μην επηρεάζεται αρνητικά το τοπίο. Τα μέτρα πρέπει να θεσπιστούν μέσω κατάλληλης νομοθεσίας και βάση της ιεράρχησης – προτεραιότητας των σταδίων επεξεργασίας των αποβλήτων όπως προδιαγράφεται στην οδηγία, με την πρόληψη να αποτελεί τον κινητήριο άξονα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (βλέπε διάγραμμα 2.8).



Διάγραμμα 2.9: Ιεράρχηση επιλογών για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 4 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ

Αναλυτικά,

- Πρόληψη: Πρωτογενής διαδικασία στην παραγωγή αγαθών (ουσία, υλικό) ώστε να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις, σε δημόσια υγεία και περιβάλλον, όταν αυτά απορριφθούν. Αυτό γίνεται μέσω μείωσης των επικινδύνων ουσιών, της μείωσης της ποσότητας των αποβλήτων (μεγαλύτερες συσκευασίες), της επαναχρησιμοποίησης, της παράτασης του κύκλου ζωής των αγαθών.

- Επαναχρησιμοποίηση: Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την επαναλαμβανόμενη χρήση των αντικειμένων ή μέρη αυτών. Ένα απόβλητο μετά από επεξεργασία μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ως προϊόν από τον παραγωγό ή ένα δεύτερο πρόσωπο.
- Ανακύκλωση: Η διαδικασία αυτή περιγράφει την μετατροπή ενός αποβλήτου σε νέο προϊόν.
- Ανάκτηση: Η διαδικασία ανάκτησης υλών και ενέργειας από τα απόβλητα.
- Διάθεση: Οποιαδήποτε διαδικασία που υφίστανται τα απόβλητα, η οποία δεν συνιστά ανάκτηση. Η διαδικασία δεν πρέπει να προκαλούν κίνδυνο για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Ευθύνη και κόστος διαχείρισης αποβλήτων (Άρθρο 14 και 15)

Τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίζουν ότι οι αρχικοί παραγωγοί ή οι άλλοι κάτοχοι αποβλήτων πραγματοποιούν οι ίδιοι ή αναθέτουν σε τρίτους την επεξεργασία των αποβλήτων. Σύμφωνα με την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», το κόστος διαχείρισης των αποβλήτων βαρύνει τον αρχικό παραγωγό αποβλήτων ή τους προηγούμενους κατόχους αποβλήτων. Τα κράτη μέλη μπορούν να αποφασίσουν ότι το κόστος διαχείρισης των αποβλήτων βαρύνει πλήρως ή εν μέρει τον παραγωγό του προϊόντος από το οποίο προέρχονται τα απόβλητα, με τους διανομείς του εν λόγω προϊόντος να μπορούν να μοιράζονται το σχετικό κόστος.

2.6.4 Οδηγία 2000/76/ΕΚ Για την αποτέφρωση των αποβλήτων

Σκοπός της οδηγίας αυτής η πρόληψη και ο περιορισμός των επακολουθούν της αποτέφρωσης δυσμενών επιπτώσεων (ρύπανση ατμόσφαιρας – υπεδάφους – νερού,), μέσω θέσπισης αυστηρών προδιαγραφών των μονάδων αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης.

2.6.5 Περί Συσκευασιών και Αποβλήτων

Η οδηγία 94/62/ΕΚ και οι τροποποιήσεις 2004/12/ΕΚ, 2005/20/ΕΚ και 219/2009 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου στοχεύουν στον περιορισμό της παραγωγής απορριμμάτων συσκευασίας μέσω αξιοποίησης τους (ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση), ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Για τους σκοπούς εναρμόνισης με την οδηγία αυτή η Κυπριακή Δημοκρατία νομοθετεί:

- Ν.32(Ι)/2002 – Ο περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Νόμος
- Κ.Δ.Π.183/2002 – Ο περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Συσκευασιών Νόμος του 2002
- Ν.133(Ι)/2003 – Ο περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Συσκευασιών (Τροποποιητικός) Νόμος 2003
- Κ.Δ.Π.746/2003 – Ο περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Συσκευασιών (Εξουσίες και καθήκοντα επιθεωρητών) Κανονισμοί του 2003
- Κ.Δ.Π.747/2003 – Ο περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Συσκευασιών (Ευθύνη οικονομικών παραγόντων) Κανονισμοί του 2003
- Ν.48(Ι)/2006 – Τροποποιητικός Νόμος Περί Συσκευασιών

- Κ.Δ.Π.456/2006 – Ο περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Συσκευασιών
- Ν.125(Ι)/2012 – Νόμος που τροποποιεί τον Περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Νόμο
- Ν.58(Ι)/2012 – Νόμος που τροποποιεί τον Περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Νόμο

2.6.6 Περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων

Για την εναρμόνιση με την Κοινοτική οδηγία 91/689/ΕΚ για την ελεγχόμενη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων και με πληθώρα άλλων για τα επικίνδυνα απόβλητα όπως 2006/66/ΕΚ, 96/59/ΕΚ, 2002/95/ΕΚ, 75/409/ΕΟΚ, η Κυπριακή Δημοκρατία νομοθέτησε μεγάλο αριθμό νόμων όπως:

- Ν.215(Ι)/2002 – Ο περί Διαχείρισης των Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων
- Κ.Δ.Π.636/2002 – Οι περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Πολυχλωροροδιφαινύλια και Πολυχλωροτριφαινύλια) (PCB/PCT) Κανονισμοί του 2002
- Κ.Δ.Π.637/2002 – Οι περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Διαχείριση ορυκτελαίων) Κανονισμοί του 2002
- Κ.Δ.Π.637/2002 – Οι περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Διαχείριση ορυκτελαίων) Κανονισμοί του 2002 , ο οποίος καταργείται με τον Κ.Δ.Π.524/2011 - Οι Περί στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Διαχείριση Χρησιμοποιημένων Ορυκτελαίων)(Καταργητικοί) Κανονισμοί του 2011
- Κ.Δ.Π.157/2003 – Το περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Κατάλογος αποβλήτων) Διάταγμα του 2003
- Κ.Δ.Π.158/2003 – Το περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Μητρώο αποβλήτων) Διάταγμα του 2003
- Κ.Δ.Π.159/2003 – Το περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Έντυπα αναγνώρισης επικίνδυνων αποβλήτων) Διάταγμα του 2003
- Κ.Δ.Π.160/2003 – Το περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Αίτηση για άδεια διαχείρισης αποβλήτων) Διάταγμα του 2003
- Κ.Δ.Π.161/2003 – Το περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Αίτηση για άδεια διαχείρισης αποβλήτων) Διάταγμα του 2003
- Κ.Δ.Π.562/2003 – Οι περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Χώροι υγειονομικής ταφής) Κανονισμοί του 2003
- Κ.Δ.Π.688/2003 – Το περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Αίτηση για άδεια διαχείρισης αποβλήτων) Διάταγμα του 2003
- Κ.Δ.Π.668/2004 – Οι περι Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού) Κανονισμοί του 2004
- Κ.Δ.Π.618/2007 – Οι περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Χώροι υγειονομικής ταφής) (Τροποποιητικοί) Κανονισμοί του 2007
- Ν.63(Ι)/2009 – Νόμος που τροποποιεί τον Περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων Νόμο
- Κ.Δ.Π.125/2009 – Οι περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές) Κανονισμοί του 2009

- Κ.Δ.Π.378/2009 – Οι περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού) (Τροποποιητικοί) Κανονισμοί του 2009
- Κ.Δ.Π.61/2011 – Οι περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων (Διαχείριση αποβλήτων ελαστικών) Κανονισμοί του 2011

2.6.7 Για την Διαχείριση Οχημάτων στο Τέλος του Κύκλου Ζωής

Για την ρύθμιση της διαχείρισης των οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους καθώς και των εγκαταστάσεων της διαχείρισης τους το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο θέσπισε την <<Οδηγία 2000/53/ΕΚ>>, και την <<Απόφασή 2002/525/ΕΚ>> για την τροποποίηση του Παραρτήματος ΙΙ της εν λόγω οδηγίας. Για τους σκοπούς εναρμόνισης με την οδηγία αυτή η Κυπριακή Δημοκρατία νομοθετεί τον νόμο:

- Ν1571/2003 – Για την Διαχείριση Οχημάτων στο τέλος του Κύκλου Ζωής

2.6.8 Περί Αδρανών Αποβλήτων και Αποβλήτων της Εξορυκτικής Βιομηχανίας

Για την εναρμόνιση με την Ευρωπαϊκή Οδηγία σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας και την τροποποίηση της οδηγίας 2004/35/ΕΚ η Κύπρος υιοθετεί τον:

- Ν.82(Ι)/2009 – Ο περί Διαχείρισης των Αποβλήτων της Εξορυκτικής Βιομηχανίας Νόμος

3

Μεθοδολογία

Πυρήνας της μεθοδολογίας αποτέλεσε η καταγραφή των επίσημων χώρων ανεξέλικτης διάθεσης της Κυπριακής Δημοκρατίας καθώς και των απαραίτητων, κατά τους Hauser et al, ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών τους. Αξιόπιστα δεδομένα συλλέχθηκαν από τους δημόσιους φορείς (Υπουργείο Εσωτερικών, Τμήμα Περιβάλλοντος, Δημόσια έργα, Μ.Υ.Κ.) καθώς και από προσωπικών μου επισκέψεων σε μερικούς από τους χώρους αυτούς. Εν συνεχεία τα δεδομένα αξιοποιούνται και ομαδοποιούνται σύμφωνα με την θέση, το μέγεθος, την επικινδυνότητα τους ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη μεθοδολογία αποκατάστασης τους. Η μεθοδολογία αποκατάστασης στηρίζεται στην ενεργειακή αξιοποίηση (συλλογή βιοαερίου, ανάκτηση υλικών), την επαναφορά του τοπίου και του περιβάλλοντος μέσω της ανάκτησης της γης.



Διάγραμμα 3.1: Σχηματική απεικόνιση μεθοδολογίας

Αναλυτικά συλλέχθηκαν δεδομένα για τους Χ.Α.Δ.Α σχετικά με:

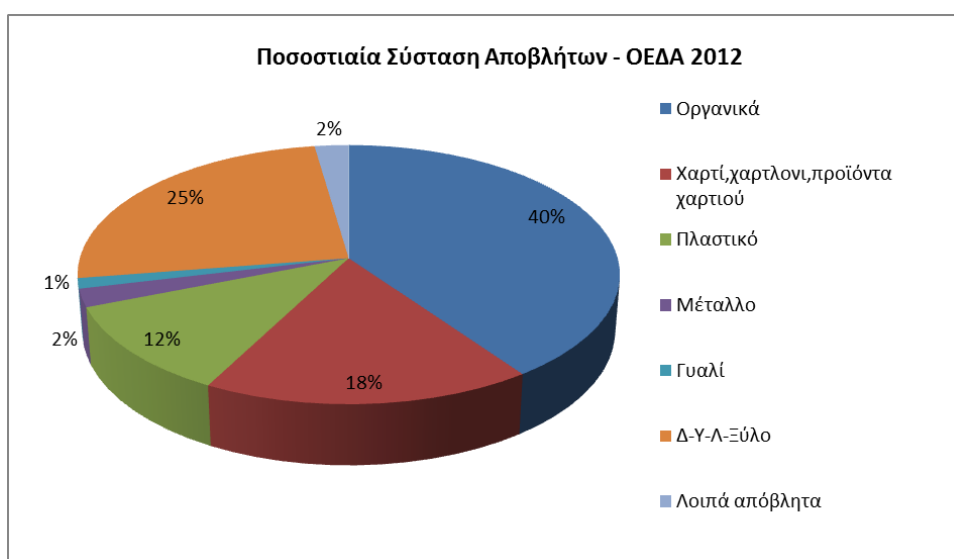
- Το πλήθος
- Την γεωγραφική θέση
- Την έκταση
- Τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό
- Την διάρκεια λειτουργίας
- Τον τρόπο απόθεσης αποβλήτων
- Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων (είδος, όγκος)
- Μετεωρολογία στοιχεία
- Γεωλογικά και υδρολογικά

Ποιοτική σύνθεση αποβλήτων

Για τον υπολογισμό της ποιοτικής σύνθεσης των αποβλήτων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα του έτους 2010, το οποίο αποτελεί το πιο πρόσφατα ενημερωμένο με πληροφορίες έτος από την Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου (CySTAT). Για το έτος αυτό, τα δεδομένα της CySTAT δείχνουν χρόνια κατά κεφαλή παραγωγή 691 kg Α.Σ.Α. με τα 489,7 kg να καταλήγουν στους Χ.Α.Δ.Α της Κύπρου. Η ποιοτική σύσταση των αποθεθέντων σε Χ.Α.Δ.Α. απορριμμάτων σύμφωνα με την Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου παρουσιάζεται στον πίνακα 3.1, και επαυθεύεται από το διάγραμμα 3.2 το οποίο παρουσιάζει όλο τον όγκο των αποβλήτων της επαρχίας Πάφου ο οποίος καταλήγει στο Χ.Υ.Τ.Α. της ομώνυμης επαρχίας.

Πίνακας 3.1: Ποιοτική σύσταση αποθεθέντων σε Χ.Α.Δ.Α. απορριμμάτων (CySTAT, 2013)¹

Χαρτί	22,8%
Πλαστικό	17,0%
Μέταλλο	2,6%
Γυαλί	2,5%
Οργανικά	42,0%
Αδρανή	1,5%
Άλλο	11,6%



Διάγραμμα 3. 2: Ποσοστιαία σύσταση αποβλήτων Χ.Υ.Τ.Α Πάφου για το 2012 (Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013)

¹http://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/energy_environment_82main_gr/energy_environment_82main_gr?OpenForm&sub=2&sel=2

Τρόπος διάθεσης αποβλήτων

Τα απορρίμματα διατίθενται σε όλους τους Χ.Α.Δ.Α της Κύπρου με ημιελεγχόμενη απόθεση εκτός από τους Κοτσιάτη και Βατή, όπου τα απόβλητα διατίθενται με ελεγχόμενη απόθεση. Συχνά παρατηρούνται τοπικές αναφλέξεις λόγω της αυτανάφλεξης του βιοαερίου που μπορεί να οδηγήσουν σε εκδήλωση πυρκαγιάς καθώς και πυρκαγιές λόγω κακόβουλων ενεργειών (Zhu et al., 2009). Ανά τακτά χρονικά διαστήματα τα απόβλητα επικαλύπτονται με εδαφική ύλη και συμπιέζονται ώστε να μειωθεί ο όγκος και οι δυσμενείς επιπτώσεις τους. Οι κύριοι Χ.Α.Δ.Α παρέχουν την δυνατότητα εισροής λυμάτων και την συλλογή τους σε «τεχνητές» λίμνες.



Εικόνα 3.1: Στάδια διάθεσης αποβλήτων στο Βατί Λεμεσού: απόθεση, επικάλυψη, τοπίο

Εκτίμηση επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α.

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας αποτελεί ένα εργαλείο αξιολόγησης ευρέως φάσματος προβλημάτων (EPA, 1992 and Talib et al., 2008). Στις περιπτώσεις των Χ.Α.Δ.Α. και των Χ.Υ.Τ.Α., οι βασικές παράμετροι για την αξιολόγηση του κινδύνου είναι κοινές στην διεθνή βιβλιογραφία και περιλαμβάνουν την πηγή ρύπανσης, τον υποδοχέα της ρύπανσης και το μονοπάτι μεταξύ πηγής και υποδοχέα (Environmental Agency, 2003). Η εκτίμηση της επικινδυνότητας απαιτείται για τον έλεγχο και τον καθορισμό των κινδύνων που επιφέρουν τα απόβλητα στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία (Talib et al., 2008).

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας εφαρμόστηκε η μεθοδολογία η οποία ορίστηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ της Ελλάδας το 2004 και υιοθετήθηκε από την Κυπριακή Δημοκρατία για την διεκπεραίωση των ερευνών της. Η μεθοδολογία αυτή διαιρείται σε 3 στάδια – μήτρες και ο βαθμός επικινδυνότητας προκύπτει από το άθροισμα των μητρών αυτών. Σύμφωνα με την ταξινόμηση του βαθμού αυτού στις 3 κατηγορίες της οδηγίας, προτείνονται από αυτήν μέτρα αποκατάστασης.

Συγκεκριμένα,

$$E = M1 + M2 + \max a + \max \beta + \max \gamma \quad \{4\}$$



Εικόνα 3.2: Πορεία λυμάτων στο Βατί της Λεμεσού

Ο βαθμός επικινδυνότητας κυμαίνεται μεταξύ 1 – 100 και ταξινομείται στον Πίνακα 3.2 ώστε να καθοριστούν τα προτεινόμενα μέτρα αποκατάστασης,

Πίνακας 3.2: Βαθμός επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)

Κατηγορίες	Προτεραιότητα λήψης μέτρων	Βαθμός
1	Απαιτείται άμεσα η λήψη μέτρων (α' προτεραιότητα)	≥90
2	Απαιτείται άμεσα η λήψη μέτρων (β' προτεραιότητα)	70-89
3	Απαιτείται άμεσα η λήψη μέτρων (γ' προτεραιότητα)	30-69
4	Δεν απαιτείται η λήψη μέτρων αποκατάστασης	0-29

Για την διατριβή αυτή, η μεθοδολογία εφαρμόζεται στο σύνολο των Χ.Α.Δ.Α ανά επαρχία. Στον υπολογιζόμενο βαθμό παρουσιάζεται ανακρίβεια λόγω του ότι οι υπολογισμοί εκτιμήθηκαν συνολικά ανά επαρχία, με τους μεγάλους Χ.Α.Δ.Α. των επαρχιών να παρουσιάζουν μεγαλύτερη επικινδυνότητα από τους μικρότερους.

Μήτρα 1

Στο στάδιο αυτό γίνεται αξιολόγηση της πηγής ρύπανσης του Χ.Α.Δ.Α., δηλαδή εξετάζεται το είδος των αποβλήτων, ο χρόνος λειτουργίας καθώς η έκταση των Χ.Α.Δ.Α.. Τα

αποτελέσματα που προκύπτουν από τους υπολογισμούς ταξινομούνται στον πίνακα 3.3 από όπου προκύπτει η πρώτη παράμετρος της επικινδυνότητας, η M1.

Πίνακας 3.3: Μήτρα 1 - Πηγή ρύπανσης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)

Μήτρα 1: Πηγή ρύπανσης - Παράμετρος M1				
Παράμετροι αξιολόγησης είδους αποβλήτου	Είδος αποβλήτου			
	Οικιακά >30 έτη	Οικιακά <30 έτη	Υλικά εσκαφών / κατεδάφισεων	Επικίνδυνα απόβλητα
Όγκος αποβλήτων (m ³)				
< 1,000	10	15	5	
1,001 - 5,000	14	19	5	
5,001 - 10,000	18	23	5	
10,001 - 20,000	22	27	5	
20,001 - 50,000	26	31	5	
50,001 - 100,000	29	34	5	
100,001 - 500,000	32	37	5	
> 500,000	35	40	5	
Απόσταση βιομηχανικής ζώνης - Περιοχής από Χ.Α.Δ.Α (Αφορά μόνο τα επικίνδυνα απόβλητα)				
$x \leq 1,0$ km				6
$1,0 < x \leq 3,0$ km				5
$3,0 < x \leq 5,0$				4
$5,0 < x \leq 9,0$ km				2
$x \geq 9,0$ km				0

Ουσιαστικά η βαθμολόγηση προκύπτει από την ταξινόμηση του όγκου των αστικών αποβλήτων στην Μήτρα, έπειτα ανάλογα με τον χρόνο λειτουργίας γίνεται ταξινόμηση στη δεύτερη και τρίτη στήλη και προκύπτει η αρχική βαθμολόγηση του M1- Ο χρόνος λειτουργίας είναι ανάλογος με τον βαθμό αποδόμησης των οικιακών αποβλήτων, συγκεκριμένα τα οικιακά απόβλητα μικρότερης ηλικίας των 30 ετών παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες βιοαερίου από τα οικιακά με ηλικία μεγαλύτερη των 30 ετών λόγω των ζυμώσιμων υλικών που περιέχουν (Scharff and Jacobs, 2006). Στον αριθμό αυτό προστίθενται ή αφαιρούνται βαθμοί ανάλογα με την φύση δευτερευόντων αποβλήτων για παράδειγμα, λόγω ύπαρξης επικινδυνών αποβλήτων προστίθενται βαθμοί ενώ για την ύπαρξη αδρανών υλικών αφαιρούνται.

Για τον υπολογισμό της επικινδυνότητας των 5 επαρχιών της Κύπρου χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια δεδομένα όσο αφορά το ποσοστό των αδρανών υλικών στους Χ.Α.Δ.Α λόγω της απουσίας αξιόπιστων μετρήσεων από το Υπουργείο Εσωτερικών. Τα αδρανή απόβλητα δεν υφίστανται καμία επεξεργασία αλλά αποτίθενται στους Χ.Α.Δ.Α., το 2011 δανειοδοτήθηκε μια εταιρία για διαχείριση των αποβλήτων αυτών αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό τους συνεχίζει να αποτίθενται στον Χ.Α.Δ.Α.. Επίσης για τον υπολογισμό του όγκου των

απόβλητων χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία που χρησιμοποίησε ο Μουλίδης Π. το 2012 για την αποκατάσταση των Χ.Α.Δ.Α. του δήμου Νέστου όπου, ο όγκος προκύπτει από το γινόμενο της μέσης κατά άτομο ετήσιας παραγόμενης ποσότητας αποβλήτων, με τον αριθμό των κατοίκων οι οποίοι εξυπηρετούνται από του Χ.Α.Δ.Α. και την διάρκεια λειτουργίας των Χ.Α.Δ.Α. (σε έτη)· μειωμένο κατά 50% λόγω της αποδόμησης του οργανικού φορτίου, των καθιζήσεων καθώς και λόγω της εσκεμμένης καύσης και των αυταναφλέξεων στο χώρο διάθεσης. Λόγω της συστηματικής συμπίεσης ως ειδικό βάρος λαμβάνεται το 0,5 t/m³, ενώ αφαιρείται το 10% το οποίο αναλογεί στο υλικό εδαφοκάλυψης, με το αποτέλεσμα να λαμβάνεται ως ο όγκος των αποβλήτων.

Μήτρα 2

Στο στάδιο αυτό αξιολογείτε το μονοπάτι και η διαδρομή ώστε να εκτιμηθεί ο κίνδυνος για ρύπανση των υδροφοριών και του εδάφους. Για την αξιολόγηση του μονοπατιού διασποράς εκτιμήθηκαν το γεωλογικό υπόβαθρο και η απόσταση του χώρου απόθεσης από το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής (υπόγειο, επιφανειακό). Συγκεκριμένα ερευνώνται το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, η υδροπερατότητα των εδαφικών στρωμάτων και η απόσταση του υδροφόρου ορίζοντα από την βάση του Χ.Α.Δ.Α..

Πίνακας 3.4: Μήτρα 2_α – Βροχόπτωση - μονοπάτι (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)

Μήτρα Μ2 _α : Βροχόπτωση – Μονοπάτι	
Ετήσια Βροχόπτωση	Βαθμός
< 300 mm	0,8
300 - 500 mm	0,85
500 - 700 mm	0,9
700 - 900 mm	0,95
> 900mm	1

Πίνακας 3.5: Μήτρα 2_β – Υδροφόρος - μονοπάτι (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)

Μήτρα M2 _β : Υδροφόρος – Μονοπάτι			
Απόσταση από υδροφόρο	Υδροπερατότητα		
	Kf<10 ⁻⁶ m/s	10 ⁻⁴ > Kf > 10 ⁻⁶ m/s	Kf>10 ⁻⁴ m/s
> 10 m από τον υδροφόρο ορίζοντα	0	4	8
2 - 10 m από τον υδροφόρο ορίζοντα	1	5	10
< 2 m από τον υδροφόρο ορίζοντα	3	8	13
Εντός του υδροφορέα	9	12	15

Οι παράμετροι ταξινομούνται στις δύο μήτρες (Πίνακας 3.4 και 3.5) και η βαθμολόγηση της παραμέτρου M2 αποτελεί τον μέσο όρο των M2_α και M2_β. Η Μήτρα αυτή παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα λόγω της απουσίας σημαντικών παραμέτρων όπως την φύση, τον όγκο, την ηλικία των αποβλήτων, την μείωση του όγκου λόγω αποτέφρωσης τους από τις αναπτυσσόμενες πυρκαγιές.

Μήτρα 3

Στο στάδιο αυτό αξιολογείτε ο τελικός αποδέκτης, η μήτρα αυτή περιλαμβάνει τις σχέσεις μεταξύ της απόστασης του Χ.Α.Δ.Α. και

- Του αποδέκτη
- Οικίστηκες ζώνες
- Προστατευμένες ζώνες
- Χρήσεις γης
- Σημεία υδροληψίας
- Άλλες ευαίσθητες περιοχές

Πίνακας 3.6: Μήτρα 3 – Αποδέκτης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)

Μήτρα 3: Αποδέκτης							
Απόσταση από:	> 1000 m	501 - 1000 m	101 - 500 m	< 100 m	εντός		
Υδροληψία πόσιμου - πηγ'η ύδρευσης	0	15	25	25	25	α1	max α
Μελλοντική υδροληψία πόσιμου	0	0	0	0	10	α2	
Προστατευόμενη περιοχή - ιαματικά	0	0	12	12	25	α3	
Παιδική χαρά	0	0	10	10	25	β1	max β
Κήποι καλλιέργειες - οργανωμένες	0	0	10	10	20	β2	
Οικίες - αθλητισμός - σχολείο	0	0	10	10	20	β3	
Βιοτεχνίες - βιομηχανίες	0	0	0	5	20	β4	
Οδικοί δρόμοι	0	0	0	5	10	β5	
Λατομεία/ορυχεία	0	0	0	2	10	β6	
Εκβολές, δέλτα ποταμών, παραποτάμιας πεδιάδες	0	0	0	2	5	γ1	max γ
Επιφανειακά νερά	0	0	2	2	5	γ2	
Προστατευόμενες περιοχές	0	0	0	2	4	γ3	

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 3.6 για την M3 παράμετρο γίνεται διαχωρισμός των αποδεκτών σε 3 κατηγορίες max α, max β, max γ τα οποία αθροίζονται και αποτελούν την παράμετρο M3.

$$M3 = \max \alpha + \max \beta + \max \gamma \quad \{5\}$$

Μέτρα αποκατάστασης Χ.Α.Δ.Α (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004)

Το είδος των έργων αποκατάστασης εξαρτάται από τις προϋπάρχουσες συνθήκες που επικρατούν στον χώρο απόθεσης και προϋποθέτει την παύση λειτουργίας του Χ.Α.Δ.Α. από τους πολίτες και τους φορείς. Η ΥΠΕΧΩΔΕ προτείνει 3 κατηγορίες επιβολής μέτρων αποκατάστασης σύμφωνα με την εκτιμώμενη επικινδυνότητα.

A' κατηγορία μέτρων

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι περιοχές περιορισμένου κινδύνου, για τον λόγο αυτό τα μέτρα που περιλαμβάνονται είναι ενδεικτικά και όχι περιοριστικά. Όπου η αποκατάσταση είναι δύσκολο να επιτευχθεί πρέπει να γίνεται ανάκτηση του όγκου των αποβλήτων καθώς και μίας εδαφικής στρώσης, ικανού πάχους ώστε να απομακρυνθεί η ρύπανση. Συγκεκριμένα:

- Συλλογή διάσπαρτων αποβλήτων με μεταφορά σε Χ.Υ.Τ.Α ή διευθέτηση τους στο απορριμματικό ανάγλυφο
- Διευθέτηση κλίσης (τουλάχιστο 5%) του απορριμματικού ανάγλυφου του Χ.Α.Δ.Α. μέσω κατασκευής ζωνών εξομάλυνσης από αδρανή υλικά εκσκαφών.
- Εδαφοκάλυψη τουλάχιστο 1 m πάχους του ανάγλυφου
- Λήψη αντιδιαβρωτικών μέτρων (φύτευση)
- Κατασκευή έργων παρεμπόδισης πλευρικών εισροών των επιφανειακών απορροών στο Χ.Α.Δ.Α.
- Κατασκευή έργων για συλλογή και μεταφορά των επιφανειακών απορροών του Χ.Α.Δ.Α
- Λήψη αντιπυρικών μέτρων
- Οριοθέτηση, περίφραξη, φύλαξη και επιθεώρηση του Χ.Α.Δ.Α.

B' κατηγορία μέτρων

- Συλλογή διάσπαρτων αποβλήτων με μεταφορά σε Χ.Υ.Τ.Α ή διευθέτηση τους στο απορριμματικό ανάγλυφο
- Διευθέτηση κλίσης (τουλάχιστο 5%) του απορριμματικού ανάγλυφου του Χ.Α.Δ.Α. μέσω κατασκευής ζωνών εξομάλυνσης από αδρανή υλικά εκσκαφών.
- Επιφανειακή μόνωση του χώρου (περιλαμβάνει στρώση εξομάλυνσης, μονωτική στρώση, ζώνη αποστράγγισης, εδαφοκάλυψη)
- Λήψη αντιδιαβρωτικών μέτρων (φύτευση)
- Κατασκευή έργων παρεμπόδισης πλευρικών εισροών των επιφανειακών απορροών στο Χ.Α.Δ.Α.
- Κατασκευή έργων για συλλογή και μεταφορά των επιφανειακών απορροών του Χ.Α.Δ.Α
- Κατασκευή έργων συλλογής βιοαερίου και στραγγισμάτων όπου απαιτείται
- Λήψη αντιπυρικών μέτρων

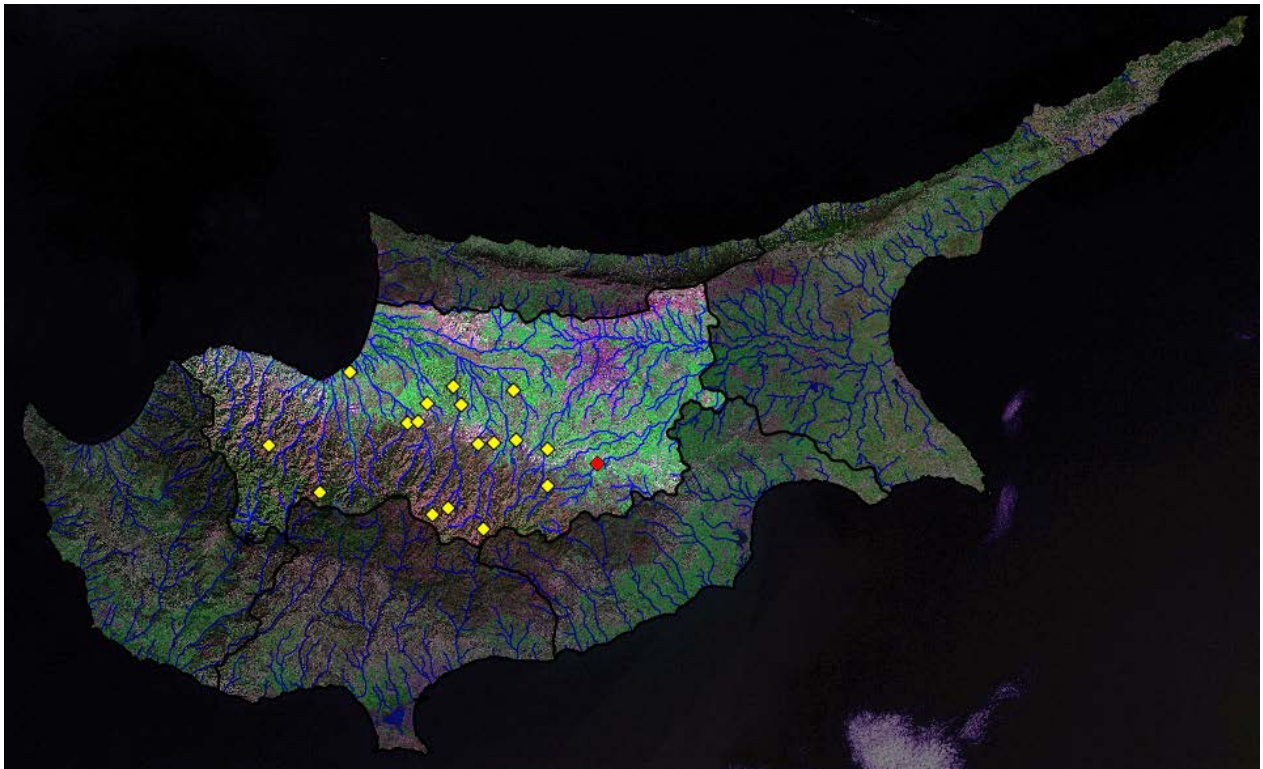
- Οριοθέτηση και περίφραξη του Χ.Α.Δ.Α
- Παρακολούθηση και μετέπειτα φροντίδα του χώρου

Γ' κατηγορία μέτρων

- Επιφανειακή μόνωση με τις προδιαγραφές της οδηγίας ΚΥΑ 114218/97, ΦΕΚ, Β'1016/97.
- Μετέπειτα φροντίδα

3.2.1 Επαρχία Λευκωσίας

Η Λευκωσία είναι η πρωτεύουσα της Κύπρου, αποτελεί την μεγαλύτερη σε έκταση επαρχία της Κύπρου συνορεύει με τις υπόλοιπες 5 επαρχίες και μέρος της βρίσκεται στο κατεχόμενο τμήμα του νησιού. Τοποθετείται στο κεντρικό τμήμα της Κύπρου καταλαμβάνοντας πεδινές και ορεινές περιοχές. Αποτελείται από 11 δήμους (Λευκωσίας, Στροβόλου, Αγίου Δομετίου, Έγκωμης, Αγλαντζίας, Λατσίων, Λακατάμιας, Μόρφου, Κυθρέας, Ιδαλίου, Γερίου) και μεγάλου αριθμού χωριών.



Χάρτης 3.1: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Λευκωσίας σε Landsat εικόνα(in Qgis)

Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης αποβλήτων

Επίσημα καταγράφονται 20 Χ.Α.Δ.Α. στην ελεύθερη επαρχία Λευκωσίας με τους 19 να θεωρούνται ότι βρίσκονται σε ανενεργή κατάσταση και μόνο τον ένα στην περιοχή Κοτσιάτη

να βρίσκεται σε ενεργεία με την μέση διάρκεια ζωής των Χ.Α.Δ.Α. εκτιμάτε περί τα 20 έτη όπως δίνεται και στο προηγούμενο κεφάλαιο (Πίνακας 2.4 και 3.9). Το υπουργείο εσωτερικών προχωρεί σε δημιουργία μιας περιφερειακής μονάδας ολοκληρωμένων εγκαταστάσεων διαχείρισης απορριμμάτων (ΟΕΔΑ) με διάρκεια λειτουργίας από 2016 έως 2040 το οποίο υποθετικά θα επεξεργάζεται το 89% των Α.Σ.Α. της επαρχίας Λευκωσίας. Στον χάρτη 3.1 διακρίνονται οι τοποθεσίες των Χ.Α.Δ.Α της ελεύθερης Λευκωσίας, με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο μεγαλύτερος Χ.Α.Δ.Α. (Κοτσίατης).

Γεωλογικά στοιχεία

Γεωλογικά η Λευκωσία ανήκει κατά κύριο λόγο στην ιζηματογενείς ακολουθία του Τροόδους (σχηματισμός Λευκωσίας και Αθαλάσσας) με μέρος αυτής (ορεινές περιοχές) να εντάσσονται στην οφιολιθική ακολουθία του Τροόδους. Ο σχηματισμός της Λευκωσίας αποτελείται από ιζηματογενή πετρώματα Πλειοκαινικής ηλικίας συγκεκριμένα: βιοασβεστιτικούς και λοιπούς ψαμμίτες, ιλύες, αργίλους, άμμους, μάργες, αμμούχες μάργες, κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους. Του σχηματισμού αυτού υπέρκειται ο ιζηματογενής σχηματισμός Αθαλάσσας, Πλειστοκαινικής ηλικίας, ο οποίος αποτελείται από: βιοασβεστιτικούς και λοιπούς ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και αμμούχες μάργες.

Η Λευκωσία βρίσκεται στις σεισμικές ζώνες I και II της Κύπρου, όπως αυτές ορίζονται στον Κυπριακό Αντισεισμικό Κώδικα του 2004, που υποδηλώνει μικρή σεισμική δραστηριότητα.

Εξυπηρετούμενος πληθυσμός

Η παράμετρος του πληθυσμού, η οποία χρησιμοποιείτε για τους υπολογισμούς της επικινδυνότητας προσδίδεται από τον μέσο όρο των δύο τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών της Κύπρου – 2001 και 2011 – όπως δίνονται από την CySTAT (βλέπε Πίνακα 3.7) .

Πίνακας 3.7: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από του Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Λευκωσίας (CySTAT,2013)

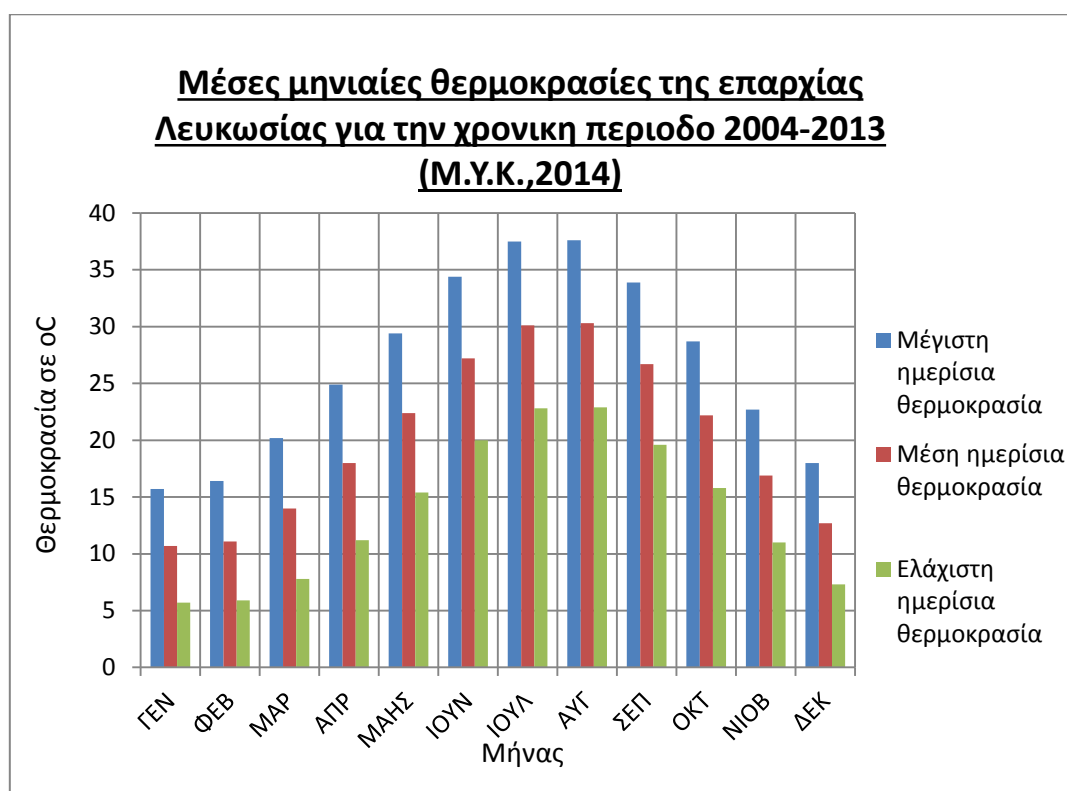
α/α	Έτος απογραφής 2011	Έτος απογραφής 2001	Μέσος όρος των 2011 και 2001
Αριθμός κατοίκων Κύπρου	840407	689565	764986
Αριθμός κατοίκων Λευκωσίας	326980	273642	300311

Μετεωρολογικά στοιχεία

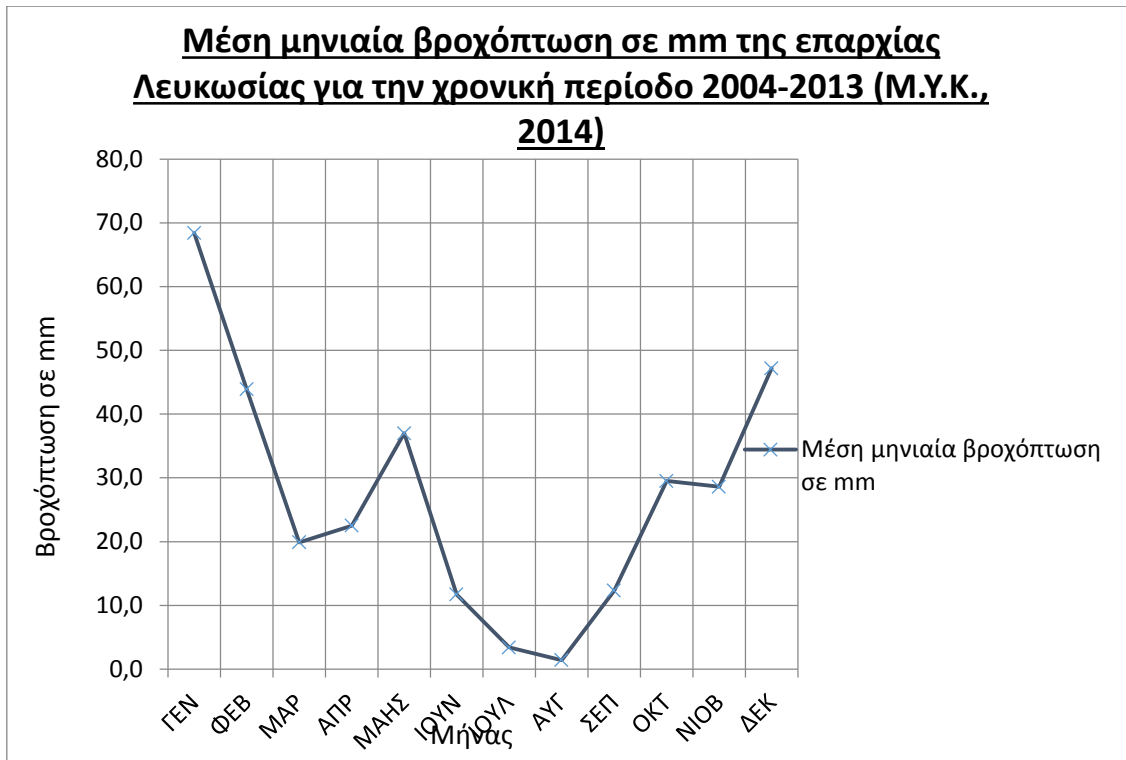
Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων για την χρονική περίοδο της περιόδου 1991-2005 είναι 342,2 mm και η μέση ταχύτητα του ανέμου για την περίοδο 1982-1992 ανέρχεται στα 3-4 m/s. Αναλυτικά στοιχεία για την μετεωρολογική κατάσταση της περιοχής φαίνονται στα διαγράμματα 3.3 και 3.4 και τον πίνακα 3.9 που ακολουθούν (Μ.Υ.Κ.,2014).

Πίνακας 3.8: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Λευκωσίας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό Αθαλάσσης (Μ.Υ.Κ.,2014)

ΕΠΑΡΧΙΑ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ	ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)			ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
		ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ	
	ΓΕΝ	15,7	5,7	10,7	68,4
	ΦΕΒ	16,4	5,9	11,1	43,9
	ΜΑΡ	20,2	7,8	14,0	19,9
	ΑΠΡ	24,9	11,2	18,0	22,5
	ΜΑΗΣ	29,4	15,4	22,4	37,0
	ΙΟΥΝ	34,4	20,0	27,2	11,7
	ΙΟΥΛ	37,5	22,8	30,1	3,4
	ΑΥΓ	37,6	22,9	30,3	1,4
	ΣΕΠ	33,9	19,6	26,7	12,3
	ΟΚΤ	28,7	15,8	22,2	29,5
	ΝΙΟΒ	22,7	11,0	16,9	28,6
	ΔΕΚ	18,0	7,3	12,7	47,2



Διάγραμμα 3.3: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Λευκωσίας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό Αθαλάσσης (Μ.Υ.Κ.,2014)



Διάγραμμα 3.4: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Λευκωσίας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό Αθαλάσσας (Μ.Υ.Κ.,2014)

Πίνακας 3.9: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Λευκωσίας

ΕΠΑΡΧΙΑ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ						
α/α	ΠΕΡΙΟΧΗ Χ.Α.Δ.Α	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)	ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ (Έτη)	ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΠΑΡΧΙΑΣ *	ΜΑΖΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (kg)	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m ³)
1	ΠΕΡΑ ΟΡΕΙΝΗΣ	1,7	5	300311	689	410724,8
2	ΑΡΕΔΙΟΥ	9,5	5			
3	ΒΥΖΑΚΙΑ	0,1	10			
4	ΝΙΚΗΤΑΡΙ	2,6	27			
5	ΦΤΕΡΙΚΟΥΔΙ	0,2036	7			
6	ΑΓΙΟΙ ΤΡΙΜΙΘΙΑΣ	6,7	7			
7	ΚΑΜΠΟΣ	0,23	26			
8	ΠΕΡΙΣΤΕΡΩΝΑ	0,6	22			
9	ΦΑΡΜΑΚΑΣ	0,5	22			
10	ΠΟΤΑΜΙ	0,73	28			
11	ΑΓΡΟΚΗΠΙΑ	0,36	25			
12	ΜΙΤΣΕΡΟ	2,3	20			
13	ΑΛΩΝΑ	0,43	15			
14	ΠΕΔΟΥΛΑΣ	6,3	25			
15	ΟΡΟΥΝΤΑ	0,95	20			
16	ΚΑΜΠΟΣ	0,35	35			
17	ΚΑΠΕΔΕΣ	0,5	8			
18	ΠΑΛΙΟΜΕΤΟΧΟ	40	23			
19	ΑΤΣΑΣ	27	32			
20	ΚΟΤΣΙΑΤΗΣ	765,8	35			
		866,9	19,9			
		Άθροισμα	Μέσος όρος			

*Ο αριθμός των κατοίκων είναι ίσος με τον μέσο όρο των 2 τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών του 2001 και 2011 όπως δίνονται από την ΚυΣΤΑΤ.

$$E = M1 + M2 + \max a + \max \beta + \max \gamma = 37 + 4,5 + 0 + 8 + 2 = 51,5$$

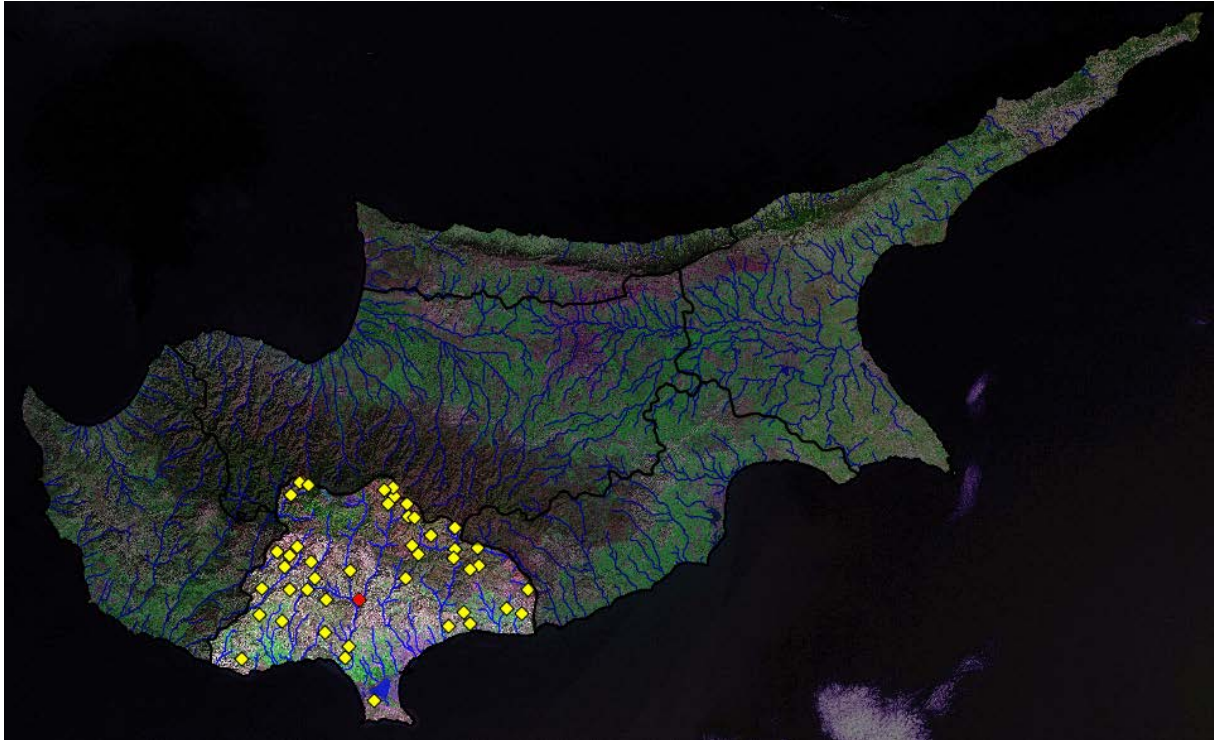
Σύμφωνα με την βαθμολόγηση αυτή η επαρχία Λεμεσού ιεραρχείται στην γ' κατηγορία λήψης μέτρων.

Γενικά μέτρα αποκατάστασης για γ' κατηγορία σύμφωνα με την εγκύκλιο του 109974/3106 ΥΠΕΧΩΔΕ:

- Επιφανειακή μόνωση των Χ.Α.Δ.Α.
- Μετέπειτα φροντίδα

3.2.2 Επαρχία Λεμεσού

Η Λεμεσός αποτελεί το νοτιότερο άκρο του νησιού και συνορεύει με την Λευκωσία, την Λάρνακα και την Πάφο καταλαμβάνοντας πεδινές, παραθαλάσσιες αλλά και ορεινές περιοχές. Αποτελείται από 6 δήμους (Λεμεσού, Πολεμιδιών, Μέσα Γειτονιάς, Αγίου Αθανασίου, Γερμασόγειας και Ύψωνα) καθώς και μεγάλου αριθμού χωριών.



Χάρτης 3.2: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Λεμεσού σε Landsat εικόνα (in Qgis)

Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης αποβλήτων

Επίσημα καταγράφονται 44 Χ.Α.Δ.Α. στην επαρχία Λεμεσού με τους 43 να βρίσκονται σε ανενεργή κατάσταση και μόνο τον ένα στην περιοχή Βατί να βρίσκεται σε ενεργεία με την μέση διάρκεια ζωής των Χ.Α.Δ.Α. εκτιμάτε περί τα 19 έτη όπως δίνεται στο προηγούμενο κεφάλαιο και στον πίνακα 2.3. Το υπουργείο εσωτερικών το 2012 προχώρησε σε έρευνα για δημιουργία μιας περιφερειακής μονάδας ολοκληρωμένων εγκαταστάσεων διαχείρισης απορριμμάτων (ΟΕΔΑ) η οποία θα εξυπηρετεί τον πληθυσμό της επαρχίας Λεμεσού. Στον χάρτη 3.2 διακρίνονται οι τοποθεσίες των Χ.Α.Δ.Α της επαρχίας Λεμεσού, με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο μεγαλύτερος Χ.Α.Δ.Α. (Βατί).

Γεωλογικά στοιχεία

Γεωλογικά η Λεμεσός ανήκει κατά κύριο λόγο στην ιζηματογενείς ακολουθία του Τροόδους (σχηματισμοί Κανναβίου, Μονής, Κάθηκα, Λευκάρων, Πάχνας, Καλαβασού, Λευκωσίας και νεότερα Τεταρτογενή), την ακολουθία του Αρακαπά (στην ομώνυμη περιοχή υπάρχει ένα ρήγμα μετασχηματισμού) και με μέρος αυτής (ορεινές περιοχές Λεμεσού) να εντάσσονται στην οφιολιθική ακολουθία του Τροόδους (Πυριγενή πετρώματα).

Η Λεμεσός βρίσκεται στις σεισμικές ζώνες II και III της Κύπρου, όπως αυτές ορίζονται στον Κυπριακό Αντισεισμικό Κώδικα του 2004, που υποδηλώνει μικρή σεισμική δραστηριότητα.

Εξυπηρετούμενος πληθυσμός

Η παράμετρος του πληθυσμού, η οποία χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της επικινδυνότητας προσδίδεται από τον μέσο όρο των δύο τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών της Κύπρου – 2001 και 2011 – όπως δίνονται από την CySTAT (βλπ Πίνακα 3.10).

Πίνακας 3.10: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από τον Χ.Α.Δ.Α της επαρχίας Λεμεσού (CySTAT,2013)

α/α	Έτος απογραφής 2011	Έτος απογραφής 2001	Μέσος όρος των 2011 και 2001
Αριθμός κατοίκων Κύπρου	840407	689565	764986
Αριθμός κατοίκων Λεμεσού	235330	196553	215942

Μετεωρολογικά στοιχεία

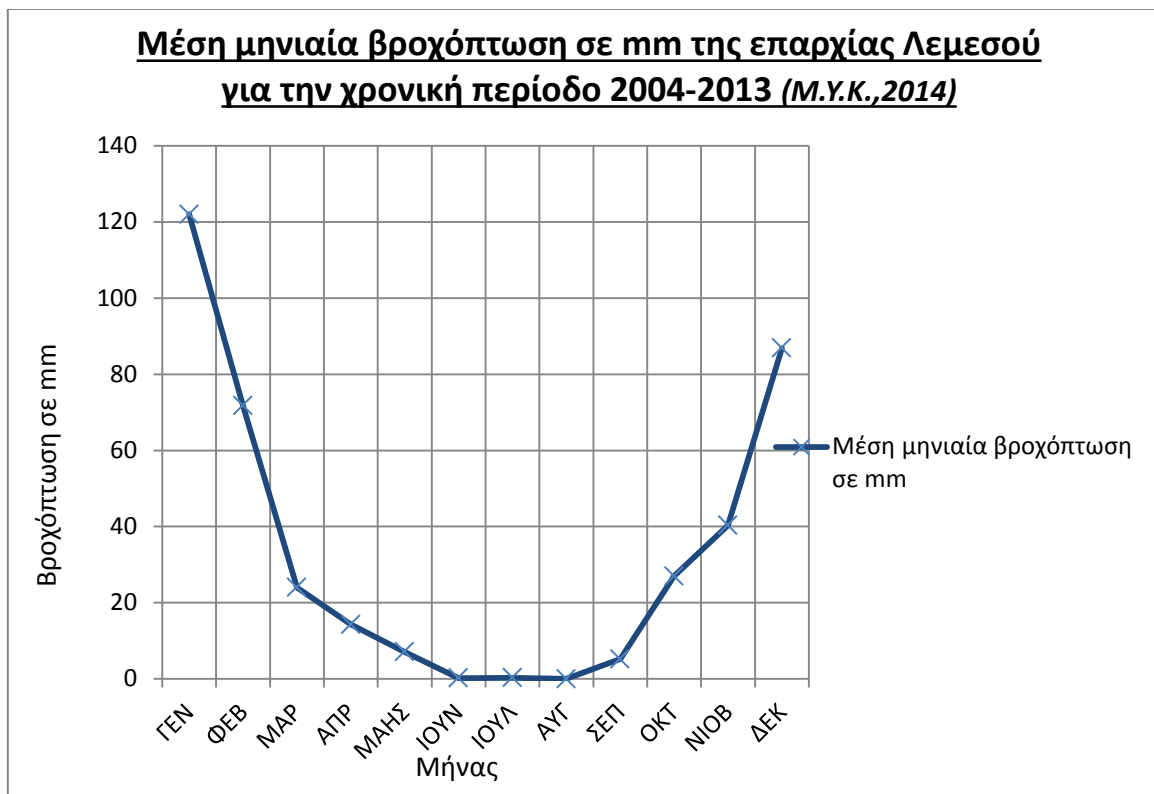
Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων για την χρονική περίοδο της περιόδου 1991-2005 είναι 407,5 mm και η μέση ταχύτητα του ανέμου για την περίοδο 1982-1992 ανέρχεται στα 3-6 m/s. Αναλυτικά στοιχεία για την μετεωρολογική κατάσταση της περιοχής φαίνονται στα διαγράμματα 3.5 και 3.6 και τον πίνακα 3.11 που ακολουθούν (Μ.Υ.Κ.,2014).

Πίνακας 3.11: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Λεμεσού για την χρονική περίοδο 1991-2005 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Δημόσιου Κήπου (Μ.Υ.Κ.,2014)

ΕΠΑΡΧΙΑ ΛΕΜΕΣΟΥ	ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΙΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)			ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
		ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ	
	ΓΕΝ	18,0	13,7	9,4	122,0
	ΦΕΒ	18,4	14,0	9,6	71,8
	ΜΑΡ	21,0	16,1	11,1	24,0
	ΑΠΡ	24,0	18,9	13,9	14,3
	ΜΑΗΣ	27,6	22,4	17,2	7,1
	ΙΟΥΝ	31,5	26,2	21,0	0,2
	ΙΟΥΛ	34,2	28,6	23,1	0,3
	ΑΥΓ	34,6	29,1	23,6	0,0
	ΣΕΠ	32,3	27,0	21,6	5,2
	ΟΚΤ	29,1	23,7	18,4	27,0
	ΝΙΟΒ	24,4	19,3	14,3	40,3
	ΔΕΚ	20,0	15,5	11,0	86,9



Διάγραμμα 3.5: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Λεμεσού για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Δημόσιου Κήπου (Μ.Υ.Κ.,2014)



Διάγραμμα 3.6: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Λεμεσού για την χρονική περίοδο 1991-2005 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Δημόσιου Κήπου (Μ.Υ.Κ.,2014)

Πίνακας 3.12: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Λεμεσού

ΕΠΑΡΧΙΑ ΛΕΜΕΣΟΥ						
α/α	ΠΕΡΙΟΧΗ Χ.Α.Δ.Α	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)	ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΠΑΡΧΙΑΣ	ΜΑΖΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (kg)	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m ³)
1	ΑΡΜΕΝΟΧΩΡΙ	3,24	19	215942	689	282352
2	ΕΠΙΣΚΟΠΗ	6	10			
3	ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ	0,6	40			
4	ΜΟΥΤΑΓΙΑΚΑ	4	17			
5	ΛΕΜΙΘΟΥ	0,8	5			
6	ΑΓΙΟΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	0,2	23			
7	ΠΕΝΤΑΚΩΜΟ	0,89	12			
8	ΟΜΟΔΟΣ	1	12			
9	ΑΓΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	0,45	27			
10	ΑΝΩΓΥΡΑ	0,4	12			
11	ΑΓΙΟΣ ΘΕΡΑΠΩΝ	0,16	7			
12	ΠΡΑΣΤΙΟ ΑΥΔΗΜΟΥ	0,75	9			
13	ΑΓΙΟΣ ΤΥΧΩΝΑΣ	2	22			
14	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	0,5	33			
15	ΚΑΝΤΟΥ	8,15	18			
16	ΛΟΥΒΑΡΑΣ	0,51	11			
17	ΑΚΡΩΤΗΡΙ	1,5	3			
18	ΣΩΤΗΡΑ	2,6	13			
19	ΠΡΑΣΤΕΙΟ ΚΕΛΛΑΚΙΟΥ	0,2	14			
20	ΑΣΓΑΤΑ	2	29			
21	ΑΡΣΟΣ	3,43	30			
22	ΧΑΝΔΡΙΑ	0,25	10			
23	ΜΟΝΑΓΡΟΥΛΛΙ	1,1	20			
24	ΚΑΛΟ ΧΩΡΙΟ	1	10			
25	ΚΕΛΛΑΚΙ	0,6	15			
26	ΣΥΚΟΠΕΤΡΑ	0,2	25			
27	ΕΠΤΑΓΩΝΙΑ	1,5	12			
28	ΑΨΙΟΥ	0,32	15			
29	ΑΡΑΚΑΠΑΣ	0,7	10			
30	ΑΓΡΙΔΙΑ	0,34	10			
31	ΔΙΕΡΩΝΑ	2,3	5			
32	ΤΡΕΙΣ ΕΛΙΕΣ	0,35	10			
33	ΚΥΠΕΡΤΟΥΝΤΑ	3	21			
34	ΑΓΡΟΣ	1,1	30			
35	ΚΙΒΙΔΕΣ	1,3	40			
36	ΠΑΧΝΑ	3,4	30			
37	ΒΑΣΑ ΚΟΙΛΑΝΙΟΥ	0,95	30			
38	ΑΓΙΟΣ ΑΜΒΡΟΣΙΟΣ	0,7	25			
39	ΔΩΡΑ	0,15	20			
40	ΒΟΥΝΙ	2,2	16			

ΕΠΑΡΧΙΑ ΛΕΜΕΣΟΥ						
α/α	ΠΕΡΙΟΧΗ Χ.Α.Δ.Α	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)	ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΠΑΡΧΙΑΣ	ΜΑΖΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (kg)	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m3)
41	ΜΑΛΙΑ	0,1	40	215942	689	282352
42	ΠΙΣΣΟΥΡΙ	4	17			
43	ΔΥΜΕΣ	24,576	23			
44	ΒΑΤΙ	590	35			
		679,5 Άθροισμα	19,0 Μέσος όρος			

*Ο αριθμός των κατοίκων είναι ίσος με τον μέσο όρο των 2 τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών του 2001 και 2011 όπως δίνονται από την CySTAT.

Εκτίμηση επικινδυνότητας επαρχίας Λεμεσού:

$$E = M1 + M2 + \max a + \max \beta + \max \gamma = 37 + 5,4 + 0 + 0 + 2 = 44,4$$

Σύμφωνα με την βαθμολόγηση αυτή η επαρχία Λεμεσού ιεραρχείται στην γ' κατηγορία λήψης μέτρων.

Γενικά μέτρα αποκατάστασης για γ' κατηγορία σύμφωνα με την εγκύκλιο του 109974/3106 ΥΠΕΧΩΔΕ:

- Επιφανειακή μόνωση των Χ.Α.Δ.Α.
- Μετέπειτα φροντίδα

Ο μεγαλύτερος Χ.Α.Δ.Α. της επαρχίας Λεμεσού είναι το Βατί (βλέπε εικόνα 3,4), ο οποίος είναι εν ενεργεία, εξυπηρετεί όλη την επαρχία της Λεμεσού και βρίσκεται εντός της λεκάνης του ποταμού Γαρύλλη και πλησίον του φράγματος των Πολεμιδιών. Αποτελεί την σημαντικότερη πηγή ρύπανσης του ποταμού - των υδροφόρων στρωμάτων (υπόγειών και επιφανειακών) καθώς και των υδάτων του φράγματος- καθώς και του εδάφους, η οποία και εκτίνεται γύρω από την χωματερή. Η ρύπανση αυτή μακροσκοπικά επισημαίνεται από την νεκρή πανίδα στην κοίτη του ποταμού, τα αφρίζοντα δύσοσμα νερά (κατά τόπους καφέ χρώματος), τα φαινόμενα ευτροφισμού στα επιφανειακά νερά, την δυσοσμία στην ευρύτερη περιοχή καθώς και την απουσία χλωρίδας. Φυσικοχημικές αναλύσεις των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού Γαρύλλη και η σύγκριση των παραμέτρων με τα όρια που δίνονται από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (βλέπε πίνακα 3.13) χαρακτηρίζουν «ελλιπής» έως «κακή» την κατάσταση των υδάτων της περιοχής (Ελευθερίου, 2013). Η προστασία από την ρύπανση της λεκάνης απορροής του ποταμού καθώς και του φράγματος από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι επιτακτική για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας.

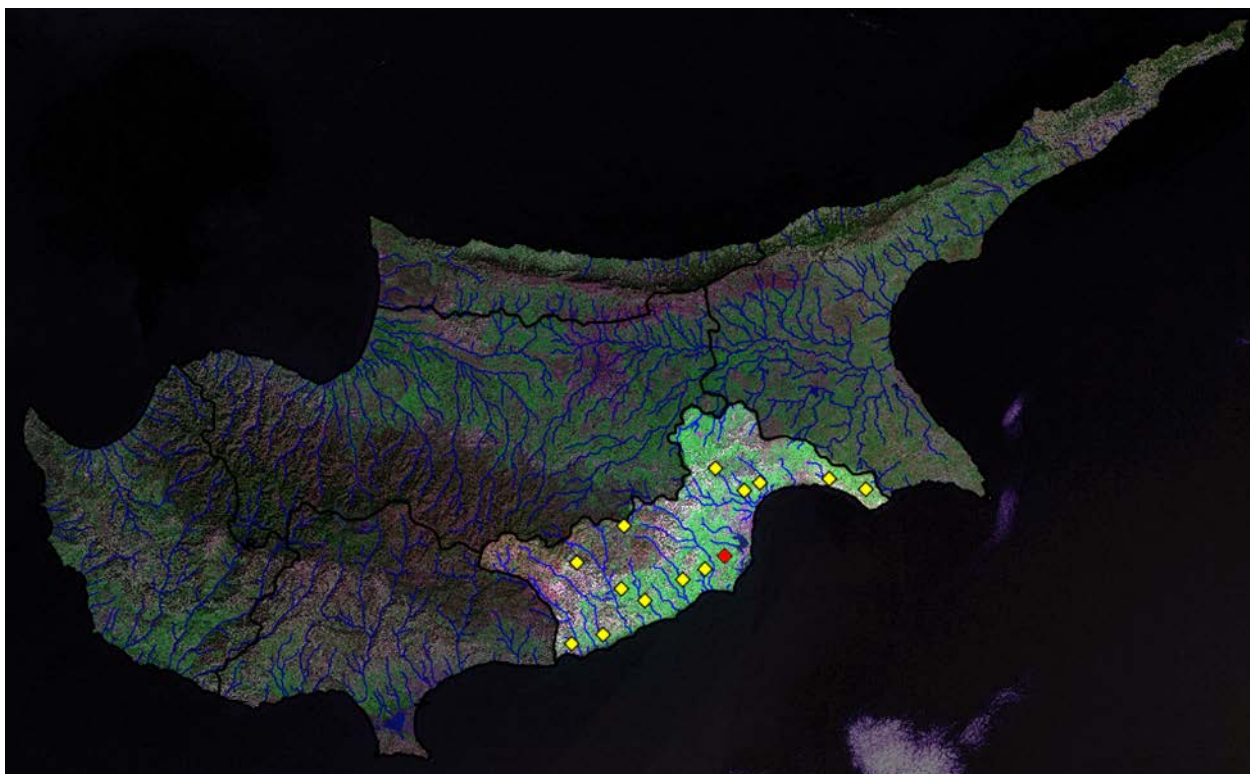
Πίνακας 3.13: Όρια παραμέτρων για την εκτίμηση των χημικών και φυσικοχημικών συνθηκών των επιφανειακών υδάτων στην Κύπρο (Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων,2014)

Parameter	Classification system	Units	High	Good	Moderate	Poor	Bad
Dissolved oxygen	Norway criteria	mg/lit	>9	9-6,4	6,4-4,4	4,0-2,0	<2
BOD 5			0,5	0,5-2,0	2,1-3,5	3,5-5,0	>5,0
NH ₄ -N	NCS*		<0,024	0,024-0,060	0,061-0,2	0,21-0,50	>0,50
NO ₃ -N	NCS*		<0,22	0,22-0,6	0,61-1,30	1,31-1,80	>1,80
NO ₂ -N	NCS*	μg/lit	<3,0	3,0-8,0	8,1-30,0	30,1-70,0	>70,0
PO ₄ -P	NCS*		<30	30-105	106-165	166-340	>340
Total Phosphorous	NCS*		<85	95-165	166-220	221-405	>405
Electrical Conductivity		mS/cm	<0,25	0,25-0,75	0,75-2	2,001-3	>3
NCS*=Nutrient Classification System 1,2,3							

Οι πρόσφατες αναλύσεις των υδάτων, της Ελευθερίου, δείχνουν υψηλές τιμές συγκέντρωσης ιόντων, συγκεκριμένα: $NH_4^+ = 145,13mg/l$, $NO_3^- = 35,19mg/l$, $NO_2^- = 16,87mg/l$, $PO_4^{3-} = 5,92mg/l$, παράμετροι οι οποίοι ξεπερνούν τα επιτρεπόμενα όρια (βλέπε πίνακα 3.13) τα οποία οφείλονται στην ρύπανση της περιοχής. Η έντονη ρύπανση υποδεικνύεται και από τα επίπεδα του καταναλισκόμενου οξυγόνου με τους δείκτες BOD και COD να φθάνουν τα 56,15mg/l και 798,6mg/l με τα μικρά ποσοστά βαρέων μετάλλων να οφείλονται στην συλλογή και διατήρηση τους από τα εδαφικά στρώματα (Ελευθερίου, 2013).

3.2.3 Επαρχία Λάρνακας

Η Λάρνακα βρίσκεται στο ανατολικό μέρος του νησιού και συνορεύει με τις Λεμεσό, Λευκωσία, Αμμόχωστο καταλαμβάνοντας πεδινές και παραθαλάσσιες περιοχές. Αποτελείται από 6 δήμους (Λάρνακας, Αραδίππου, Αθηνού, Λειβαδειών, Δρομολαξίας – Μενεού) και μεγάλου αριθμού χωριών.



Χάρτης 3.3: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Λάρνακας σε Landsat εικόνα (in Qgis)

Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης αποβλήτων

Επίσημα καταγράφονται 13 Χ.Α.Δ.Α. στην επαρχία Λάρνακας οι όποιοι βρίσκονται σε ανενεργή κατάσταση. Η επαρχία εξυπηρετείται από ένα Χ.Υ.Τ.Υ. στην Κόση. Η μέση διάρκεια ζωής των Χ.Α.Δ.Α. εκτιμάτε περί τα 20 έτη. Στον χάρτη 3.3 διακρίνονται οι τοποθεσίες των Χ.Α.Δ.Α της επαρχίας της Λάρνακας, με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο μεγαλύτερος Χ.Α.Δ.Α. (Τερσεφάνου)

Γεωλογικά στοιχεία

Γεωλογικά η Λάρνακα ανήκει κατά κύριο λόγο στην ιζηματογενείς ακολουθία του Τροόδους και με μικρό μέρος αυτής να εντάσσεται στην οφιολιθική ακολουθία του Τροόδους (Πυριγενή πετρώματα). Δηλαδή κατά κύριο λόγο αποτελείται ιζηματογενή πετρώματα Πλειοκαινικής ηλικίας συγκεκριμένα: βιοασβεστιτικούς και λοιπούς ψαμμίτες, ιλύες, αργίλους, άμμους, μάργες, αμμούχες μάργες, κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους.

Η Λάρνακα βρίσκεται στις σεισμικές ζώνες II και III της Κύπρου, όπως αυτές ορίζονται στον Κυπριακό Αντισεισμικό Κώδικα του 2004, που υποδηλώνει μικρή σεισμική δραστηριότητα.

Εξυπηρετούμενος πληθυσμός

Η παράμετρος του πληθυσμού, η οποία χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της επικινδυνότητας προσδίδεται από τον μέσο όρο των δύο τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών της Κύπρου – 2001 και 2011 – όπως δίνονται από την CySTAT (βλ. πίνακα 3.14).

Πίνακας 3.14: Εξοπηρετούμενος πληθυσμός από τον Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Λάρνακας (CυΣΤΑΤ,2013)

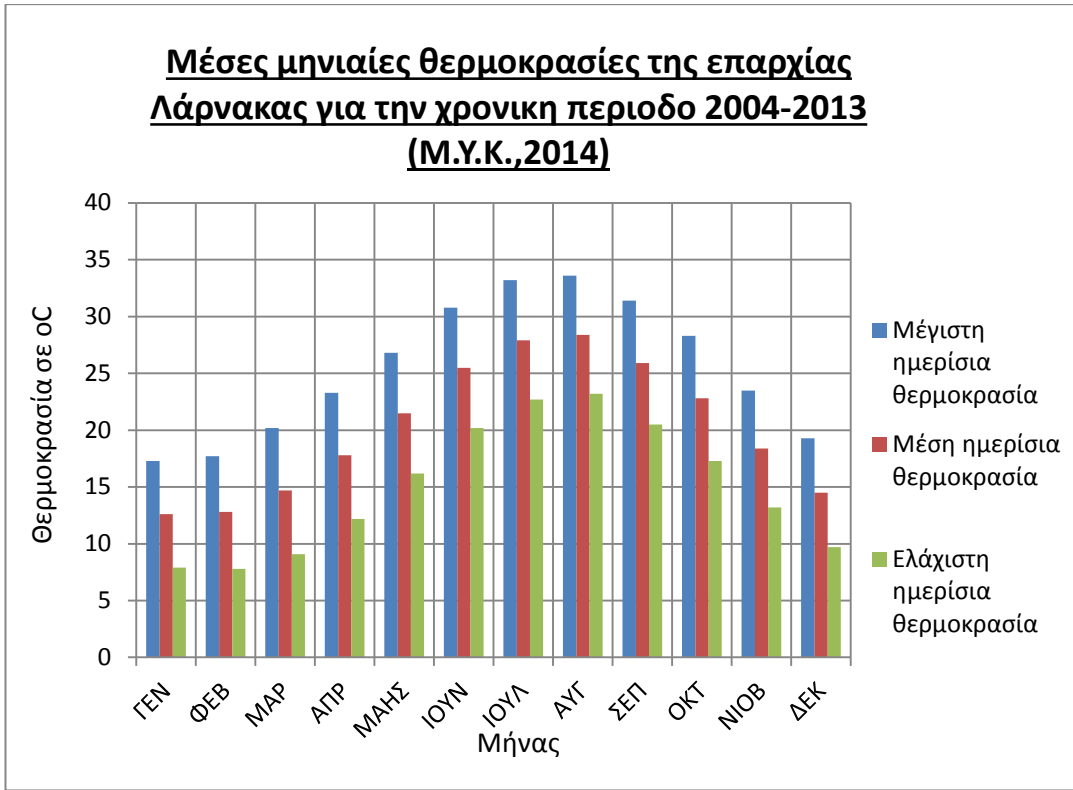
α/α	Έτος απογραφής 2011	Έτος απογραφής 2001	Μέσος όρος των 2011 και 2001
Αριθμός κατοίκων Κύπρου	840407	689565	764986
Αριθμός κατοίκων Λάρνακας	143192	115268	129230

Μετεωρολογικά στοιχεία

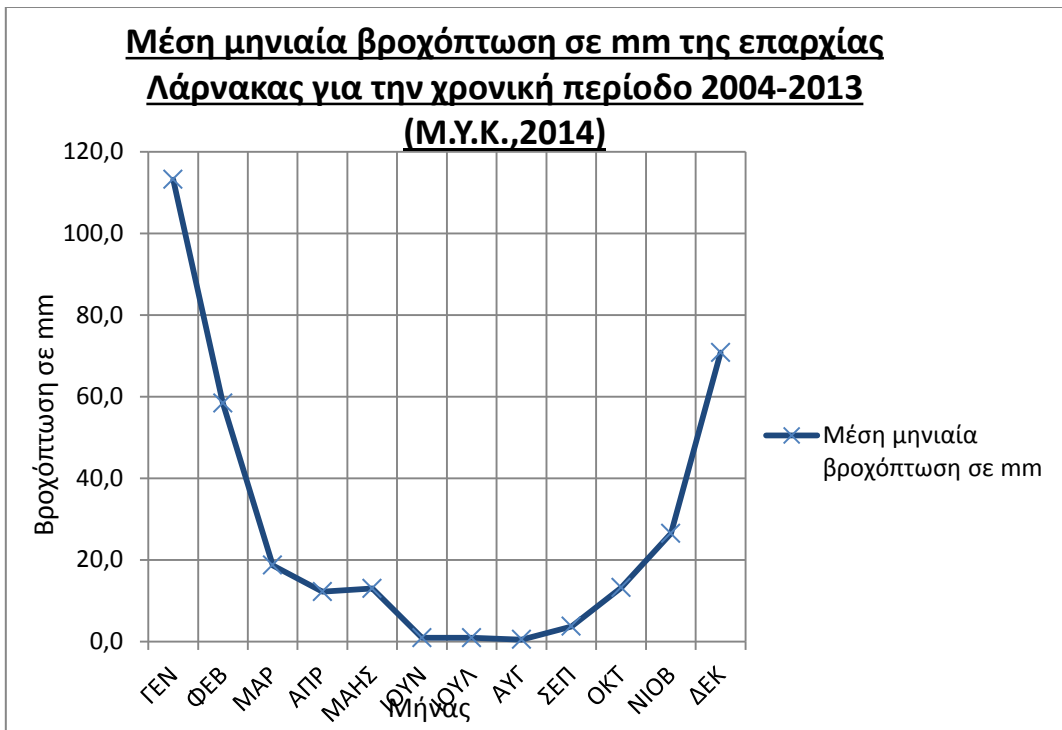
Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων για την χρονική περίοδο της περιόδου 1991-2005 είναι 351,5 mm και η μέση ταχύτητα του ανέμου για την περίοδο 1982-1992 ανέρχεται στα 3-5 m/s. Αναλυτικά στοιχεία για την μετεωρολογική κατάσταση της περιοχής φαίνονται στα διαγράμματα 3.7 και 3.8 και τον πίνακα 3.15 που ακολουθούν (Μ.Υ.Κ.,2014).

Πίνακας 3.15: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Λάρνακας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014)

	ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΙΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ			ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ
		ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ	
ΕΠΑΡΧΙΑ ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΓΕΝ	17,3	7,9	12,6	113,2
	ΦΕΒ	17,7	7,8	12,8	58,4
	ΜΑΡ	20,2	9,1	14,7	18,7
	ΑΠΡ	23,3	12,2	17,8	12,2
	ΜΑΗΣ	26,8	16,2	21,5	13,0
	ΙΟΥΝ	30,8	20,2	25,5	0,9
	ΙΟΥΛ	33,2	22,7	27,9	0,9
	ΑΥΓ	33,6	23,2	28,4	0,5
	ΣΕΠ	31,4	20,5	25,9	3,7
	ΟΚΤ	28,3	17,3	22,8	13,2
	ΝΙΟΒ	23,5	13,2	18,4	26,5
	ΔΕΚ	19,3	9,7	14,5	70,8



Διάγραμμα 3.7: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Λάρνακας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014)



Διάγραμμα 3.8: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Λάρνακας για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014)

Πίνακας 3.16: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Λάρνακας

ΕΠΑΡΧΙΑ ΛΑΡΝΑΚΑΣ						
α/α	ΠΕΡΙΟΧΗ Χ.Α.Δ.Α	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)	ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Έτη)	ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΠΑΡΧΙΑΣ *	ΜΑΖΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (kg/p)	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m3)
1	ΚΙΒΙΣΙΛΙ	1,2	20	129230	689	178078,9
2	ΜΑΡΩΝΙ	0,8	11			
3	ΚΟΦΙΝΟΥ	1,2	12			
4	ΑΛΑΜΙΝΟΣ	1,5	13			
5	ΒΟΡΟΚΛΗΝΗ	1,2	20			
6	ΔΡΟΜΟΛΑΞΙΑ	5,02	33			
7	ΤΕΡΣΕΦΑΝΟΥ	10	30			
8	ΞΥΛΟΦΑΓΟΥ	4,5	10			
9	ΑΒΔΕΛΕΡΟ	1,3	23			
10	ΠΑΝΩ ΛΕΥΚΑΡΑ	2,7	30			
11	ΚΟΡΝΟΣ	1,7	35			
12	ΜΑΡΙ	0,6	8			
13	ΚΕΛΛΙΑ	4,4	15			
		36,12 Άθροισμα	20 Μέσος όρος	89039470 kg Ετήσια παραγωγή αποβλ.		

*Ο αριθμός των κατοίκων είναι ίσος με τον μέσο όρο των 2 τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών του 2001 και 2011 όπως δίνονται από την CΥΣΤΑΤ.

Εκτίμηση επικινδυνότητας επαρχίας Λάρνακας:

$$E = M1 + M2 + \max a + \max \beta + \max \gamma = 37 + 5,4 + 0 + 0 + 0 = 42,4$$

Σύμφωνα με την βαθμολόγηση αυτή η επαρχία Λάρνακας ιεραρχείται στην γ' κατηγορία λήψης μέτρων.

Γενικά μέτρα αποκατάστασης για γ' κατηγορία σύμφωνα με την εγκύκλιο του 109974/3106 ΥΠΕΧΩΔΕ:

- Επιφανειακή μόνωση των Χ.Α.Δ.Α.
- Μετέπειτα φροντίδα

3.2.4 Επαρχία Πάφου

Η Πάφος αποτελεί την τρίτη μεγαλύτερη σε έκταση επαρχία της Κύπρου, αποτελεί το δυτικότερο άκρο του νησιού και συνορεύει με την Λευκωσία και την Λεμεσό, καταλαμβάνει πεδινές παραθαλάσσιες αλλά και ορεινές περιοχές. Αποτελείται από 4 δήμους (Πάφου, Γεροσκήπου, Πέγειας, Πόλη της Χρυσοχούσους) καθώς και μεγάλου αριθμού χωριών.



Χάρτης 3.3: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Πάφου σε Landsat εικόνα (in Qgis)

Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης αποβλήτων

Επίσημα καταγράφονται 37 Χ.Α.Δ.Α. στην επαρχία Πάφου, οι οποίοι βρίσκονται σε ανενεργή κατάσταση. Η επαρχία εξυπηρετείται από ένα Χ.Υ.Τ.Α στην περιοχή Μαραθούνα. Η μέση διάρκεια ζωής των Χ.Α.Δ.Α. εκτιμάτε περί τα 14,3 έτη. Στον χάρτη 3.4 διακρίνονται οι τοποθεσίες των Χ.Α.Δ.Α της επαρχίας Πάφου, με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο μεγαλύτερος Χ.Α.Δ.Α. (Αγία Μαρινούδα).

Γεωλογικά στοιχεία

Γεωλογικά η Πάφος ανήκει στο σύμπλεγμα των Μαμμωνίων, περιλαμβάνει όμως πληθώρα ακολουθιών τα οποία υπόκεινται του συμπλέγματος Μαμμωνίων, όπως η ιζηματογενής ακολουθία του Τροόδους και η οφιολιθική ακολουθία του Τροόδους (Πυριγενή πετρώματα). Αποτελείται από όλων κατηγοριών πετρώματα (Πυριγενή, ιζηματογενή, μεταμορφωμένα) αδιαπέρατα, μακροπερατα και μικροπερατά.

Η Πάφος βρίσκεται στις σεισμικές ζώνες II και III της Κύπρου, όπως αυτές ορίζονται στον Κυπριακό Αντισεισμικό Κώδικα του 2004, που υποδηλώνει μικρή σεισμική δραστηριότητα.

Εξυπηρετούμενος πληθυσμός

Η παράμετρος του πληθυσμού, η οποία χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της επικινδυνότητας προσδίδεται από τον μέσο όρο των δύο τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών της Κύπρου – 2001 και 2011 – όπως δίνονται από την CySTAT.

Πίνακας 3.17: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από τον Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Πάφου (CySTAT,2013)

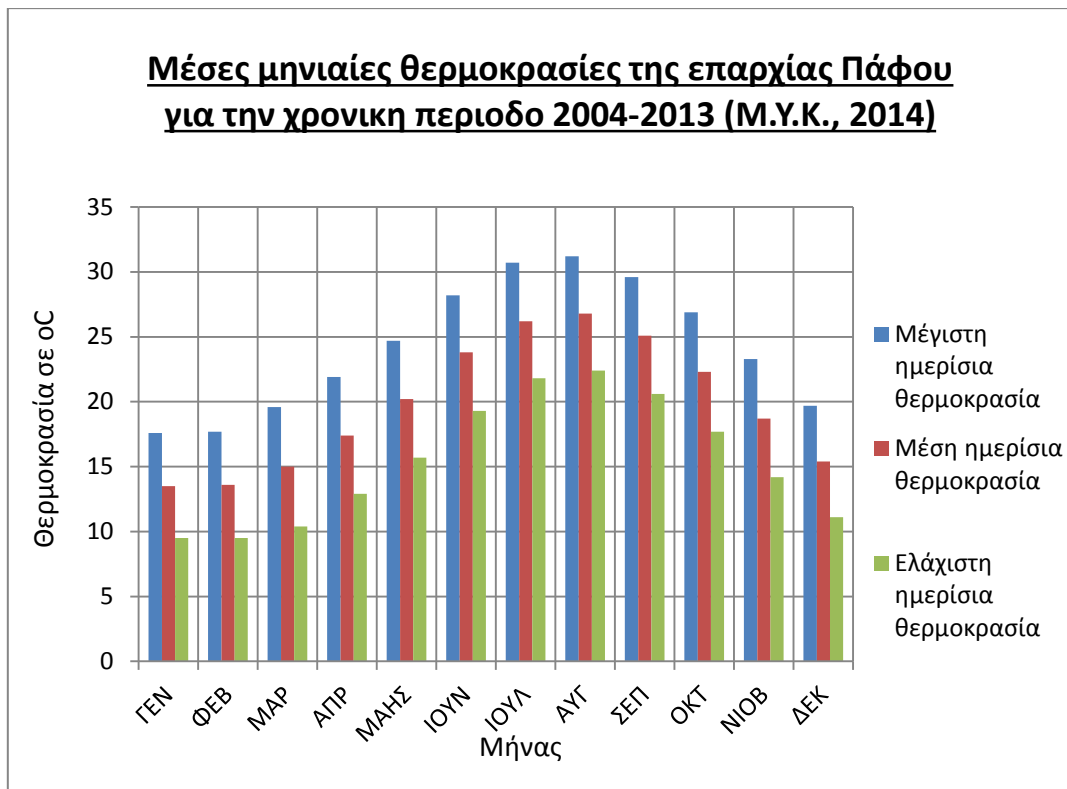
α/α	Έτος απογραφής 2011	Έτος απογραφής 2001	Μέσος όρος των 2011 και 2001
Αριθμός κατοίκων Κύπρου	840407	689565	764986
Αριθμός κατοίκων Πάφου	88279	66364	77322

Μετεωρολογικά στοιχεία

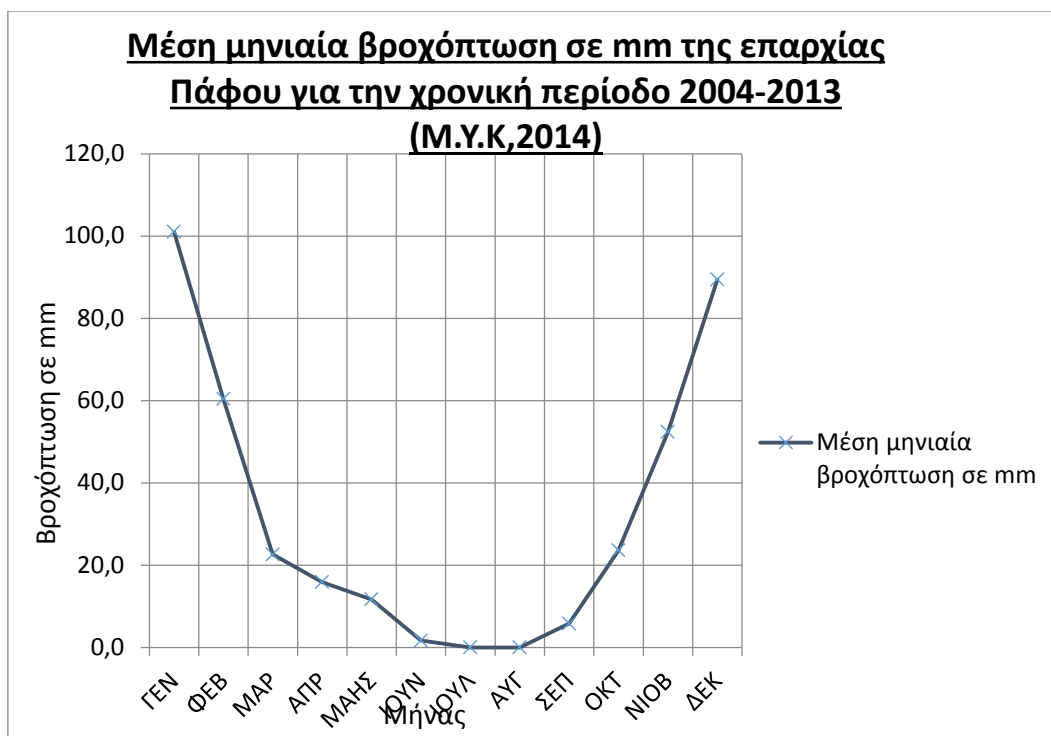
Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων για την χρονική περίοδο της περιόδου 1991-2005 είναι 386,7 mm και η μέση ταχύτητα του ανέμου για την περίοδο 1982-1992 ανέρχεται στα 2-6 m/s. Αναλυτικά στοιχεία για την μετεωρολογική κατάσταση της περιοχής φαίνονται στα διαγράμματα 3.9 και 3.10 και τον πίνακα 3.19 που ακολουθούν (Μ.Υ.Κ.,2014).

Πίνακας 3.18: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Πάφου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014)

	ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΙΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)			ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
		ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ	
ΕΠΑΡΧΙΑ ΠΑΦΟΥ	ΓΕΝ	17,6	9,5	13,5	101,0
	ΦΕΒ	17,7	9,5	13,6	60,4
	ΜΑΡ	19,6	10,4	15,0	22,6
	ΑΠΡ	21,9	12,9	17,4	15,9
	ΜΑΗΣ	24,7	15,7	20,2	11,7
	ΙΟΥΝ	28,2	19,3	23,8	1,7
	ΙΟΥΛ	30,7	21,8	26,2	0,0
	ΑΥΓ	31,2	22,4	26,8	0,0
	ΣΕΠ	29,6	20,6	25,1	5,8
	ΟΚΤ	26,9	17,7	22,3	23,6
	ΝΙΟΒ	23,3	14,2	18,7	52,4
	ΔΕΚ	19,7	11,1	15,4	89,4



Διάγραμμα 3.9: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Πάφου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014)



Διάγραμμα 3.10: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Πάφου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Αεροδρομίου (Μ.Υ.Κ.,2014)

Πίνακας 3.19: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Πάφου

ΕΠΑΡΧΙΑ ΠΑΦΟΥ						
α/α	ΠΕΡΙΟΧΗ Χ.Α.Δ.Α	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)	ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Έτη)	ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΠΑΡΧΙΑΣ *	ΜΑΖΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (kg/p)	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m3)
1	ΠΟΛΙΣ ΧΡΥΣΟΧΟΥΣ	0,43	25	77322	689	76312,6
2	ΚΟΥΚΛΙΑ	7	15			
3	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	1,5	22			
4	ΣΟΥΣΚΙΟΥ	0,79	17			
5	ΝΕΟ ΧΩΡΙΟ	12,6	23			
6	ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑ ΧΡΥΣ.	0,63	18			
7	ΦΑΛΕΙΑΣ	8,1	10			
8	ΚΕΛΟΚΕΔΑΡΑ 1	0,56	33			
9	ΦΟΙΤΗ	0,52	8			
10	ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑ ΚΕΛ.	0,8	23			
11	ΚΕΛΟΚΕΔΑΡΑ 2	0,16	33			
12	ΚΕΔΑΡΕΣ	0,27	13			
13	ΠΕΝΤΑΛΙΑ	0,15	8			
14	ΓΑΛΑΤΑΡΙΑ	7,6	4			
15	ΠΩΜΟΣ	2,2	12			
16	ΧΟΛΕΤΡΙΑ	5,2	14			
17	ΛΥΣΟΣ	6,4	9			
18	ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	0,73	6			
19	ΔΡΥΝΙΑΣ	0,9	3			
20	ΤΡΑΧΙΠΕΔΟΥΛΑ	1,7	3			
21	ΑΓΙΑ ΜΑΡΙΝΟΥΔΑ	83	22			
22	ΑΣΠΡΟΓΙΑ	0,3	13			
23	ΠΑΝΑΓΙΑ	1,9	41			
24	ΠΟΛΕΜΙ	1,6	16			
25	ΑΜΑΡΓΕΤΗ	1	16			
26	ΣΑΛΑΜΙΟΥ	6,7	22			
27	ΧΟΛΗ	0,9	16			
28	ΖΑΧΑΡΙΑΣ	0,65	8			
29	ΚΑΘΗΚΑΣ	0,6	6			
30	ΠΡΑΙΤΩΡΙ	0,15	12			
31	ΑΚΟΥΡΣΟΣ	0,15	16			
32	ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	0,34	8			
33	ΦΙΛΟΥΣΑ ΧΡΥΣ.	0,75	7			
34	ΚΙΝΟΥΣΑ	0,15	6			
35	ΤΕΡΡΑ	19,8	10			
36	ΑΡΧΙΜΑΝΔΡΙΤΑ	0,21	7			
37	ΑΝΑΔΙΟΥ	6,3	5			
		182,7 Άθροισμα	14,3 Μέσος όρος	53274858 kg Ετήσια παραγωγή αποβλ.		

*Ο αριθμός των κατοίκων είναι ίσος με τον μέσο όρο των 2 τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών του 2001 και 2011 όπως δίνονται από την CySTAT.

Εκτίμηση επικινδυνότητας επαρχίας Πάφου:

$$E = M1 + M2 + \max a + \max \beta + \max \gamma = 34 + 4,4 + 0 + 0 + 0 = 38,4$$

Σύμφωνα με την βαθμολόγηση αυτή, η επαρχία Πάφου ιεραρχείται στην γ' κατηγορία λήψης μέτρων.

Γενικά μέτρα αποκατάστασης για γ' κατηγορία σύμφωνα με την εγκύκλιο του 109974/3106 ΥΠΕΧΩΔΕ:

- Επιφανειακή μόνωση των Χ.Α.Δ.Α.
- Μετέπειτα φροντίδα

3.2.5 Επαρχία Αμμοχώστου

Το μεγαλύτερο τμήμα της βρίσκεται στο κατεχόμενο μέρος της Κύπρου, αποτελεί το ανατολικό άκρο του νησιού και συνορεύει με την Λευκωσία, την Λάρνακα και την κατεχόμενη Κερύνεια. Καταλαμβάνει πεδινές και παραθαλάσσιες περιοχές. Αποτελείται από 8 δήμους (Αμμοχώστου, Παραλιμνίου, Αγίας Νάπας, Δερύνειας, Λευκόνοικου, Ακανθούς, Λύσης, Σωτήρας).



Χάρτης 3.4: Απεικόνιση των θέσεων των Χ.Α.Δ.Α και του υδροφόρου δικτύου της επαρχίας Αμμοχώστου σε Landsat εικόνα (in Qgis)

Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης αποβλήτων

Επίσημα καταγράφονται 3 Χ.Α.Δ.Α. στην ελεύθερη επαρχία Αμμοχώστου, οι όποιοι βρίσκονται σε ανενεργή κατάσταση. Η επαρχία εξυπηρετείται από ένα Χ.Υ.Τ.Υ. στην Κόσιη. Η μέση διάρκεια ζωής των Χ.Α.Δ.Α. εκτιμάτε περί τα 27 έτη. Στον χάρτη 3.5 διακρίνονται οι τοποθεσίες των Χ.Α.Δ.Α της ελεύθερης επαρχίας Αμμοχώστου (η ελαφριά σκίαση παρουσιάζει την κατεχόμενη επαρχία), με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο μεγαλύτερος Χ.Α.Δ.Α. (Παραλίμνι).

Γεωλογικά στοιχεία

Γεωλογικά η Αμμόχωστος ανήκει κατά κύριο λόγο στην ιζηματογενή ακολουθία του Τροόδου. Δηλαδή κατά κύριο λόγο αποτελείται ιζηματογενή πετρώματα Πλειοκαινικής ηλικίας συγκεκριμένα: βιοασβεστιτικούς και λοιπούς ψαμμίτες, ιλύες, αργίλους, άμμους, μάργες, αμμούχες μάργες, κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους.

Η Αμμόχωστος βρίσκεται στις σεισμικές ζώνες II και III της Κύπρου, όπως αυτές ορίζονται στον Κυπριακό Αντισεισμικό Κώδικα του 2004, που υποδηλώνει μικρή σεισμική δραστηριότητα.

Εξυπηρετούμενος πληθυσμός

Η παράμετρος του πληθυσμού, η οποία χρησιμοποιείτε για τους υπολογισμούς της επικινδυνότητας προσδίδεται από τον μέσο όρο των δύο τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών της Κύπρου – 2001 και 2011 – όπως δίνονται από την CySTAT (βλέπε πίνακα 3.20).

Πίνακας 3.20: Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από τον Χ.Α.Δ.Α της επαρχία Αμμοχώστου (CySTAT,2013)

α/α	Έτος απογραφής 2011	Έτος απογραφής 2001	Μέσος όρος των 2011 και 2001
Αριθμός κατοίκων Κύπρου	840407	689565	764986
Αριθμός κατοίκων Αμμοχώστου	46629	37738	42184

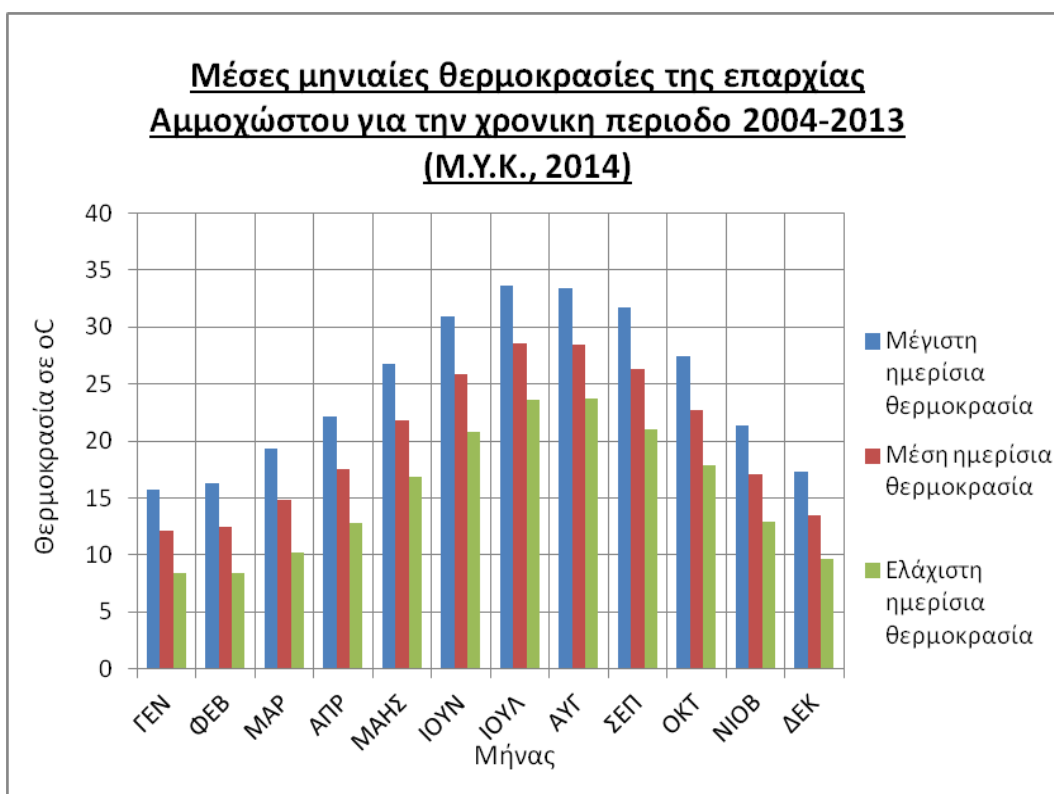
Μετεωρολογικά στοιχεία

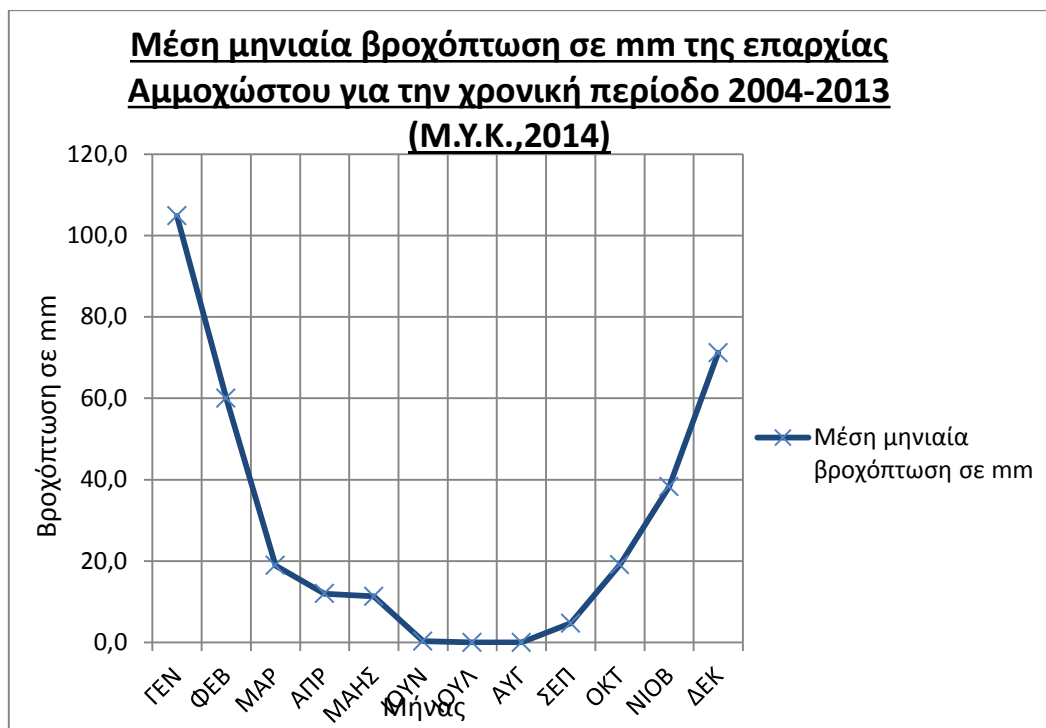
Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων για την χρονική περίοδο της περιόδου 1991-2005 είναι 369,0 mm και η μέση ταχύτητα του ανέμου για την περίοδο 1982-1992 ανέρχεται στα 3-5 m/s. Αναλυτικά στοιχεία για την μετεωρολογική κατάσταση της περιοχής φαίνονται στα διαγράμματα 3.11 και 3.12 και τον πίνακα 3.21 που ακολουθούν (Μ.Υ.Κ.,2014).

Πίνακας 3.21: Μετεωρολογικά στοιχεία επαρχίας Αμμοχώστου για την χρονική περίοδο 1991-2005 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Νοσοκομείου Παραλιμνίου (Μ.Υ.Κ.,2014)

ΕΠΑΡΧΙΑ ΑΜΜΟΧΩΣΤΟΥ	ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΙΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)			ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
		ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ	
	ΓΕΝ	15,7	8,4	12,1	104,8
	ΦΕΒ	16,3	8,4	12,4	60,0
	ΜΑΡ	19,3	10,2	14,8	18,9
	ΑΠΡ	22,2	12,8	17,5	12,0
	ΜΑΗΣ	26,8	16,9	21,8	11,3
	ΙΟΥΝ	30,9	20,8	25,9	0,3
	ΙΟΥΛ	33,6	23,6	28,6	0,0
	ΑΥΓ	33,4	23,7	28,5	0,0
	ΣΕΠ	31,7	21,0	26,3	4,7
	ΟΚΤ	27,5	17,9	22,7	19,1
	ΝΙΟΒ	21,4	12,9	17,1	38,3
	ΔΕΚ	17,3	9,6	13,5	71,2

Διάγραμμα 3.11: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της επαρχίας Αμμοχώστου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Νοσοκομείου Παραλιμνίου (Μ.Υ.Κ.,2014)





Διάγραμμα 3.12: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της επαρχίας Αμμοχώστου για την χρονική περίοδο 2004-2013 όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό του Νοσοκομείου Παραλιμνίου (Μ.Υ.Κ.,2014)

Πίνακας 3.22: Συνοπτικός πίνακας επαρχίας Αμμοχώστου

ΕΠΑΡΧΙΑ ΑΜΜΟΧΩΣΤΟΥ						
α/α	ΠΕΡΙΟΧΗ Χ.Α.Δ.Α	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)	ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Έτη)	ΚΑΤΟΙΚΟΙ ΕΠΑΡΧΙΑΣ *	ΜΑΖΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (kg/p)	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m3)
1	ΠΑΡΑΛΙΜΝΙ	6,7	19	42184	689	78474,9
2	ΦΡΕΝΑΡΟΣ	2,7	32			
3	ΑΓΙΑΣ ΝΑΠΑΣ	5	30			
		14,4	27	29064776 kg		
		Άθροισμα	Μέσος όρος	Ετήσια παραγωγή αποβλ.		

*Ο αριθμός των κατοίκων είναι ίσος με τον μέσο όρο των 2 τελευταίων πληθυσμιακών απογραφών του 2001 και 2011 όπως δίνονται από την *ΚυΣΤΑΤ*.

Εκτίμηση επικινδυνότητας επαρχίας Αμμοχώστου:

$$E = M1 + M2 + \max a + \max b + \max \gamma = 34 + 5,4 + 0 + 0 + 2 = 41,4$$

Σύμφωνα με την βαθμολόγηση αυτή, η επαρχία Αμμοχώστου ιεραρχείται στην γ' κατηγορία λήψης μέτρων.

Γενικά μέτρα αποκατάστασης για γ' κατηγορία σύμφωνα με την εγκύκλιο του 109974/3106 ΥΠΕΧΩΔΕ:

- Επιφανειακή μόνωση των Χ.Α.Δ.Α.
- Μετέπειτα φροντίδα

Για την διατριβή αυτή, η μεθοδολογία παρουσιάζεται για το σύνολο των Χ.Α.Δ.Α ανά επαρχία. Στον υπολογιζόμενο βαθμό παρουσιάζεται ανακρίβεια λόγω του ότι οι υπολογισμοί εκτιμήθηκαν συνολικά ανά επαρχία, με τους μεγάλους Χ.Α.Δ.Α. των επαρχιών να παρουσιάζουν μεγαλύτερη επικινδυνότητα από τους μικρότερους. οι Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου ουσιαστικά κατηγοριοποιούνται σε δύο κατηγορίες με την πρώτη να αποτελείται από του κύριους Χ.Α.Δ.Α. του νησιού: Κοτσιάτης, Βατί, Αγία Μαρινούδα οι οποίοι ανήκουν στην α' κατηγορία επικινδυνότητας και απαιτούν άμεση λήψη μέτρων α' προτεραιότητας. Η δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι μικρότερης επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α γ' και δ' κατηγορίας. Οι μικροί Χ.Α.Δ.Α των επαρχιών αναμένεται να παρουσιάζουν αμελητέα έκλυση αερίων λόγω του ότι το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων που καταλήγουν σε αυτούς είναι μη αποδομήσιμα υλικά (πλαστικά, μέταλλα, χαρτί, γυαλί) αφού γίνεται ορθολογικότερη χρήση και επαναχρησιμοποίηση των υλικών (πχ χρήση οργανικών για εκτροφή ζώων, ξυλεία για ξυλόσομπες, φούρνους κλπ). Επίσης δεν εκλύεται μεθάνιο στους Χ.Α.Δ.Α οι οποίοι δεν εδαφοκαλύπτονται ώστε να ευνοηθούν οι αναερόβιες διαδικασίες καθώς και στους χώρους οι οποίοι υποβάλλονται συστηματικά σε ανοικτή καύση οι οποίοι γενικά παρουσιάζουν μικρότερη εδαφική ρύπανση και περισσότερο ατμοσφαιρική. Μακροσκοπικά η μειωμένη παραγωγή βιοαερίου στους χώρους τελικής διάθεσης αποβλήτων μπορεί να παρατηρηθεί από την ύπαρξη και την γειτνίαση βλάστησης.

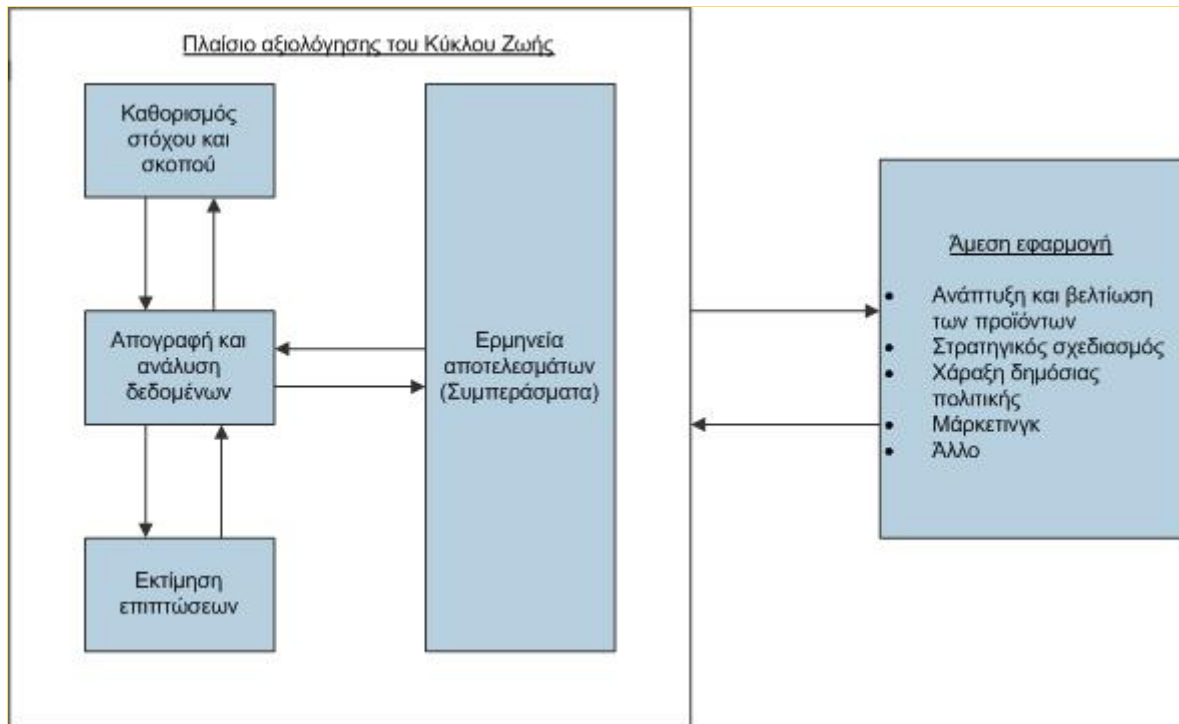
Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Είναι αναγνωρισμένο διεθνώς, ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης των πόρων συνδέονται με την φάση του κύκλου ζωής τους. Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής προσφέρει τη δυνατότητα καθορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω μιας μεθοδολογίας διαχείρισης η οποία αναπτύσσεται στο ISO 14040 (Rebitzer G. et al., 2004). Η μέθοδος αυτή ποσοτικοποιεί τις περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές επιπτώσεις καθ' όλο τον κύκλο ζωής διεργασιών και προϊόντων, μια μεθοδολογία που από το 1995 ξεκίνησε να εφαρμόζεται για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων, καθιστώντας την βιώσιμη (Ekvall, T., 2002). Ο πλήρης κύκλος ζωής ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας περιέχει σε γενικές γραμμές τις φάσεις εξόρυξης ή/και παραγωγής των πρώτων υλών, της παραγωγής, της διάθεσης, της χρήσης, και της τελικής απόρριψης στο περιβάλλον (Γεωργακέλλου, Τσουκαλά,2009) .

Συγκεκριμένα η ανάλυση κύκλου ζωής είναι η μέθοδος εντοπισμού και ανάλυση των περιβαλλοντικών θέσεων και των ενδεχόμενων επιπτώσεων που σχετίζονται με ένα προϊόν, διαδικασία, ή υπηρεσία:

- Μεταφράζοντας την απογραφή της σχετικής ενέργειας και των υλικών που εισάγονται καθώς και των εκπομπές στο περιβάλλον.
- Αποτιμώντας τις ενδεχόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχουν σχέση με συγκεκριμένες εισροές και εκροές.

- Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα έτσι ώστε να ληφθεί μια ποιο ορθολογική απόφαση



Διάγραμμα 3.13: Στάδια Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ISO 14040, 2006)

Η εκτίμηση του κύκλου ζωής είναι μια συστηματική, σταδιακή προσέγγιση και περιλαμβάνει τέσσερα στάδια όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα 3.13 (ISO 14040, 2006, Ζορπάς 2012):

1. Προσδιορισμός του σκοπού και του στόχου: Προσδιορίζεται και περιγράφεται το προϊόν, η διαδικασία ή η δραστηριότητα. Εγκαθίσταται το πλαίσιο όπου θα διεξαχθεί η μελέτη και προσδιορίζονται τα όρια και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που πρέπει να διεξαχθούν κατά τη διάρκεια της μελέτης.
2. Απογραφική ανάλυση: Προσδιορίζεται και ποσοτικοποιείται η ενέργεια, τα απόβλητα, και τα υλικά που χρησιμοποιούνται καθώς και οι απελευθερώσεις στο περιβάλλον (π.χ. αέριες εκπομπές, απόθεση στερεών αποβλήτων, απελευθέρωση υγρών αστικών λυμάτων).
3. Εκτίμηση των επιπτώσεων: Εκτιμούνται οι επιδράσεις στον άνθρωπο και την οικολογία από τη χρησιμοποίηση της ενέργειας, του νερού και των υλικών, καθώς και από τις εκπομπές στο περιβάλλον, που έχουν προσδιοριστεί στη απογραφική ανάλυση.
4. Ερμηνεία των αποτελεσμάτων: Αποτίμηση των αποτελεσμάτων της απογραφικής ανάλυσης και της εκτίμησης των επιπτώσεων για την επιλογή του κατάλληλου προϊόντος, διαδικασίας ή υπηρεσίας, με σαφή κατανόηση της αβεβαιότητας και των υποθέσεων που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

3.3.1 Χρήσεις της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Δημιουργία Δεικτών:

Είναι εργαλεία που αποσκοπούν στο να καταστήσουν την έννοια της ολοκληρωμένης ανάπτυξης μετρήσιμη με την ποσοτικοποίηση τάσεων στην κοινωνία.

- Ενίσχυση στη λήψη αποφάσεων με την παροχή πληροφοριών σχετικά με την αειφορία σε μια ολοκληρωμένη και ποσοτική μορφή
- Επικοινωνία και παρακολούθηση των διεθνών, εθνικών και περιφερειακών στόχων
- Μπορεί να αποτελέσει το κύριο εργαλείο στην ανάπτυξη περιβαλλοντικών δεικτών ολοκληρωμένης ανάπτυξης που θα αφορούν όλη την διαδικασία παραγωγής και αποφάσεων

Εφαρμογή στην Βιομηχανία:

Η χρήση της AKZ κατά τις πρώιμες φάσεις σχεδιασμού μιας βιομηχανίας προσεγγίζει αποτελεσματικότερα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω έγκαιρης αναγνώρισης του προβλήματος και της επιβολής προτεραιοτήτων και αποτελεσματικών λύσεων. Η AKZ, αντιπροσωπεύει ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων μέσω της επιλογής των υλικών, της διαδικασίας αλλαγής του σχεδιασμού προϊόντων, της αυξημένης επαναχρησιμοποίησης, της εκμετάλλευσης των υποπροϊόντων και της ανακύκλωσης

Οικολογικός Σχεδιασμός:

Η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός ενός προϊόντος ή μιας παραγωγικής διαδικασίας πλέον «επαναπροσεγγίζει» τον περιβαλλοντικό της χαρακτήρα μέσω:

- Ιεράρχησης των υλικών (top-down step by step approach)
- Επανεξέτασης της διαδικασίας επιλογής των ιεραρχημένων υλικών, λαμβάνοντας υπόψη και ποιοτικά κριτήρια.
- Στα διάφορα στάδια αυτής της διαδικασίας προσέγγισης, εισάγονται διάφοροι δείκτες επιλογής π.χ. κατανάλωση ενέργειας

Εργαλείο Εκτίμησης Κόστους:

Η απόφαση για την κατασκευή μιας βιομηχανικής μονάδας εξαρτάται από το πόσο επικερδής θα είναι η λειτουργία της. Με την χρησιμοποίηση της AKZ δίδεται η δυνατότητα ανάλυσης του ολικού κόστους της παραγωγής ενός προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων και των επί μέρους επιπτώσεων της χρήσης του προϊόντος.

Εργαλείο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης:

Αποτελεί μια τεχνική περιβαλλοντικής διαχείρισης και μπορεί να συμπληρώσει άλλες τεχνικές όπως:

- Την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιδράσεων
- Την αναγνώριση πηγών κινδύνου (hazard identification)
- Την εκτίμηση κινδύνων (risk assessment),

- Την τεχνολογική ανάλυση (technology assessment)
- Τις μεθοδικές και λεπτομερείς εξετάσεις αποβλήτων (waste audits)
- Τον περιορισμό των αποβλήτων των διεργασιών (waste minimization assessment of processes) (Κορωνάιος, 2010).

3.3.2 Εφαρμογή AKZ στη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων

Μέσω της εφαρμογής, της AKZ στην διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να προσδιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την διάρκεια επεξεργασίας των παραγόμενων αποβλήτων. Η υιοθέτηση της Α.Κ.Ζ. στις Ευρωπαϊκές νομοθεσίες μπορεί να επιφέρει μέγιστα περιβαλλοντικά οφέλη μέσου καθορισμού νέων στόχων για κάθε υπό εξέταση τύπο αποβλήτων. Τα απόβλητα καθώς και η ενέργεια (υγρά καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια) που απαιτείται για το σύστημα διαχείρισης τους, αποτελούν τις εισροές στο σύστημα της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, με τα ανακτημένα προϊόντα υπό μορφή χρήσιμων υλικών (πχ μέταλλο), κόμποστ, επεξεργασμένου στραγγίσματος και ενέργειας να αποτελούν τις εκροές. Εκροές του συστήματος επίσης είναι: οι εκπομπές προς αέριους ή υδάτινους αποδέκτες από τα διάφορα στάδια της διαχείρισης, καθώς επίσης και τα υπολείμματα στο έδαφος από την εδαφική διάθεση των αποβλήτων.

Στην Κύπρο εφαρμόζονται δύο συστήματα Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων· το ένα περιλαμβάνει συλλογή και μεταφορά, μονάδα μηχανικής διαλογής, μονάδα κομποστοποίησης και εδαφική διάθεση σε ένα ΟΕΔΑ ενώ το δεύτερο περιλαμβάνει συλλογή, μεταφορά και τελική διάθεση σε Χ.Α.Δ.Α.. Ένα σημαντικό ποσοστό αποβλήτων με σύσταση όπως χαρτί, γυαλί, PMD, πλαστικό, μέταλλα και αμέταλλα αφού διαχωριστούν από τα νοικοκυριά, τις εταιρίες κλπ. (διαχωρισμός στην πηγή), συλλέγονται και μεταφέρονται είτε σε Αδειοδοτημένους ανακυκλωτές, είτε στην Green Dot. Τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα που διαχωρίστηκαν στην πηγή και μεταφέρθηκαν σε χώρους συλλογής της weee εξάγονται για επεξεργασία, ενώ μέρος των «πράσινων» αποβλήτων πχ κλαδέματα μπορούν να συλλέγουν και να μεταφερθούν από τον δήμο σε Αδειοδοτημένους ανακυκλωτές. Αξιοσημείωτη είναι και η «παράνομη» συλλογή και επεξεργασία των μεταλλικών υλικών από τους ρακοσυλλέκτες τόσο από την πηγή, όσο και από τους χώρους απόθεσης τους (Χ.Α.Δ.Α.). Το μεγαλύτερο όμως ποσοστό των παραγόμενων αποβλήτων μετά την συλλογή και μεταφορά τους, διατίθεται ανεξέλεγκτα στις χωματερές, γι' αυτό και γίνεται ανάλυση του κύκλου ζωής του συγκεκριμένου συστήματος. (Διάγραμμα 3.14)

Εισροές του συστήματος αυτού για την AKZ, αποτελούν τα απόβλητα που συλλέγονται από όλους τους ελεύθερους δήμους της Κύπρου και δεν καταλήγουν στους ΟΕΔΑ με συλλογή από πόρτα σε πόρτα από τους αρμόδιους φορείς (Δήμοι) ή ατομικά (ιδιώτες)· απόβλητα όπως οικιακά, πράσινα, χαρτί, γυαλί, πλαστικό, ξύλο, μέταλλα, αμέταλλα, επικίνδυνα κλπ.

Εκροές - επιπτώσεις κατά την συλλογή και μεταφορά

Κατά την μεταφορά εκπέμπονται αέριοι ρύποι από τα οχήματα μεταφοράς όπως, καπνός, αιθάλη, διοξείδιο του άνθρακα. Σε περίπτωση καθυστερημένης συλλογής των αποβλήτων από τα νοικοκυριά και την μεταφορά τους στους Χ.Α.Δ.Α. πχ λόγω απεργιών και αργιών, δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες εντός των σκυβαλοσακούλων, με αποτέλεσμα την παραγωγή δύσοσμων υγρών καθώς και μερική παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου, ενώ

συνήθεις είναι και η μεμονωμένη ρύπανση του εδάφους. Οι αέριοι ρύποι αυτές μπορούν να περιορισθούν με τα ετήσια Ministry of Transport test (έλεγχοι MOT), ενώ οι υπόλοιπες επιπτώσεις με την συχνή συλλογή των αποβλήτων.

Εκροές - επιπτώσεις από την τελική διάθεση

Κατά την τελική διάθεση των αποβλήτων όπως φαίνεται και στο διάγραμμα ροής, δημιουργούνται οχλήσεις: οπτική όχληση και δυσοσμία από τα ίδια τα απόβλητα καθώς και θόρυβο από τα φορτηγά μεταφοράς τους. Οι οχλήσεις αυτές μπορούν να περιοριστούν σημαντικά με την δεντροφύτευση της περιμέτρου των Χ.Α.Δ.Α..

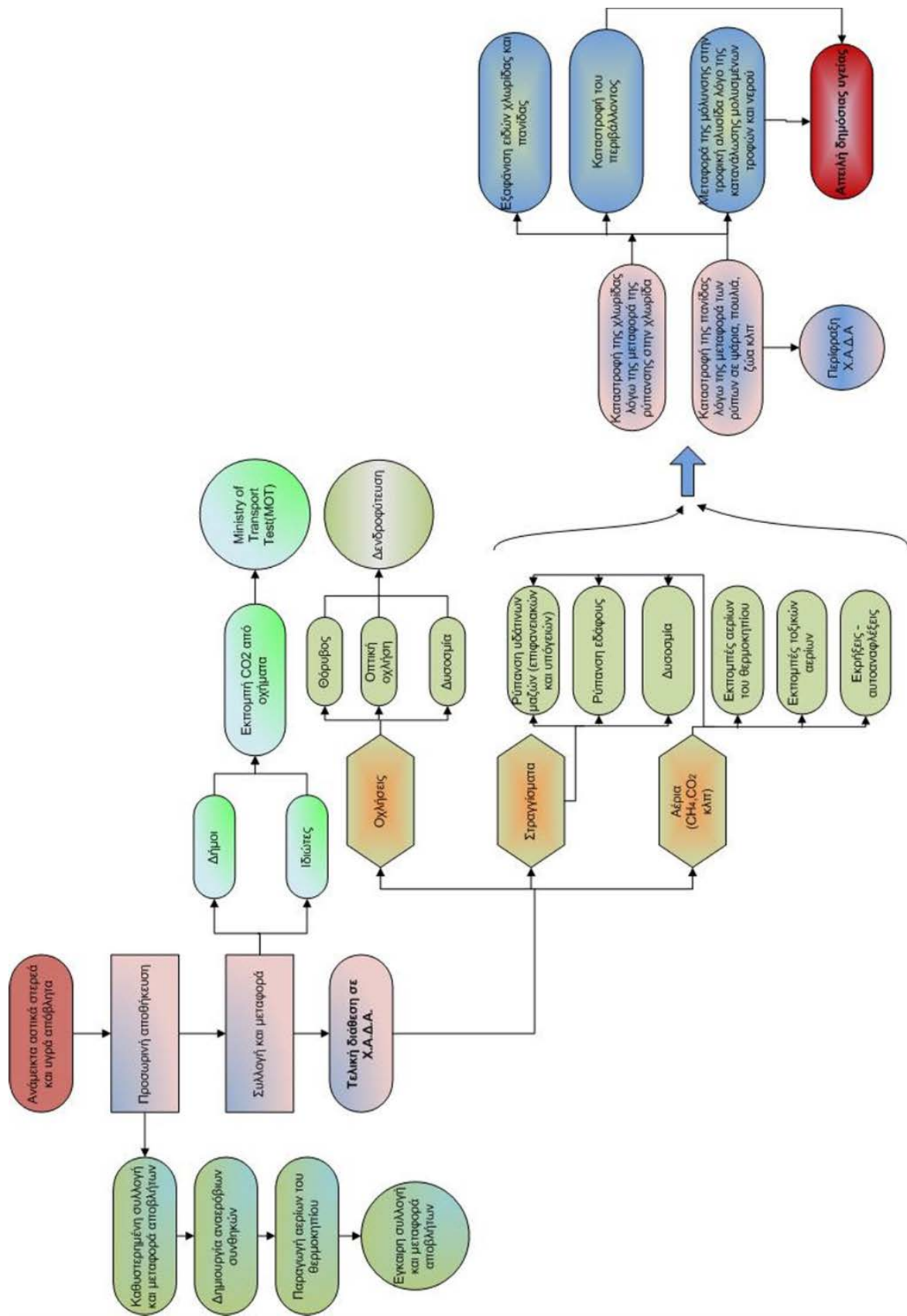
Κατά την απόθεση και ταφή τα απόβλητα υπόκεινται στην διαδικασία της αποσύνθεσης όπου παράγονται τα στραγγίσματα καθώς και ένα μίγμα αερίων από την ζύμωση που προκαλούν τα βακτήρια στα βιοαπομήσιμα υλικά (Ehrig,1984). Το υγρό μίγμα που παράγεται από την διήθηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχή κλπ), την υγρασία των αποτιθέμενων αποβλήτων και του υπεδάφους καθώς και τα υγρά από την αποσύνθεση των αποβλήτων αποτελεί τα στραγγίσματα (Ehrig,1984), ενώ παράγονται αέρια (πχ βιοαέριο, αέρια του θερμοκηπίου, τοξικά) κατά τις αναερόβιες διαδικασίες αποδόμησης τους. Τα παραγόμενα στραγγίσματα είναι υπεύθυνα για την δυσοσμία, την ρύπανση των υδροφόρων στρωμάτων λόγω της μολυσματικής και τοξικής τους σύστασης, την καταστροφή χλωρίδας και πανίδας με πιθανή την εξαφάνιση ειδών τους, ενώ οι εκπομπές αερίων είναι υπεύθυνες για την:

- Καταστροφή της χλωρίδας στις γύρω περιοχές των Χ.Α.Δ.Α, λόγω της υπόγειας μετακίνησης των αερίων (βιοαερίου) τα οποία εκδιώκουν το απαραίτητο για την αναπνοή των φυτών οξυγόνο (καταστροφή χλωρίδας με πιθανή εξαφάνιση ειδών της)
- Δημιουργία αυτό-αναφλέξεων και εκρήξεων, λόγω της ένωσης του μεθανίου (CH₄) με τον ατμοσφαιρικό αέρα συνεπώς περαιτέρω δυσμενείς συνέπειες σε κοινωνία – οικονομία και περιβάλλον (καταστροφή χλωρίδας και πανίδας με πιθανή εξαφάνιση ειδών τους)
- Υπερθέρμανσης του πλανήτη (Ramos et al.,2006)
- Δυσοσμία (οφείλεται στο H₂S που εκπέμπετε)
- Ρύπανση των υδροφόρων οριζόντων λόγω αύξησης της σκληρότητας και της μείωσης του pH στα ύδατα, που οφείλονται στην κατακόρυφη κίνηση του CO₂ του βιοαερίου και την διάλυση του στο νερό.

Ενώ γενικά:

Το τοπίο υποβαθμίζεται λόγω των ορατών συνεπειών της απόρριψης των αποβλήτων στο περιβάλλον, με άμεσες δυσμενείς επιπτώσεις στον τουρισμό. Τα απόβλητα αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για τα ζώα αφού μπορούν να δηλητηριαστούν, να παγιδευτούν, να τραυματιστούν ή και να εξαφανιστούν διάφορα χερσαία είδη πχ αλεπούδες, χελώνες, πουλιά, αλλά και λιμναία ή θαλάσσια είδη πχ. Ψαριά. Η κατανάλωση τροφής από τον άνθρωπο από ζώα ή τα προϊόντα τους τα οποία τρέφονται από την χωματερή αποτελεί κίνδυνο για την δημόσια υγεία, επίσης οι Χ.Α.Δ.Α αποτελούν εστίες αναπαραγωγής τρωκτικών και εντόμων.

Οι ελλείψεις υποδομές στις χωματερές και γενικά οι μη συμμορφώσεις στην οδηγία 99/31/ΕΚ, έχουν ως αποτέλεσμα την εκτεταμένη ρύπανση της γύρω περιοχής των Χ.Α.Δ.Α., του υδρολογικού δικτύου, την καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας (Mor et al.,2006) και απειλούν την δημόσια υγεία αφού η μόλυνση μπορεί να εισέρθει στην τροφική αλυσίδα (μέσω κατανάλωση μολυσμένης τροφής και νερού από τον άνθρωπο). Η ρύπανση που προκαλείτε από τα απόβλητα και της χωματερές συνεχίζει και με την πάυση λειτουργίας της χωματερός επ' άριστο λόγω της μικρής φυσικής ικανότητας του εδάφους για διάσπαση, αποδόμηση και αφομοίωση των ρυπογόνων ουσιών, για τον λόγω αυτό επιβάλλεται η περίφραξη των Χ.Α.Δ.Α. και η αποκατάσταση τους μέσω διαφόρων μηχανισμών και τεχνικών εξυγίανσης.



Διάγραμμα 3.14: Διάγραμμα ροής ανάλυσης κύκλου ζωής

Μηχανισμοί και τεχνικές εξυγίανσης

Η εκτεταμένη περιβαλλοντική επιβάρυνση από την ανεξέλεγκτη διάθεση αποβλήτων είναι παγκόσμια και μη φυσικά αναστρέψιμη. Η παρουσία ρυπογόνων ουσιών στο έδαφος και το υδρογραφικό δίκτυο αποτελούν σημαντικό περιβαλλοντικό κίνδυνο, απειλή για την δημόσια υγεία γι αυτό και καθίστανται απαραίτητη η εφαρμογή τεχνολογιών εξυγίανσης, ώστε να απομακρυνθούν ή να φθάσουν στα αποδεκτά όρια οι ρυπογόνες ουσίες (βαρέα μέταλλα, νιτρικά, τοξικά κλπ.). Σύμφωνα με τον EPA, τα επικινδυνότερα βαρέα μέταλλα θεωρούνται τα: κάδμιο, μόλυβδος, υδράργυρος, νικέλιο, ψευδάργυρος, με αυτά να εισέρχονται στην λιθόσφαιρα και την ατμόσφαιρα μέσω των αποβλήτων που διατίθενται ανεξέλεγκτα (Evanko and Dzombak, 1997, Cameron, 1992). Τα ορυκτολογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών, η θερμοκρασία, η υγρασία, το pH, η Eh καθώς η σύσταση και οι προσμίξεις των ρυπογόνων ουσιών είναι οι κύριοι παράγοντες της κίνησης και μεταφοράς της ρύπανσης εντός των εδαφικών στρωμάτων και του υδρογραφικού δικτύου (Hashim et al, 2011) Τα βαρέα μέταλλα, είναι ανθεκτικότερα από τους οργανικούς ρύπους οι οποίοι μπορούν να βιοδιασπαστούν, επομένως μπορούν να προσροφηθούν από το έδαφος, την υδάτινη μάζα, τον ατμοσφαιρικό αέρα και εν συνεχεία να εισέλθουν στην τροφική αλυσίδα προκαλώντας δηλητηριάσεις (Alloway 1990, Fletcher 2002, Saytona et al. 2006). Για παράδειγμα, η συσσώρευση των βαρέων μετάλλων στα ποτάμια ιζήματα «δηλητηριάζει» την γύρω χλωρίδα και την πανίδα πχ. ψάρια) καθώς και ότι τα καταναλώνει (πχ. άνθρωπος). Το φαινόμενο αυτό, είναι ικανό να οδηγήσει σε αλλοιώσεις καθώς και εξαφανίσεις ορισμένων ειδών της χλωρίδας και της πανίδας (Mulligan C.N., Yong R.N. and Gibbs B.F., 2001).

Λόγω της σημαντικότητας του προβλήματος αυτού, έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές αποκατάστασης για απομόνωση, συγκράτηση ή/ και αφαίρεση των ρυπαντών από τα εδαφικά και τα υδροφόρα στρώματα. Στις τεχνικές περιλαμβάνονται βιοχημικές διεργασίες, κατασκευές υπόγειων τοιχωμάτων, και χρήσεις υλικών για μείωση της υδροπερατότητας των στρωμάτων όπως: ο μπετονίτης, η κοπριά, οι γεωμεμβράνες· με κοινό σκοπό την παρεμπόδιση περαιτέρω μεταφοράς των ρύπων (Wilson and Clarke, 1994).

3.4.1 Φυτοεξυγίανση

Πρόκειται για μια διαδικασία εξυγίανσης των ρυπασμένων εδαφών και υδάτινων μαζών (επιφανειακών και υπόγειων) μέσω των διαδικασιών που υφίσταται τα φυτά (EPA). Η διαδικασία στηρίζεται στην φυσική ικανότητα ορισμένων φυτών, υπερσυσσωρευτών, να διασπούν την σταθερή κατάσταση των ρυπαντών, να απορροφούν με το ριζικό τους σύστημα μεγάλες συγκεντρώσεις μετάλλων και να τα συσσωρεύουν στην μάζα τους, απομακρύνοντας τα έτσι από το έδαφος και το υδρογραφικό δίκτυο (Brooks 1998, Cunningham et al. 1996, Schnoor et al. 1995). Η εφαρμογή της φυτοεξυγίανσης έχει πειραματικά αποδειχθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αντιμετώπιση οργανικών (πχ εντομοκτόνα) και ανόργανων (πχ. Βαρέα μέταλλα) ρυπαντών (Sald et al., 1998). Οι υπερσυσσωρευτές έχουν την ικανότητα να συγκεντρώνουν στην βιομάζα τους ποσότητες έως και 5% του ξηρού τους βάρους τους σε βαρέα μέταλλα (McGrath et al., 2002). Τα βαρέα μέταλλα παραμένουν σταθερά στο περιβάλλον αντιδρώντας με τα εδαφικά συστατικά και προσδίδοντας τοξική φύση σε φυτά, ζώα, μικροοργανισμούς και τον άνθρωπο.

Χαρακτηριστικά το *Thlaspi caerulescens* μπορεί να συγκεντρώσει στην μάζα του έως και 26,000 ppm Ψευδαργύρου (Zn) και μεγάλες ποσότητες Καδμίου (Cd) χωρίς να υφίσταται αλλοιώσεις (Brooks 1998). Οι *Helianthus annuus* (Ηλίανθοι) είναι γνωστοί για την προσρόφηση Στρόντιου, Καΐσιου και Ουρανίου και έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε εδάφη με μεγάλα ποσοστά ραδιενεργών στοιχείων πχ. Τσερνομπίλ (Brooks 1998). Μελέτη της Χριστοφάκη το 2006, έδειξε την ικανότητα της *nicotiana glauca* να απορροφά τα στοιχεία: Pb, Cd, Zn, Hg και το *Alyssum Baldacci* να απορροφά: Ni, Pb. Το *trifolium* (τριφύλι) χρησιμοποιείται για απορρόφηση μολύβδου, ο *Amarathus* για προσρόφηση Κοβαλτίου, με πληθώρα άλλων φυτών να χρησιμοποιείται για την φυτοεξυγίανση των εδαφών. Οι Τρούλλινος και Σωμαράκη το 2009, χρησιμοποίησαν στραγγίσματα από χωματερές για ανάπτυξη και μελέτη ενδημικών φυτών και του εδάφους, η έρευνα τους απόδειξε την καταλληλότητα των *nicotiana glauca* και *amaranthus* sp. για φυτοεξυγίανση σε ρυπασμένα από τα απόβλητα εδάφη, με τα φυτά να παρουσιάζουν ανάπτυξη όμοια με αυτή του λιπάσματος.

Ως εναλλακτική λύση των ποωδών υπερσυσσωρευτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταχείας ανάπτυξης δέντρα ανθεκτικά στα μέταλλα, με ριζικό σύστημα μεγαλύτερου βάρους από τα ποώδη, κατάλληλα για φύτευση σε φτωχών χαρακτηριστικών εδάφη (Pulford and Watson, 2003). Οι *Populus nigra* και *populus tremula* (Λεύκες) είναι ταχείας ανάπτυξης φυτά που ευδοκούν σε υγρά εδάφη (πχ. Κοίτες ποταμών) και είναι γνωστές για την απορρόφηση Αρσενικού (As) και Cd (Dickinson and Pulford 2005) όπως και οι ιτιές. Η *Paulownia tomentosa* παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για τις τεχνικές της φυτοεξυγίανσης λόγω της ταχείας ανάπτυξης της, της υψηλής παραγωγής βιομάζας και τις μεγάλες αντοχές που παρουσιάζει σε εδάφη με υψηλές συγκεντρώσεις μετάλλων (Liu et al., 2007; Doumett et al., 2008)

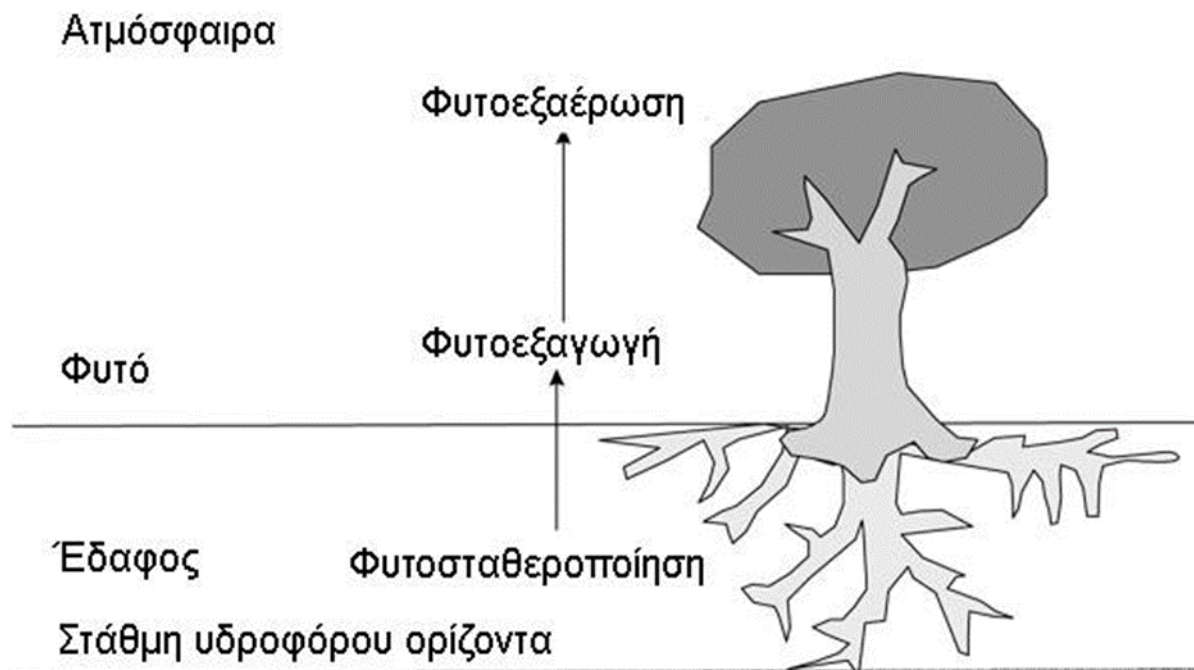
Η φυτοεξυγίανση προϋποθέτει την συγκομιδή των φυτών και την αφαίρεση του ριζικού τους συστήματος μετά την αποκατάσταση των περιοχών, τα οποία πρέπει να επεξεργαστούν κατάλληλα λόγω των τοξικών ουσιών που φέρουν. Η επαναλαμβανόμενη συγκομιδή ταχείας ανάπτυξης φυτών καθώς και η φύτευση μια ποικιλίας φυτών μπορεί να καλύψει και να αποκαταστήσει χώρους με ποικίλα χημικά συστατικά όπως χώρους διάθεση αποβλήτων.

Πίνακας 3.23: Γνωστές οικογένειες φυτών υπερσυσσωρευτών βαρέων μετάλλων κατά τον Brooks το 1998

Βαρέα μέταλλα	Οικογένεια φυτών
Κάδμιο (Cd)	Brasiicaceae
Κοβάλιο (Co)	Lamiaceaceae, Scrophulariaceae
Χαλκός (Cu)	Cyperaceae, Lamniaceae, Poaceae, Scrophulariaceae
Μαγγάνιο (Mn)	Apocynaceae, Cunoniaceae, Proteaceae
Νικέλιο (Ni)	Brasiicaceae, Violaceae, Cunoniaceae, Proteaceae
Σελήνιο (Se)	Fabaceae
Θάλιο (Tl)	Brassicaceae

Μηχανισμοί φυτοεξυγίανσης (βλπ εικόνα 3.3.) (Pivetz, 2001)

- Φυτοεξαγωγή: Εξαγωγή των ρύπων από τον εδαφικό ορίζοντα και συσσώρευση τους στον στα υπέργεια τμήματα του φυτού. Ο μηχανισμός αυτός εφαρμόζεται σε ρυπασμένα εδάφη με βαρέα μέταλλα.
- Ριζοαποδόμηση: Αποδόμηση των οργανικών ρύπων από μικροοργανισμούς στο ριζικό σύστημα των φυτών μέσω της παραγωγής ενζύμων. Οι διασπασμένοι οργανικοί ρύποι χρησιμοποιούνται ως θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των ίδιων των φυτών.
- Φυτοαποδόμηση: Αποδόμηση των προσληφθείσων εδαφικών ρύπων σε τμήματα του φυτού μέσω των μεταβολικών του διεργασιών.
- Φυτοεξάτμιση: Μέταλλα και οργανικές ουσίες οι οποίες προσλήφθηκαν από τα φυτά μετατρέπονται σε πτητικές μορφές και μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα μέσω διαδικασιών εξάτμισης και εξαέρωσης. Ο μηχανισμός αυτός, εφαρμόζεται σε εδάφη και υδροφορείς χωρίς να απαιτείται συγκομιδή φυτικού υλικού.
- Φυτοσταθεοποίηση: Σταθεροποίηση των ρυπαντών από το ριζικό σύστημα των φυτών.
- Ριζοδιήθηση: Απορρόφηση και συσσώρευση των ρύπων στο ριζικό σύστημα των φυτών που βρίσκονται σε υδάτινα διαλύματα.



Εικόνα 3.3: Μηχανισμοί φυτοεξυγίανσης εδάφους και υδροφόρων στρωμάτων(Mulligan et al., 2001)

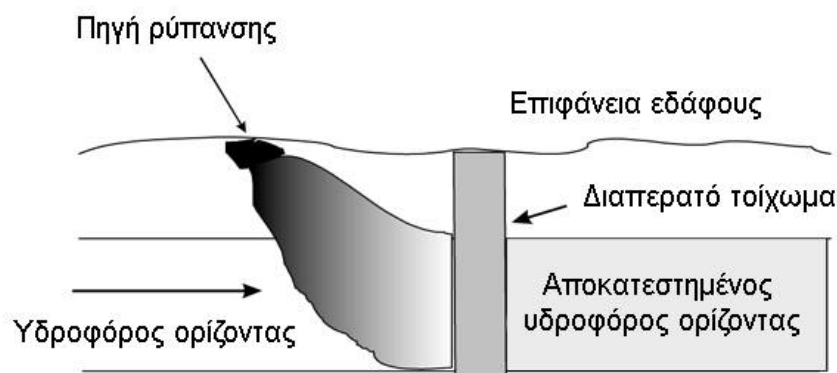
Η διαδικασία της φυτοεξυγίανσης παράγει λιγότερα δευτερογενή απόβλητα σε αντίθεση με τις υπόλοιπες μεθόδους απορρύπανσης και εφαρμόζεται επί τόπου, με τον χώρο να εναρμονίζεται στο τοπίο της περιοχής χωρίς να απαιτούνται έργα (εκσκαφές, άντλησης ή κτίρια). Αποτελεί μια οικονομική μέθοδο επεξεργασίας αφού μπορεί να απομακρύνει σημαντικές ποσότητες ρυπογόνων ουσιών από μεγάλους υδάτινους ή εδαφικούς όγκους χωρίς

να επιτρέπει οποιανδήποτε περεταίρω εξάπλωση των ρύπων, ενώ προστατεύει τα εδάφη από την διάβρωση και την κατάκρημνιση. Το είδος και η ποσότητα των φυτών εξαρτώνται από το κλίμα, το είδος των μετάλλων, την έκταση καθώς και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Οι χώροι όπου λαμβάνει χώρα η φυτοκάλυψη, προϋποθέτουν περίφραξη, κυρίως αν πρόκειται για κάλυψη από μικρά φυτά κ όχι δέντρα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για βρώση ζώων, πτηνών και πουλιών ώστε να αποφευχθεί η μεταφορά των τοξικών ουσιών στην τροφική αλυσίδα. Το κόστος της διαδικασίας δύναται να αυξηθεί λόγω έλλειψης προϋπαρχόντων εφαρμογών εξεργασίας των φυτών (αναερόβια χώνευση, θερμικές μέθοδοι), κεφάλαιο το οποίο δύναται να επιστρέψει μέσω της υψηλής παραγωγής βιομάζας που παράγεται. Η εφαρμογή δυστυχώς είναι αποτελεσματική σε μικρά βάθη δηλαδή περίπου στο 1m στο έδαφος και στα 3m σε υδροφόρους ορίζοντες (Luo et al., 2005), αν και εκεί παρουσιάζεται η μεγαλύτερη ρύπανσης στις περιπτώσεις της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων.

3.4.2 Διαπερατά τοιχώματα (*Permeable treatment walls*)

Στην εικόνα 3.4 απεικονίζεται η χρήση διαπερατών εμποδίων – τοιχωμάτων – φράγματος κατάντη των ρυπασμένων χώρων, με αντιδραστικές ουσίες, μία εφαρμογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αντιμετώπιση ενός μεγάλου εύρους ρυπογόνων ουσιών, επιτόπου (insitu) καθώς για έλεγχο της ροή των ρύπων. Μέσω της μεθοδολογίας αυτής μπορεί να περιοριστεί η περεταίρω ρύπανση του εδάφους και των υδροφόρων στρωμάτων, μέσω της μείωσης της κίνησης των μετάλλων και του «φιλτραρίσματος» που επιφέρει. Τα αποτελέσματα της έρευνας των Vida και Pohland του 1996, για την καταλληλότητα της εφαρμογής διαφόρων υλικών (ζεόλιθων, ασβεστόλιθοι, στοιχειακός σίδηρος, υδροαπατίτης) έδειξαν ότι ο στοιχειώδης σίδηρος είναι κατάλληλος για την αναγωγή του χρωμίου, ενώ ο ασβεστόλιθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καθίζησης μόλυβδου.

Η εφαρμογή του φράγματος αυτού απαιτεί χρήση κατάλληλων υλικών για τους συγκεκριμένους ρύπους, ενώ επιβάλλεται η ανάλυση του κύκλου ζωής των τοιχωμάτων (Mulligan et al., 2001). Η μεθοδολογία αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλους Χ.Α.Δ.Α. λόγω της μεγάλης επικινδυνότητας στους χώρους αυτούς (πχ καθίζησης, εκτόνωσης αερίων) και των δυσκολιών που επιφέρουν για τις κατασκευές της.



Εικόνα 3.4: Χρήση διαπερατών τοιχωμάτων για εξυγίανση εδάφους και υδροφόρων στρωμάτων (Mulligan et al., 2001)

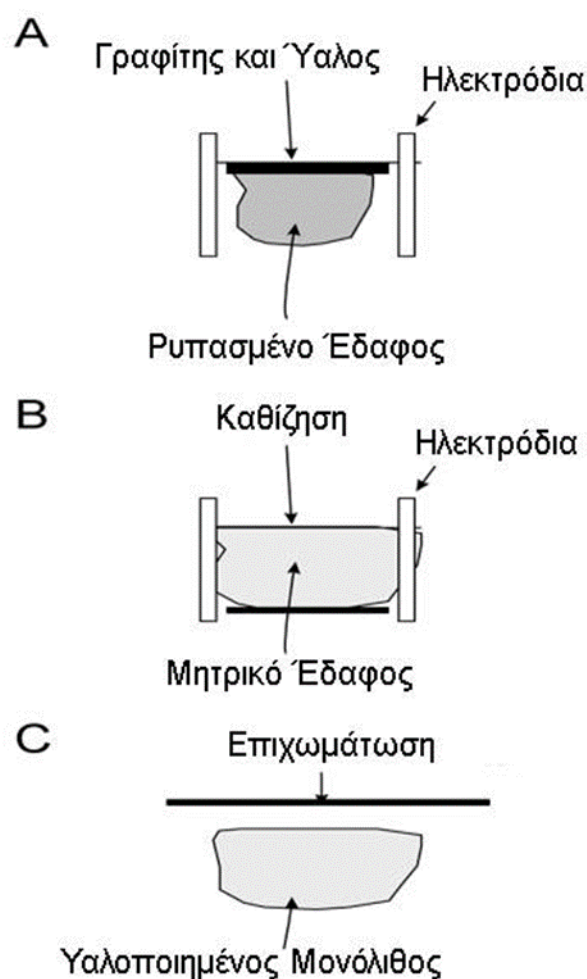
3.4.3 Βιοχημικές διαδικασίες

Οι μέθοδοι αυτοί περιλαμβάνουν διεργασίες βιοαπόπλυσης και οξειδοαναγωγής και προς το παρόν δεν εφαρμόζονται συχνά. Η βιοαπόπλυση περιλαμβάνει τις βιοδιεργασίες των βακτηρίων πχ *Thiobacillus* sp. σε υποαερόβιες, όξινες συνθήκες με θερμοκρασία 15-55°C με οξείδωση των σουλφιδίων των μετάλλων για την παραγωγή θειικού οξέος, το οποίο μπορεί να εκτροφήσει τα μέταλλα του υπεδάφους υποκαθιστώντας τα πρωτόνια (άμεση έκπλυση) καθώς και την μετατροπή των Fe^{2+} Fe^{3+} σε θειούχα μεταλλεύματα (έμμεση έκπλυση). Τα ανοξικά ιζήματα είναι καταλληλότερα για την εξυγίανση του εδάφους λόγω της ικανότητας διάλυσης των μεταλλικών ενώσεων από τα βακτήρια χωρίς περεταίρω μείωσης του pH. Έρευνα του Karavaiko απέδειξε την ικανότητα του *Thiobacillus* sp να εξάγει κατά τις βιοδρομεταλλευτικές διεργασίες χαλκό, ψευδάργυρο και ουράνιο αποκαθιστώντας τα μολυσμένα εδάφη (Tichy et al., 1992) και τις λάσπες προϊόντα των αναερόβιων διαδικασιών (Blais et al. 1993). Ενώ οι Mulligan και άλλοι το 1999 επισήμαναν την καταλληλότητα του μύκητα *Aspergillus niger* για την εξυγίανση του εδάφους μέσω της παραγωγής γλυκονικού και κιτρικού οξέος.

3.4.4 Υαλοποίηση

Πρόκειται για μια διαδικασία στερεοποίησης και σταθεροποίησης των ρύπων μέσω της χρήσης θερμικής ενέργειας. Η διαδικασία περιλαμβάνει την εισαγωγή 2-4 ηλεκτροδίων (συνήθως γραφίτη) στο επιθυμητό για την εξυγίανση του εδάφους βάθος, ενώ στην επιφάνεια τοποθετείτε ένα μείγμα από γραφίτη και υαλομάζα. Το μείγμα αυτό ουσιαστικά χρησιμοποιείται για το αρχικό «κλείσιμο» του ηλεκτρικού κύκλου και την έναρξη της τήξης, όταν διοχετευτεί το τριφασικό ηλεκτρικό ρεύμα (Wilson and Clarke, 1994). Με την πάροδο του χρόνου η τήξη συνεχίζεται σε μεγαλύτερα βάθη με ένταξη στην τηγμένη μάζα, των μη οργανικών στερεών και των πτητικών συστατικών καθώς τα οργανικά στοιχεία καταστρέφονται με πυρόλυση. Με την μέθοδο αυτή σταθεροποιούνται και στερεοποιούνται οι ρυπαντές χωρίς πλέον να εγκυμονούν κινδύνους. Κατά την διαδικασία αυτή το έδαφος καλύπτετε με ένα κάλυμμα, ώστε να συλλεχθούν τυχόν παραγόμενα αέρια. Μόλις τηχθεί ο απαιτούμενος όγκος του εδάφους, η παροχή ρεύματος σταματά ώστε το έδαφος να κρυώσει και να σταθεροποιηθεί (Mulligan et al., 2001).

Η διαδικασία της υαλοποίησης μπορεί να εφαρμοσθεί σε μικρά βάθη και μεγάλους όγκους ρυπασμένων εδαφών, σε περιοχές με απόβλητα, ενώ έχουν πλήρη εφαρμογή για σταθεροποίηση μολύβδου, αρσενικού και χρωμίου. Η εφαρμογή παρουσιάζει συγκεκριμένες ικανότητες οι οποίες για λόγους ασφαλείας δεν πρέπει να ξεπερνιούνται, επίσης μπορεί να επηρεαστεί από τις υψηλές υγρασίες των αποβλήτων και του υπεδάφους, της αργιλώδης σύστασης του υποστρώματος και της ύπαρξης υδροφόρων στρωμάτων (Wilson and Clarke, 1994).



Εικόνα 3.5: Τεχνική υαλοποίησης για εξυγίανση εδάφους (Mulligan et al., 2001)

Αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων

Στο μέρος αυτό αξιολογούνται μέσω πολύ-κριτηριακής ανάλυσης, εναλλακτικά σεναρία για την επιλογή του βέλτιστου σεναρίου αποκατάστασης των Χ.Α.Δ.Α.. Η πολύ-κριτηριακή ανάλυση έχει ως στόχο την ιεράρχηση κατά σειρά προτίμησης των εναλλακτικών σεναρίων (για την βέλτιστη επιλογή) μέσω επίλυσης αντικρουόμενων παραμέτρων. Η μέθοδος της αναλυτικής ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process) αναπτύχθηκε από τον Saaty T. το 1980 η οποία εφαρμόστηκε για την αξιολόγηση της μεθοδολογίας αποκατάστασης καθιερώθηκε ως μία από τις συνηθέστερες εφαρμοσμένες τεχνικές ανάλυσης (Wang G. et al., 2009, Tegou et al., 2010, Makram A., et al., 2012). Τα τελευταία έτη έχει αναπτυχθεί ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων πολύ-κριτηριακής ανάλυσης για την επίλυση πολυδιάστατων προβλημάτων, με τις τεχνικές να εφαρμόζονται για την εύρεση της βέλτιστης λύσης μέσω ενός μεγάλου βαθμού επιλογών και αντικρουόμενων παραμέτρων (Benedetti et al., 2010, Nakhaei, 2012). Ως πιο διαδεδομένες μέθοδοι ανάλυσης χρησιμοποιούνται οι: ELECTRE II, Analytic Hierarchy method (AHP), PROMETHEE, Gray Relational Analysis και η Regime, οι οποίες χρησιμοποιούν κοινές μεθοδολογίες όπως καθορισμός κριτηρίων, βαρυτήτων ενώ διαφέρουν στον τρόπο που αυτές δίνονται ή εκφράζονται (Muys B. et al., 2005, Behzadian et al., 2010, Makram A., et al., 2012)

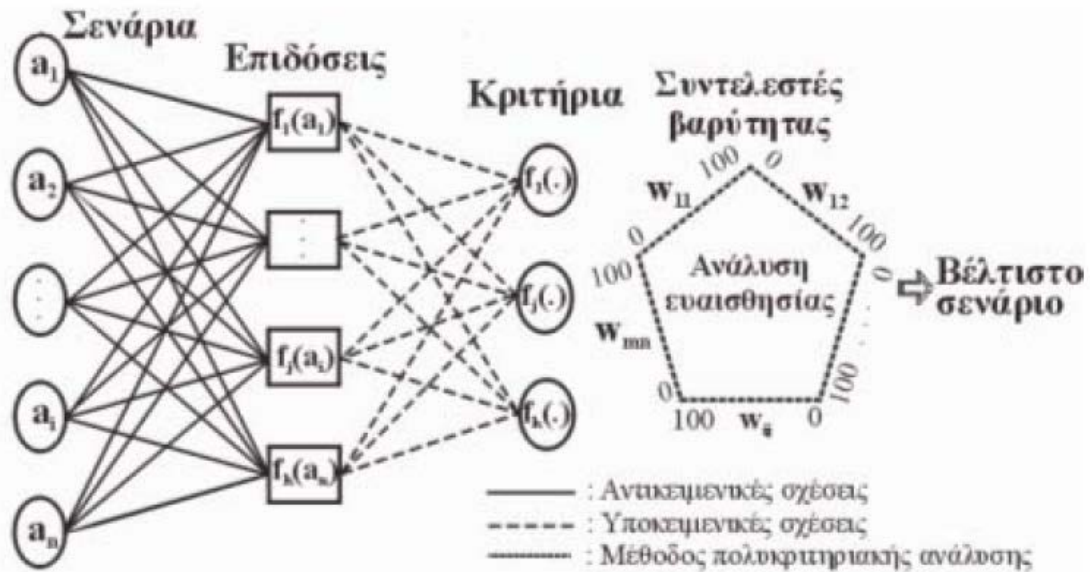
Η διαμόρφωση ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής πολιτικής και μεθοδολογίας για τη αποκατάσταση των Χ.Α.Δ.Α. αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία, δεδομένου ότι:

- Υπάρχει πληθώρα εναλλακτικών τεχνικών για αποκατάσταση των χώρων τελικής διάθεσης.
- Κάθε μέθοδος / σύστημα αποκατάστασης παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τεχνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά κ.λπ. Επομένως απαιτείται η συγκριτική αξιολόγηση να γίνεται με όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστη και επιστημονικά τεκμηριωμένη προσέγγιση (Life,2005)
- Η καταλληλότητα κάθε μεθοδολογίας αποκατάστασης εξαρτάται από τις τοπικές ιδιαιτερότητες και τα χαρακτηριστικά κάθε περιοχής (κλίμα, γεωλογία, επικινδυνότητα, υδρολογία κλπ.) , οι οποίες θέτουν φυσικούς και τεχνικούς περιορισμούς.

Προκειμένου να επιτευχθεί η αξιολόγηση των διαφόρων ερευνούμενων σεναρίων, δεν επαρκεί η σύγκριση μιας παραμέτρου, αλλά απαιτείται η ανάλυση και βαθμολόγηση μιας σειράς αντικρουόμενων παραμέτρων. Όλα τα υποεξέταση σεσάρια αναλύονται βάση των ίδιων κριτηρίων, τα οποία αποτελούνται από ένα συντελεστή βαρύτητας. Για την εξαγωγή της βέλτιστης λύσης – σεναρίου, πρέπει να αναλύεται επαρκής αριθμός αντιπροσωπευτικών κριτηρίων τόσο ποιοτικός όσο και ποσοτικός και να αφορούν και τους τρεις πυλώνες της αειφορίας (οικονομικός, περιβαλλοντικός, κοινωνικός).

Για την εφαρμογή της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης και τον καθορισμό της βέλτιστης μεθοδολογίας αποκατάστασης των Χ.Α.Δ.Α. αρχικά εφαρμόστηκε:

- Συγκέντρωση και αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου
- Καθορισμός των πιθανών διαχειριστικών σχεδίων αποκατάστασης (σεσάρια). Συγκεκριμένα: εδαφοκάλυψη, φυτοεξυγίανση, φωτοβολταϊκά, αξιοποίησης, εξόρυξη (με ή χωρίς ανάκτηση υλικών)
- Προσδιορισμός κριτηρίων αξιολόγησης ανά σεσάριο αποκατάστασης. Συγκεκριμένα κόστος αποκατάστασης και μεταφροντίδας, εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ανάκτηση ενέργειας, ανάκτησης υλικών, προοπτική χρήσεων γης, περαιτέρω ρύπανση, απλότητα εφαρμογής, κοινωνική αποδοχή.
- Υπολογισμοί της συχνότητας εμφάνισης των διαχειριστικών μεθοδολογιών στις θέσεις ιεράρχησης κατά την ανάλυση ευαισθησίας.



Διάγραμμα 3.15: Διάγραμμα της διαδικασίας της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης όπου δίνονται οι σχέσεις μεταξύ των σεναρίων των επιδόσεων, των κριτηρίων και των συντελεστών βαρύτητας (Περκουλίδης, 2001)

3.5.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πολύ-κριτηριακής ανάλυσης

Η αποκατάσταση χώρων τελικής διάθεσης αποτελεί ένα πολυδιάστατο πρόβλημα που απαιτεί λήψη ορθών τεχνικών. Κατά τις μελέτες εύρεσης βέλτιστων σεναρίων αποκατάστασης πρέπει να αξιολογηθούν τα χαρακτηριστικά της περιοχής (επικινδυνότητα), κοινωνικοοικονομικά, περιβαλλοντικά καθώς και τεχνικά θέματα. Η μέθοδος της αναλυτικής ιεράρχησης η οποία αναπτύσσεται, αποτελεί μια απλή τεχνική σύνδεσης αντικρουόμενων παραμέτρων – κριτηρίων με σκοπό την επίλυση πολυδιάστατων προβλημάτων και εύρεση της βέλτιστης λύσης τους. Η ανάλυση είναι ικανή να επεξεργαστεί ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια προσαρμόζοντας τα δεδομένα κατά τις εφαρμογές της. Η εφαρμογή στηρίζεται στην κατά ζεύγη σύγκριση των κριτηρίων και των εναλλακτικών σεναρίων καθώς και στην κρίση του λήπτη αποφάσεων. Οι αποφάσεις και γενικά η κρίση του ατόμου ή του αρμόδιου φορέα για τους συντελεστές βαρύτητας και τις κατά ζεύγη σύγκρισης των κριτηρίων προσδίδουν υποκειμενικό χαρακτήρα στην ανάλυση και μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές και επίσημες επιπτώσεις στην επίλυση του προβλήματος. Συγκεκριμένα το άτομο ή ο αρμόδιος φορέας μπορεί να μεροληπτεί προς μία συγκεκριμένη λύση και να αξιόλογα υποκειμενικά την βαθμολόγηση των συντελεστών βαρύτητας και ο καθορισμός των διαφόρων παραμέτρων.

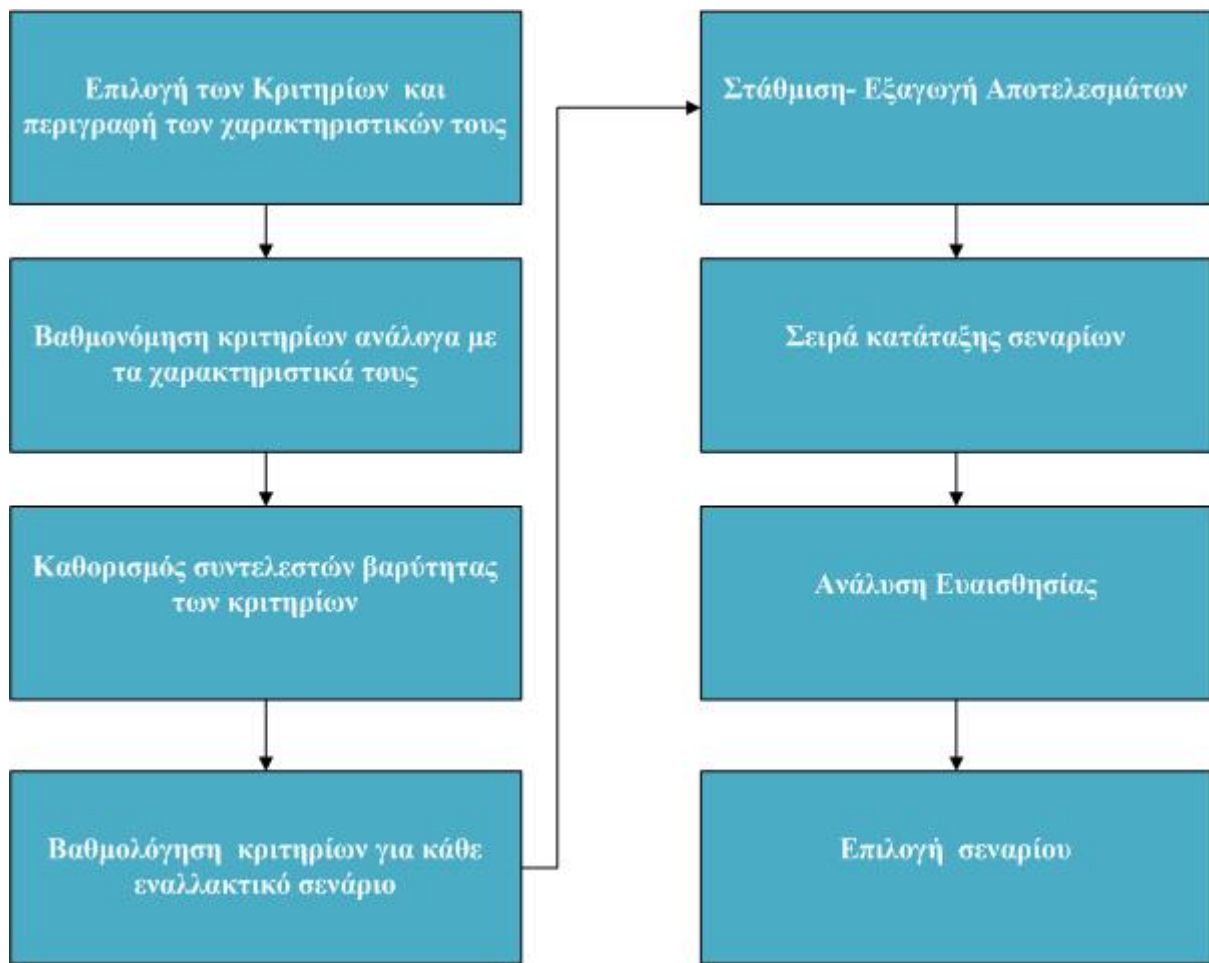
Η πολύ-κριτηριακή ανάλυση δεν οδηγεί σε βέλτιστη και οριστική άριστη λύση αλλά ένα συμβιβασμό μεταξύ αλληλοσυγκρουόμενων στόχων.

3.5.2 Σταδία διαδικασίας πολύ-κριτηριακής ανάλυσης

Αρχικό στάδιο εφαρμογής της πολύ – κριτηριακής ανάλυσης ο καθορισμός του προβλήματος, η επιλογή των εναλλακτικών σεναρίων και των κριτηρίων καταλληλότητας τους. Οι εξεταζόμενες μεθοδολογίες αξιολογούνται από τεχνικής, οικονομικής, περιβαλλοντικής άποψης ώστε να επιλεγθεί η καταλληλότερη μεθοδολογία αποκατάστασης κάθε κατηγορίας Χ.Α.Δ.Α.. επίσης αρχικό στάδιο της διαδικασίας ο διαχωρισμός των υποκειμενικών συνιστωσών (σχέσεις μεταξύ κριτηρίων και επιδόσεων) και των αντικειμενικών συνιστωσών (σχέσεις μεταξύ σεναρίου και επιδόσεων), με τις επιδόσεις να αποτελούν το μέσο σύνδεσης των σεναρίων και των κριτηρίων ανάλυσης (βλέπε διάγραμμα 3.16).

Τα εξεταζόμενα σχέδια διαχείρισης της έρευνας αυτής αφορούν την φυτοεξυγίανση, την επιφανειακή κάλυψη και την εξόρυξη των χώρων των Χ.Α.Δ.Α.. Στην περίπτωση της κάλυψης περιλαμβάνονται οι κατηγορίες φύτευσης των χώρων και κάλυψης των χώρων με φωτοβολταϊκά πάνελ, ενώ στην περίπτωση της εξόρυξης περιλαμβάνονται η εξόρυξη και μεταφορά όλων των υλικών σε Χ.Υ.Τ.Α. και η εξόρυξη με ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών και μεταφορά των υπόλοιπων σε Χ.Υ.Τ.Α.. Η φυτοεξυγίανση αποτελεί μια απλή μέθοδο για μείωση της ρύπανσης και αναβάθμισης του τοπίου. Η φύτευση των χώρων αποτελεί μια συνήθη εφαρμοσμένη πρακτική για αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης, με έλεγχο του βιοαερίου και των στραγγισμάτων (όπου αυτό χρειάζεται) και την αναβάθμιση του τοπίου. Η κάλυψη του χώρου με φωτοβολταϊκά στοιχεία μπορεί να συνδυάσει την αποφυγή της ρύπανσης και την αναβάθμιση του τοπίου με την ενεργειακή αξιοποίηση του. Κατά την εξόρυξη των Χ.Α.Δ.Α αξιολογήθηκε η μεταφορά όλων των στερεών υλικών σε χώρους υγειονομικής ταφής καθώς και το σενάριο ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών για διαχείριση και μεταφορά του υπόλοιπου κλάσματος σε Χ.Υ.Τ.Α., σενάριο οικονομικά ασκόπιμο όπως αναφέρεται από τον USEPA το 1997. Η απουσία σεναρίων θερμικής επεξεργασίας των εξορυχθέντων υλικών οφείλεται στην υφιστάμενη απουσία μονάδων θερμικής επεξεργασίας (αποτέφρωσης, αεριοποίησης) αποβλήτων στον Κυπριακό χώρο.

Τα κριτήρια αποτελούν τις απαραίτητες παραμέτρους για την ανάλυση αφού μέσω αυτών αναλύονται και ιεραρχούνται τα εξεταζόμενα σενάρια και πρέπει να καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα ώστε η προτεινόμενη επιλογή να εξετάζεται παραπλεύρως. Η κατάταξη των κριτηρίων αξιολόγησης γίνεται με διάφορους τρόπους στην διεθνή βιβλιογραφία με τον Roy το 1985 να τους ιεραρχεί από την μικρή προς την μεγαλύτερη σημαντικότητα ενώ τους Saaty (1980,1990), Keeney (1988) να τους ιεραρχούν από την μεγαλύτερη στην μικρότερη σημαντικότητα. Ως κριτήρια καθορίστηκαν: το κόστος αποκατάστασης, κόστος μεταφροντίδας, έσοδα από φωτοβολταϊκά, εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, έσοδα από πώληση ανακυκλώσιμων υλικών, η απλότητα της τεχνικής, η χρήση γης, κοινωνική αποδοχή και η αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης. Τα κριτήρια επιλογής ανήκουν συμφώνα με τους Turksin, Bernardini and Macharis. στα 4 είδη κριτηρίων που πρέπει να εμπεριέχονται στις διαδικασίες της πολύ – κριτηριακής ανάλυσης (Κοινωνικά, περιβαλλοντικά, λειτουργικά, οικονομικά).



Διάγραμμα 3.16: Στάδια Πολύ-κριτηριακής ανάλυσης (Life,2005)

Η αξιολόγηση των κριτηρίων για την εύρεση της βέλτιστης μεθοδολογίας έγινε μέσω της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης, η οποία δείχνει τις σχέσεις μεταξύ του στόχου, των κριτηρίων και των υποκριτηρίων καθώς και των εναλλακτικών σεναρίων (Διάγραμμα 3.17). Η μέθοδος αυτή προτάθηκε από τον Saaty T. του Wharton Scholl of Business, για την διευκόλυνση για λήψη ορθών αποφάσεων.

3.5.3 Εφαρμογή της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης (AHP)

Οι καταγεγραμμένοι χώροι τελικής διάθεσης παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά (γεωλογικά, υδρολογικά, μετεωρολογικά, ποσοτικά κλπ) και ιδιότητες, με αποτέλεσμα αυξημένη δυσκολία στην ανάπτυξη μιας συγκεκριμένης και ενιαίας μεθοδολογίας για ολόκληρο το νησί. Ως εκ τούτου είναι δυνατή η αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων. Οι Χ.Α.Δ.Α. κατηγοριοποιήθηκαν σε 2 κύριες κατηγορίες βάση των κύριων χαρακτηριστικών που προσδίδει την επικινδυνότητα ώστε να καταλήξουμε στα ορθά συμπεράσματα και στην βέλτιστη μέθοδο αποκατάστασης. Η πρώτη κατηγορία αποτελείται από τους Χ.Α.Δ.Α. του Κοτσιάτη, Βατή, Αγίας Μαρινούδας σε Λευκωσία, Λεμεσό και Πάφο αντίστοιχοι οποίοι αποτελούν τους σημαντικότερους Χ.Α.Δ.Α. που απαιτούν άμεση λήψη μέτρων για αποκατάσταση. Στην δεύτερη κατηγορία

κατατάσσονται οι υπόλοιποι Χ.Α.Δ.Α. του νησιού, οι οποίοι βρίσκονται στην γ' κατηγορία επικινδυνότητας δηλαδή είναι μικρότερου μεγέθους και μικρότερης επικινδυνότητας.

Εναλλακτικές λύσεις - σενάρια

Τα εναλλακτικά σενάρια αντιπροσωπεύουν διαφορετικές λύσεις του ίδιου προβλήματος και η αξιολόγηση τους αποτελεί το αντικείμενο της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης. Τα σενάρια τα οποία περιγράφονται και αξιολογούνται είναι:

Σ1: Φυτοεξυγίανση Χ.Α.Δ.Α

Σ2: Απλή κάλυψη Χ.Α.Δ.Α.

Σ3: Κάλυψη και ενεργειακή αξιοποίηση με φωτοβολταϊκά των Χ.Α.Δ.Α

Σ4: Εξόρυξη και μεταφορά όλου του υλικού κλάσματος σε Χ.Υ.Τ.Α.

Σ5: Εξόρυξη με ανάκτηση υλικών και μεταφορά του υπόλοιπου κλάσματος σε Χ.Υ.Τ.Α.

Κριτήρια αξιολόγησης

Τα κριτήρια αποτελούν το μέσο αξιολόγησης των σεναρίων, με το κάθε κριτήριο να αντιπροσωπεύεται από ένα συντελεστή βαρύτητας, άμεσο ή έμμεσο. Άμεσοι συντελεστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις περιπτώσεις παρουσίας μικρού αριθμού κριτηρίων. Ο έμμεσος συντελεστής βαρύτητας μπορεί να προσδιοριστεί με την ταξινόμηση των κριτηρίων κατά σειρά σπουδαιότητας, την απόδοση ενός συνολικού συντελεστή βαρύτητας ή ενός μέγιστου συντελεστή βαρύτητας. Στη συνέχεια μπορεί ο συντελεστής να προσδιοριστεί βάση του αθροίσματος όλων των συντελεστών ή βάση του μεγαλύτερου συντελεστή. Ουσιαστικά ο συντελεστής βαρύτητας παρουσιάζει την αξία και την προτίμηση του ενδιαφερόμενου φορέα για κάθε κριτήριο (Life.2005). Η γενική βαθμολόγηση των κριτηρίων δίνεται από τον πίνακα 3.24 ο οποίος στηρίζεται στην θεμελιώδη κλίμακα που αναπτύχθηκε το 1990 από τον Saaty T. (Πίνακας 3.24), ενώ στο διάγραμμα 3.17 παρουσιάζεται η ιεραρχική δομή του προβλήματος.

Η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεράρχησης στηρίζεται στην κατά ζεύγη σύγκριση των κριτηρίων και των υποκριτηρίων για την σύνθεση των προτιμήσεων και την ιεράρχηση κατά σειράς προτιμήσεων των εναλλακτικών σεναρίων. Τα κριτήρια που επιλέχθηκαν για αξιολόγηση (ποιοτικά και ποσοτικά) διαχωρίστηκαν σε 4 κατηγορίες :

Οικονομικά κριτήρια

K1: Κόστος διαχείρισης ανακυκλώσιμων υλικών

K2: Κόστους αποκατάστασης

K3: Κόστος μεταφροντίδας

K4: Χρήσεις γης

K5: Έσοδα από παραγόμενη ενέργεια

Περιβαλλοντικά κριτήρια

K6: Εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου

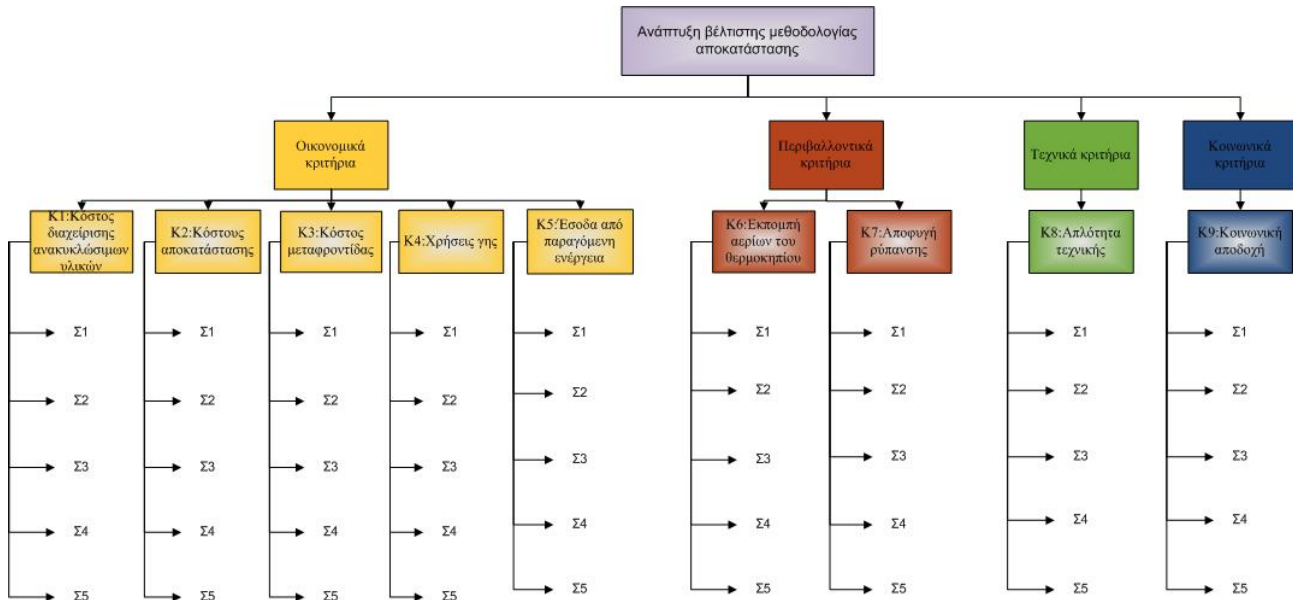
K7: Αποφυγή ρύπανσης

Τεχνικά κριτήρια

Κ8: Απλότητα τεχνικής

Κοινωνικά κριτήρια

Κ9: Κοινωνική αποδοχή



Διάγραμμα 3.17: Ιεραρχική δομή προβλήματος επιλογής μεθοδολογίας αποκατάστασης Χ.Α.Δ.Α. με την μέθοδο ΑHP

Πίνακας 3.24: Θεμελιώδης κλίμακα του Saaty T. (Saaty T., 1990)

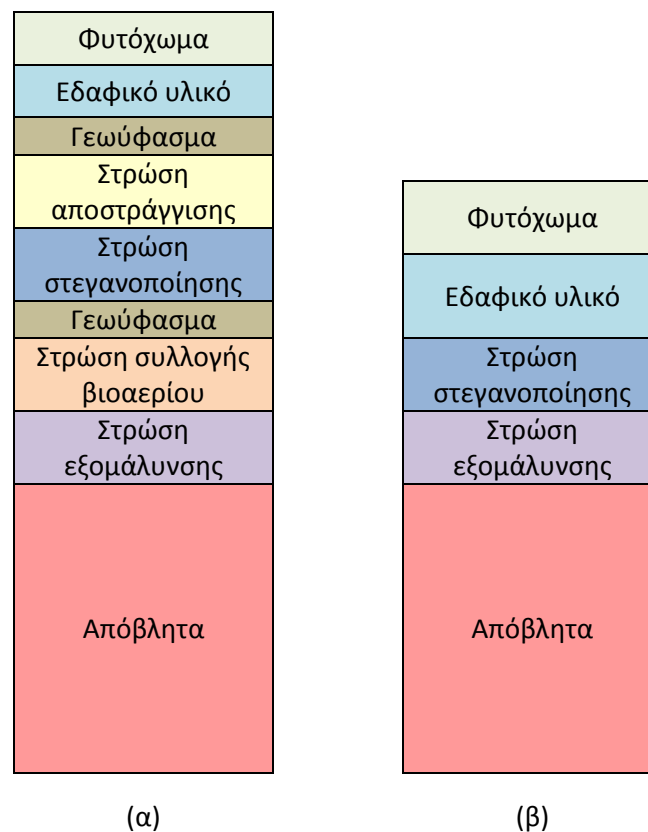
Τιμή	Ορισμός	Ερμηνεία
1	Ίσης προτίμησης	Τα δύο κριτήρια/σενάρια συνεισφέρουν εξίσου στον στόχο
3	Μέτριας ισχυρής προτίμησης	Το ένα κριτήριο/σενάριο είναι λίγο σημαντικότερο από το άλλο
5	Ισχυρής προτίμησης	Το ένα κριτήριο/σενάριο είναι αρκετά σημαντικότερο από το άλλο
7	Πολύ ισχυρής προτίμησης	Το ένα κριτήριο/σενάριο είναι πολύ σημαντικότερο από το άλλο
9	Πάρα πολύ ισχυρής προτίμησης	Το ένα κριτήριο/σενάριο είναι πάρα πολύ σημαντικότερο από το άλλο
2,4,6,8	Είναι ενδιάμεσες προτίμησης τιμές	Χρησιμοποιούνται για την έκφραση των ενδιάμεσων προτιμήσεων

Περιγραφή των σεναρίων και των κριτηρίων της πολύ – κριτηριακής ανάλυσης:

Το κόστος που απαιτείται για τις τεχνικές αποκατάστασης αποτελεί την βασικότερη παράμετρο για την επιλογή μιας μεθοδολογίας αποκατάστασης. Αναλυτικά περιγράφονται τα σεναρία και τα κόστη για τα κριτήρια ανάλυσης:

- *Απλή κάλυψη των Χ.Α.Δ.Α*

Το κόστος κάλυψης των Χ.Α.Δ.Α. εξαρτάται από τον βαθμό επικινδυνότητας καθώς και το μέγεθος των Χ.Α.Δ.Α.. Οι χώροι αυξημένης επικινδυνότητας όπως έχουν κατηγοριοποιηθεί (δηλαδή Κοτσιάτης, Βατί, Αγία Μαρινούδα) απαιτούν περισσότερες στρώσεις κάλυψης και υποδομές από τους χώρους μικρότερης επικινδυνότητας όπως απεικονίζεται στα διαγράμματα 3.18(α) και 3.18 (β). Οι χώροι αυξημένης επικινδυνότητας απαιτούν στρώση συλλογής βιοαερίου και στρώση αποστράγγισης (για συλλογή στραγγισμάτων) με γεωφάσμα να υπόκειται και να υπεκείται αυτής καθώς και υποδομών για απαγωγή των στραγγισμάτων και του βιοαερίου (βλέπε διάγραμμα 3.18 κολώνα (α)). Οι στρώσεις αυτές καθώς και οι υποδομές αντικαθίστανται με μια ζώνη στεγανοποίησης στις περιπτώσεις μικρής επικινδυνότητας (βλέπε διάγραμμα 3.18 κολώνα (β)) με αποτέλεσμα το κόστος να μειώνεται.



Διάγραμμα 3.18: Στρωματογραφική κολώνα τελικής κάλυψης (α) μεγάλης επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α. και (β) μικρής επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α.

Η διαμόρφωση του ανάγλυφου εν περιέχεται και στις δύο προαναφερθείσες κατηγορίες περιλαμβάνοντας την διεύθυνση και συμπίεση της μάζας των αποβλήτων ώστε να αποφευχθεί η έκθεση απορριμμάτων στον χώρο και την εξομάλυνση του απορριμματικού

ανάγλυφου με δημιουργία ενιαίων κλίσεων στον χώρο. Των αποβλήτων υπέρκειται μια στρώση εξομάλυνσης αποτελούμενη από τα ομοιογενή εδαφικά υλικά των σκαφών (πάχους 0.30 m). Την στρώση εξομάλυνσης στην πρώτη κατηγορία, ακολουθεί η στρώση συλλογής βιοαερίου η οποία καλύπτεται επιφανειακά από γεωφάσμα (ειδικού βάρους 300 gr/m²) ώστε να προφυλαχτεί από την στρώση στεγανοποίησης και τυχόν εμφράξεις τις οποίες θα επιφέρουν οι αργιλικό σχηματισμοί της (κόκκοι εδάφους μικρότεροι των 0,0039 mm). Την στρώση αυτή την ακολουθεί μια στρώση αποστράγγισης των όμβριων υδάτων (πάχους 0.50 m) τα οποία είναι υπεύθυνα για την παραγωγή στραγγισμάτων στους χώρους διάθεσης ενώ υπόκειται ενός δεύτερου γεωφάσματος του οποίου η ύπαρξη δεν είναι υποχρεωτική· στην δεύτερη κατηγορία οι στρώσεις αυτές απουσιάζουν. Κοινό των δύο περιπτώσεων είναι επίσης η τοποθέτηση εδαφικού υλικού πάχους 1m και φυτοχώματος ή χουμικών υλικών κατάλληλα για φύτευση πάχους (0.20 m).

Για τους μεγάλης επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α επιβάλλεται η συλλογή των στραγγισμάτων μέσω κίνησης λόγω της βαρύτητας ή μέσω άντλησης και μεταφορά τους σε δεξαμενή συλλογής, από σκυρόδεμα. το σκυρόδεμα πρέπει να επικαλύπτεται με εποξειδική ρητίνη είτε από HDPE ώστε να προστατεύεται από την διάβρωση που επιφέρουν τα στραγγίσματα.. Τα στραγγίσματα απομακρύνονται από τις τάφρους και μεταφέρονται με βυτιοφόρα είτε σε ΟΕΔΑ είτε διοχετεύονται στα αποχετευτικά δίκτυα. Επίσης απαιτείται διαχείριση του παραγόμενου στην στρώση βιοαερίου. Λαμβάνοντας υπόψη το ενεργειακό δυναμικό του Χ.Α.Δ.Α. το βιοαέριο μπορεί παθητικά να εκτονωθεί στην ατμόσφαιρα μέσω «παράθυρων εκτόνωσης» αφού πρώτα περάσει διαμέσου βιόφιλτρων· ουσιαστικά πρόκειται για κυκλικές οπές διάμετρου 2m και βάθους 1,6m οριοθετημένες με δακτυλίους προκατασκευασμένου σκυροδέματος πληρωμένα με αμμοχάλικο με ακτίνα επιρροής 25m². Το βιοαέριο επίσης μπορεί να υποστεί καύση σε πυρσό ή ενεργειακά να αξιοποιηθεί αφού συλλεχτεί και να μεταφερθεί από ένα δίκτυο στις κατάλληλες υποδομές.

Το κόστος υπολογίζεται βάση προσφοράς που δόθηκε στα δημοσία έργα και διαφόρων προμηθευτών που:

Διαμόρφωση του απορριμματικού ανάγλυφου και στρώση εξομάλυνσης: 1,02 €/m²

Στρώση συλλογής βιοαερίου: 16,66 €/m²

Αγορά και τοποθέτηση γεωφάσματος: 200€/ στρέμμα (macon,2014)

Προμήθεια και τοποθέτηση αργιλικού στρώματος για στεγανοποίηση: 20 €/m²

Δημιουργία στρώσης αποστράγγισης: 25€/m²

Προμήθεια και τοποθέτηση εδαφικού υλικού, φυτοχώματος ή χουμικού υλικού: 22-28€/m²

Περίφραξη του χώρου: 12 €/m (Τέλι περίφραξης ύψους 1,5 m και δικτύωση 2 ιντσών και στύλοι)

Συστήματα πυρασφάλειας: διάνοιξη αντιπυρικής ζώνης 5 κοστοποιήθηκε με το κόστος της ζώνης εξομάλυνσης.

Κόστος βιόφιλτρων: 45€/ m²

Κόστος γεωτρήσεων: 20€/ m σε περίπτωση αργιλικών υλικών με τις τιμές να ανεβαίνουν σε περιπτώσεις παρουσίας αμμώδης υλικό λόγω της χρήσης θωράκων κατά την γεώτρηση και όταν υπάρχει βραχώδεις αντί εδαφικό υλικό (εγχώριες εταιρίες).

Κόστος δεξαμενής: υπολογίστηκε για μια δεξαμενή χωρητικότητας 50m³ σκυροδέματος C30 με οπλισμό στις 3,500 € (εγχώριες εταιρίες).

Κόστος φύτευσης και άρδευσης: το κόστος είναι ανάλογο του είδους της φύτευσης με τον χλοοτάπητα και το *phyla filiformis* (μελισσόχορτο) να εκτιμάται στα 1,800 €/στρέμμα και του μικρούς θάμνους στο 1,5 €/ ανά τεμάχιο (Κυβερνητικό φυτώριο, 2014). Η φύτευση επιβάλλεται στους χώρους αυξημένης επικινδυνότητας αν δεν έρχονται σε αντίθεση με την χρήση του χώρου (πχ φωτοβολταϊκά) ενώ οι κατηγορίες γ' και δ' επικινδυνότητας αφήνονται στον φυσικό εποικισμό. Για την άρδευση μικρών χώρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί το δίκτυο της περιοχής (αν υπάρχει), νερό από γεωτρήσεις (κόστος δημιουργίας εκτιμάται περί τα 10,000 €) ή ανακυκλώσιμο νερό. Λόγω της απομόνωσης των περισσότερων Χ.Α.Δ.Α. από το δίκτυο της περιοχής υπολογίζεται το κόστος του σεναρίου διάνοιξης γεωτρήσεις, το κόστος μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την μεταφορά ανακυκλωμένου νερού από βυτιοφόρα

Βάση των τιμοκαταλόγων αυτών το κόστος προκύπτει από το άθροισμα του κόστους διαχείρισης των στραγγισμάτων και του βιοαερίου, της φύτευσης, της άρδευσης καθώς και των έργων διαμόρφωσης.

Κόστος εργάτη: 15 €/h

Για τις περιπτώσεις μικρής επικινδυνότητας ως εμβαδό χρησιμοποιούνται τα παραδειγματικά τα 5 στρέμματα με τον μεγαλύτερο αριθμό των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης να έχουν εμβαδό μικρότερο αυτού.

- *Κάλυψης του χώρου με φωτοβολταϊκά στοιχεία και κόστος*

Κατά την χρήση αυτή ο χώρος καλύπτεται όπως στην περίπτωση της φύτευσης με την διαφορά όμως ότι απουσιάζει ο ορίζοντας του φυτοχώματος και τα φυτά με αποτέλεσμα την απουσία την απουσία του κόστους φύτευσης, άρδευσης (γεώτρηση) και δημιουργίας του στρώματος από φυτόχωμα. Για τους υπολογισμούς θεωρήθηκε ότι καλύπτεται με φωτοβολταϊκά πάνελ το 50% του χώρου με εκτιμώμενη κατά τον Tselepis το 2005, ισχύ ανά επιφάνεια στα 125W/m², το κόστος σύνδεσης εκτιμήθηκε στα 6,200€/kW και ότι το έργο επιδοτήθηκε όπως ορίζεται από την κυπριακή νομοθεσία (0,138€/kWh για τα πρώτα 10 έτη με δικαίωμα αναθεώρησης ±10% για τα επόμενα 10 έτη για εμπορικά φωτοβολταϊκά συστήματα μεταξύ 20 και 150, ενωμένα με το δίκτυο δυναμικότητας kW).

Το κόστος εγκατάστασης υπολογίστηκε βάση του αθροίσματος του κόστους της διαχείρισης βιοαερίου και στραγγισμάτων, της κάλυψης του χώρου και της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών

Για τις περιπτώσεις μικρής επικινδυνότητας ως εμβαδό χρησιμοποιείται παραδειγματικά τα 5 στρέμματα με τον μεγαλύτερο αριθμό των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης να έχουν εμβαδό μικρότερο αυτού.

- *Φυτοεξυγίανση και κόστος αποκατάστασης*

Για την τεχνική της φυτοεξυγίαση απαιτείται διαμόρφωση του ανάγλυφου με διευθέτηση και συμπίεση της μάζας των αποβλήτων ώστε να αποφευχθεί η έκθεση απορριμμάτων στον χώρο και την εξομάλυνση του απορριμματικού ανάγλυφου με δημιουργία ενιαίων κλίσεων στον χώρο και περίφραξη. Των αποβλήτων υπέρκειται μια στρώση εξομάλυνσης με εδαφικό υλικό και φυτόχωμα. Το κόστος της μεθόδου αυτής είναι ανάλογο με το είδος των φυτών και της συχνότητας καλλιέργειας του χώρου και της επεξεργασίας τους. Η απουσία μονάδων θερμικής επεξεργασίας επιτρέπει μόνο την φύτευση μεγάλων δέντρων στο χώρο που περιορίζει την απορρύπανση όλων των στοιχείων του χώρου λόγω απουσίας συστηματικής φύτευσης και καλλιέργειας διαφόρων υπερσυσσωρευτών.

- *Εξόρυξης του Χ.Α.Δ.Α και κόστος αποκατάστασης*

Το κόστος της μεθοδολογίας της εξόρυξης περιλαμβάνει την εξόρυξη των υλικών, την φορτοεκφόρτωση τους σε φορτηγά και μεταφορά τους σε Χ.Υ.Τ.Α. την μετέπειτα εξομάλυνση του αναγλύφου του χώρου, με προϋπόθεση οι Χ.Υ.Τ.Α. να δεχθούν τα εξορυχθέντα υλικά. Για τον υπολογισμό του κόστους θεωρήθηκε ότι φορτηγά 35t φορτοεκφορτώνονται ανα μία ώρα στους Χ.Υ.Τ.Α., με κόστος πύλης 25€/t με ημερήσιο κόστος μεταφοράς 500€. Κόστος εσκαφέα: 19 €/h, κόστος οδηγού 19 €/h κόστος εσκαφής 1,11 €/m², κόστος απομάκρυνσης υλικού 1,13€/m².

Ανά εργάσιμη μέρα υπολογίζεται ότι εκφορτώνονται ανά φορτηγό 280 t με κόστος 8,060€

- *Εξόρυξη, ανάκτηση υλικών και κόστος αποκατάστασης Χ.Α.Δ.Α και κόστος διαχείρισης ανακυκλώσιμων υλικών*

Κατά το σενάριο αυτό, από τον εξορυχθέντα όγκο ανακτώνται διάφορα υλικά για ανακύκλωση. Ως ανακτώμενα υλικά θεωρούνται αυτά με σύσταση σίδηρου και αλουμινίου καθώς τα πλαστικά και το γυαλί δεν παρουσιάζουν την απαραίτητη ποιότητα ώστε να προβούν σε ανακύκλωση (USEPA, 1997c). Κατά την μεθοδολογία αυτή παραμένουν ίδια με την απλή εξόρυξη το κόστος φορτοεκφόρτισης, εσκαφής, διαμόρφωσης του ανάγλυφου καθώς κάτι του τέλους των Χ.Υ.Τ.Α. Το κόστος μειώνεται όσο αφορά τον όγκο που καταλήγει για ταφή καθώς αφαιρείται από τον συνολικό όγκο του Χ.Α.Δ.Α. ο όγκος των ανακτημένων υλικών καθώς και ο εδαφικός όγκος που κάλυπτε τις στρώσεις των αποβλήτων. Επιπλέον καταβάλλεται μεγαλύτερο κόστος για τον διαχωρισμό και καθαρισμό των ανακυκλώσιμων υλικών ώστε να γίνουν αποδεκτά στις μονάδες επεξεργασίας της ανακύκλωσης. Χαρακτηριστικά, η Κίνα η οποία αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες αγορές ανακυκλώσιμων υλικών με συλλογή του 70% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικών και πλαστικών αποβλήτων, επέβαλε τέλη του 2013 την Green fence operation ώστε τα ανακυκλώσιμα υλικά που εισάγει να μην ξεπερνούν το 1,5% σε ξένες προσμίξεις, ώστε να ανακυκλώνει μόνο «ποιοτικά» απόβλητα. Είδη για τους πρώτους 3 μήνες λειτουργίας της νομοθεσίας αυτής επεστράφησαν περισσότερο από 800 000 τόνοι ανακυκλώσιμων υλικών. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός καθώς και οι κατάλληλες υποδομές για τον διαχωρισμό των ανακυκλώσιμων υλικών από τον απορριμματικό όγκο (Hogand et al., 2004) δεν υφίσταται στην Κύπρο, αποτέλεσμα αυτού τυχόν ανάκτηση υλικών δεν θα επιφέρει οικονομικά οφέλη αλλά οικονομικό κόστος, αφού οι ανακυκλωτές θα πρέπει να χρηματοδοτούνται για την λήψη, καθαρισμό και ανακύκλωση των υλικών. Αξιοσημείωτο είναι παρουσία οξειδώσεως των

μεταλλικών υλικών λόγω της μακροχρόνιας παραμονής τους στους Χ.Α.Δ.Α. και σε συνθήκες διάβρωσης, η οποία υποβαθμίζει την ποιότητα τους καθώς οι σύγχρονοι νόμοι και οι ρακοσυλλέκτες μείωσαν σε σημαντικό βαθμό της ύπαρξη «ελεύθερων» μεταλλικών υλικών στους χώρους τελικής διάθεσης.

- *Κόστος μεταφροντίδας*

Το κόστος αυτό περιλαμβάνει το κόστος φροντίδας του αποκατασταθέντος χώρου, τον έλεγχο για καθιζήσεις, αστοχίες πρανών καθώς και συντήρηση ζημιών στις υποδομές, αναλύσεις των υδάτων, συντήρηση των βιόφιλτρων, διατήρηση και άρδευση των δυτών. Σύμφωνα με την οδηγία πλαίσιο 1999/31/ΕΚ η περίοδος μεταφροντίδας ενός χώρου διάθεσης θεωρείται 30 έτη και το κόστος μεταφροντίδας είναι ανάλογο της τεχνικής αποκατάστασης του εδάφους. Στην περίπτωση της φυτοεξυγίανσης και της κάλυψης επιβάλλεται ποιοτικός έλεγχος των υπόγειων υδάτων από 2 τουλάχιστο γεωτρήσεις (οι οποίες μπορούν να προϋπάρχουν) κοντά στον Χ.Α.Δ.Α. 2 φορές ετησίως – οι γεωτρήσεις πρέπει να βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία, ανάντη και κατόντη της υδραυλικής κλίσης του Χ.Α.Δ.Α.. Σύμφωνα με το The Kansas department of health and environment το κόστος για τις αναλύσεις των δύο αυτών σημείων ανέρχεται στα 320€ ετησίως. Ο χώρος πρέπει να ελέγχεται για αστοχίες και για γεωπονικές συντηρήσεις (λίπασμα, κλάδεμα κλπ) ανα τρίμηνο καθώς και να αρδεύεται συχνά.

- *Εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου*

Στις περιπτώσεις αποκατάστασης των Χ.Α.Δ.Α. με απλή κάλυψη, κάλυψη με φωτοβολταϊκά και φυτοεξυγίανσης, η παραγωγή και εκπομπή αερίων στην ατμόσφαιρα συνεχίζεται και μετά την αποκατάσταση των χώρων αυτών, συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα βιόφιλτρα τα οποία χρησιμοποιούνται για το φιλτράρισμα των αερίων εμφανίζουν μεγάλο εύρος δαπόδοσης, 40-90% (Nikiema et al., 2005) με αποτέλεσμα η εκπομπή αερίων να συνεχίζει αν και σε μικρότερο βαθμό. Η εκπομπή μπορεί να μειωθεί αν το βιοαέριο συλλεχθεί και αξιοποιηθεί σε πυρσούς καύσης επιφέροντας έτσι και οικονομικά, ενεργειακά οφέλη. Αντίθετα στις περιπτώσεις της αποκατάστασης των χώρων με εξόρυξη και εξόρυξη με ανάκτηση υλικών η παραγωγή αερίων σταματά (στις εν λόγω περιοχές αφού συνεχίζει στους χυτά στους οποίους τα υλικά μεταφέρονται).

- *Έσοδα από παραγόμενη ενέργεια*

Ενεργειακά οφέλη μπορούν να παρουσιαστούν από την διαχείριση βιοαερίου και καθώς και την κάλυψη του χώρου του Χ.Α.Δ.Α με φωτοβολταϊκά συστήματα. Από τα διαχειριστικά σενάρια που παρουσιάστηκαν ενεργειακή αξιοποίηση υπολογίζεται μόνο στην περίπτωση κάλυψης με φωτοβολταϊκά. Σύμφωνα με τον οδηγό ενεργειακών επενδύσεων της Κυπριακή Δημοκρατίας για τα φωτοβολταϊκά συστήματα η τιμή πώλησης της ενέργειας ανέρχεται στα 0,34 € ανά kWh με την μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά επιφάνεια στα 125W/m² κατά τον Tselepis.

- *Χρήσεις γης*

Το κριτήριο αυτό εκφράζει τις επιλογές αξιοποίησης της Γής μετά την αποκατάσταση του χώρου διάθεσης των αποβλήτων. Στην περίπτωση της εξόρυξης (με ή χωρίς ανάκτησης

υλικών) δίνονται περισσότερες επιλογές για αξιοποίηση της γης σε αντίθεση με την απλή κάλυψη η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πάρκα, γήπεδα και γενικά απλές τεχνικές υποδομές, την περίπτωση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών η οποία μετά τα 20 έτη αν δεν γίνει άλλη εγκατάσταση ο χώρος θα είναι κατάλληλος για χρήση όπως της απλής κάλυψης, και τέλος στην περίπτωση της φυτοεξυγίανσης ο χώρος θα χρησιμοποιείται επ' άοριστο για συστηματική καλλιέργεια φυτών.

- *Αποφυγή ρύπανσης*

Το ποιοτικό αυτό κριτήριο αναφέρεται στην αποτελεσματικότητα κάθε μεθόδου αποκατάστασης στην αντιμετώπιση της ρύπανσης που προκαλείται από τον Χ.Α.Δ.Α.. Μέγιστες αποδόσεις παρουσιάζονται στις μεθοδολογίες εξόρυξης έναντι των περιπτώσεων απλής κάλυψης και φυτοεξυγίανσης. Χαρακτηριστικά στις τεχνικές εξόρυξης η πηγή της ρύπανσης αφαιρείται ενώ στις περιπτώσεις κάλυψης συνεχίζουν να παράγονται στραγγίσματα και βιοαέριο των οποίων ο όγκος δεν μπορεί να συλλέγεται ολοκληρωτικά από τις εγκαταστάσεις. Τέλος στην περίπτωση της φυτοεξυγίανσης τα πυργωμένα στραγγίσματα και το βιοαέριο αφήνονται στις φυσικές ικανότητες των φυτών για συλλογή τους.

- *Απλότητα τεχνικής*

Πρόκειται για ακόμη ένα ποιοτικό κριτήριο όπου η μεγαλύτερη τιμή δόθηκε στην περίπτωση αποκατάστασης με φυτοεξυγίανση ακολούθως στην περίπτωση απλής κάλυψης, κάλυψης με φωτοβολταϊκά, αποκατάστασης με εξόρυξη και εν τέλη εξόρυξη με ανάκτηση υλικών. Αυτό οφείλεται στον κίνδυνο κατά την μέθοδο εξόρυξης για ατυχήματα, ασφυξία και εκρήξεις, δυσκολία στην εύρεση κέντρων ανακύκλωσης για τα χαμηλής ποιότητας αναχθέντα υλικά, καθώς και την δυσκολία εύρεσης Χ.Υ.Τ.Α. στους οποίους θα γίνουν δεκτά τα εξορυχθέντα υλικά

- *Κοινωνική αποδοχή*

Το κριτήριο αυτό εκφράζει την αποδοχή της μεθοδολογίας αυτής από την κοινωνία, η οποία μπορεί να ασκήσει σημαντικές πιέσεις μέσω αντιδράσεων οι οποίες οφείλονται σε οχλήσεις από τις εφαρμόσιμες τεχνικές.

4

Αποτελέσματα

Η μέθοδος ανάλυσης της Αναλυτικής Ιεράρχησης αναπτύχθηκε στην demo έκδοση του λογισμικού MakeItRational (<http://.makeitrational.com/>), το οποίο αναλύεται περεταίρω στο Παράρτημα II. Η ανάλυση της μεθόδου αναλύθηκε σε τέσσερα διαδοχικά στάδια:

- 1 Καθορισμός των εναλλακτικών σεναρίων (όπως αυτά παρουσιάστηκαν και αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 2)
- 2 Καθορισμός των κριτηρίων και των υποκριτηρίων (όπως αυτά παρουσιάστηκαν και αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 2)
- 3 Βαθμολόγηση των κριτηρίων και των υποκριτηρίων μέσω των συντελεστών βαρύτητας.
- 4 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων

εκ των οποίων τα στάδια 1,2,3 καθορίστηκαν από τον χρήστη ενώ το στάδιο 4 προέκυψε από την ανάλυση των προηγούμενων σταδίων από το λογισμικό.

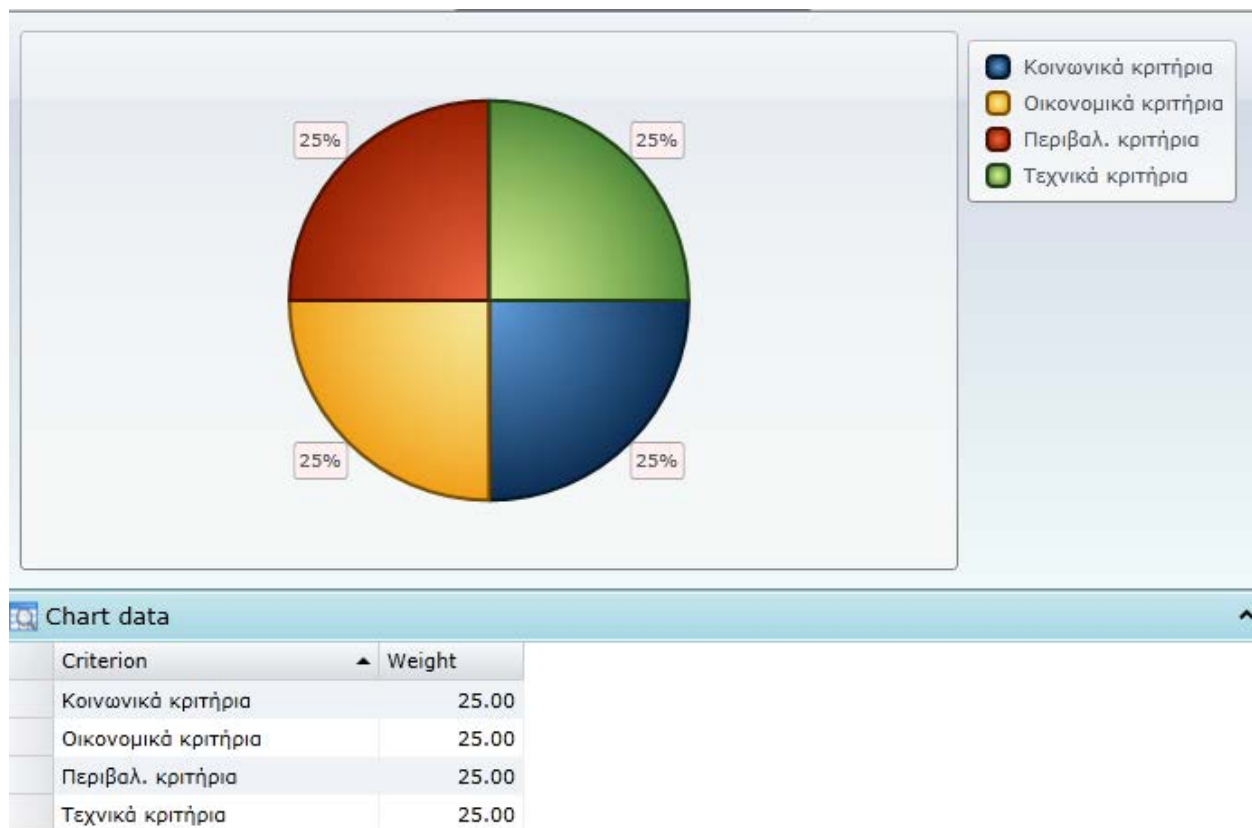
Βάση των σεναρίων και των κριτηρίων που περιγράφηκαν για το υπό εξέταση πρόβλημα δομήθηκε ο πίνακας 4.1. Ο πίνακας αυτός περιγράφει τις αποδόσεις κάθε εναλλακτικού σεναρίου ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης, μέσω καθορισμού του βαθμού προτίμησης των κριτηρίων στην λήψη της βέλτιστης λύσης. Η βαθμολόγηση του πίνακα αυτού έγινε βάση της αριθμητικής κλίμακας 1 έως 9 σύμφωνα με την οποία, ως βέλτιστη επιλογή αντιστοιχεί ο αριθμός 9 και ως χειρότερη επιλογή ο αριθμός 1. Η ανάλυση ευαισθησίας πραγματοποιήθηκε με μεταβολή της βαρύτητας αυτών των κριτηρίων αξιολόγησης και επέδειξε ότι μικρές αλλαγές στην βαθμολόγηση τους, επηρεάζει την τελική απόφαση για καθορισμό της βέλτιστης λύσης.

Πίνακας 4.1: Βαθμολόγηση κριτηρίων και υποκριτηρίων αξιολόγησης κατά την μέθοδο πολύ-κριτηριακής ανάλυσης, AHP

Βέλτιστη μεθοδολογία αποκατάστασης Χ.Α.Δ.Α.							
Κριτήρια	Βαθμολόγηση	Υποκριτήρια	Βαθμολόγηση ανα εναλλακτικό σενάριο				
			Σ1	Σ2	Σ3	Σ4	Σ5
Οικονομικά κριτήρια	9	K1 Κόστος διαχείρισης ανακυκλώσιμων υλικών	9	9	9	9	1
		K2 Κόστους αποκατάστασης	9	7	5	2	1
		K3 Κόστος μεταφροντίδας	8	5	6	1	1
		K4 Χρήσεις γης	1	2	3	9	9
		K5 Έσοδα από παραγόμενη ενέργεια	9	9	1	9	9
Περιβαλλοντικά κριτήρια	9	K6 Εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου	3	6	6	9	9
		K7 Αποφυγή ρύπανσης	3	5	5	9	9
Τεχνικά Κριτήρια	7	K8 Απλότητα τεχνικής	9	7	6	1	1
Κοινωνικά κριτήρια	5	K9 Κοινωνική αποδοχή	8	7	5	6	6

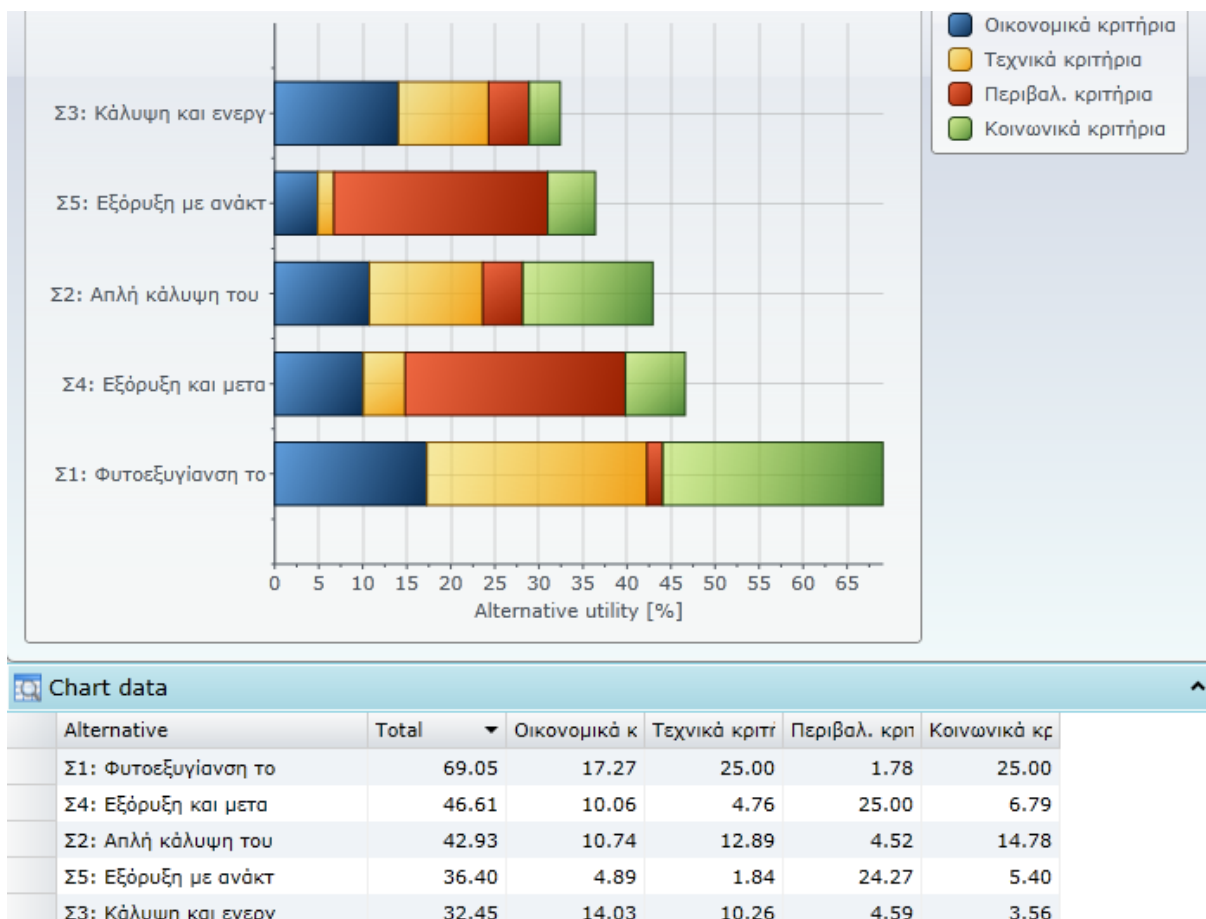
Εφαρμογή μεθόδου με ισοβαρή κριτήρια

Για την προεπισκόπηση της λύσης του προβλήματος κρίθηκε αναγκαία η εφαρμογή του λογισμικού με ίση βαθμολόγηση (βαρύτητα) των Οικονομικών, Κοινωνικών Περιβαλλοντικών και Τεχνικών κριτηρίων, ενώ η βαθμολόγηση των υποκριτηρίων έγινε βάση του πίνακα 4.1.



Διάγραμμα 4.1: Τση βαρύτητα βασικών κριτηρίων για την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων

Η εφαρμογή της AHP μέσω του λογισμικού κατέδειξε ότι βάση των κριτηρίων και των υποκριτηρίων το σενάριο της Φυτοεξυγίανσης (Σ1) παρουσιάζει την μεγαλύτερη χρησιμότητα με ποσοστό 69,05% αφού αναλυτικά ικανοποιεί τα Οικονομικά, Τεχνικά, Περιβαλλοντικά, και Κοινωνικά κριτήρια κατά 17,27 %, 25,00%, 1,78% και 25,00% αντίστοιχα. Ενώ ακολουθείται από τα εναλλακτικά σενάρια της Απλής Εξόρυξης, Απλής Κάλυψης, Εξόρυξης με ανάκτηση υλικών και τέλος της Κάλυψης με φωτοβολταϊκά με συνολικά ποσοστά, 46,6% , 42,93% , 36,40% και 32,45% αντιστοίχως. Το γεγονός της εμφάνισης της Φυτοεξυγίανσης στην πρώτη θέση επιλογής, οφείλεται στην υπεροχή των επιδόσεων των περισσότερων κριτηρίων αξιολόγησης της, έναντι των αντίστοιχων επιδόσεων των εναλλακτικών σεναρίων. Ειδικότερα η Φυτοεξυγίανση παρουσίασε καλύτερες επιδόσεις στο κόστος αποκατάστασης και την απλότητα της τεχνικής (Διάγραμμα 4.2)

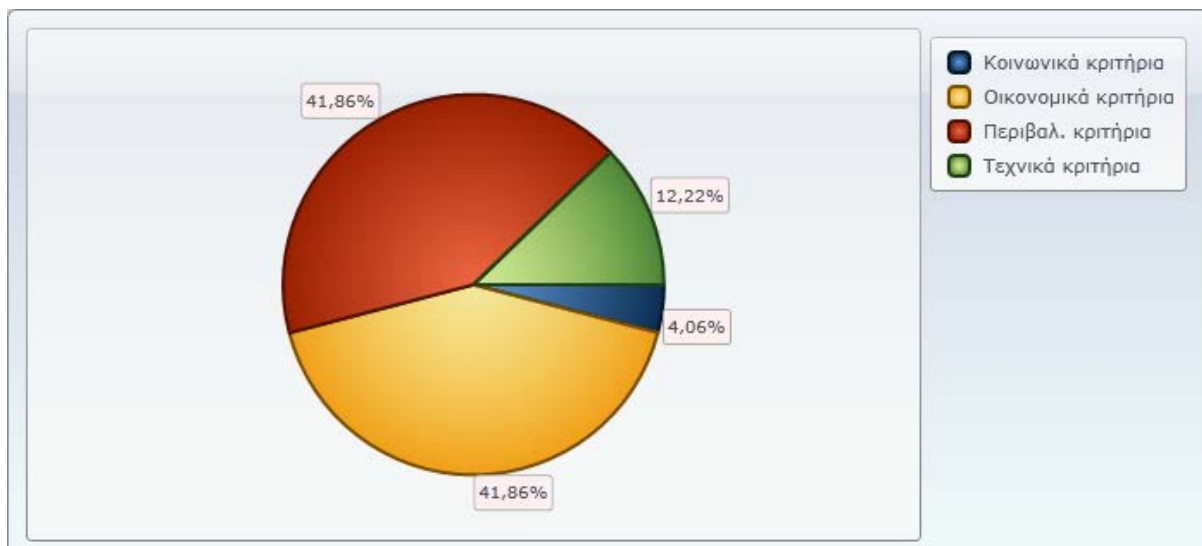


Διάγραμμα 4.2: Ραβδοδιάγραμμα ιεράρχησης εναλλακτικών σεναρίων με ισοβαρή βασικά κριτήρια

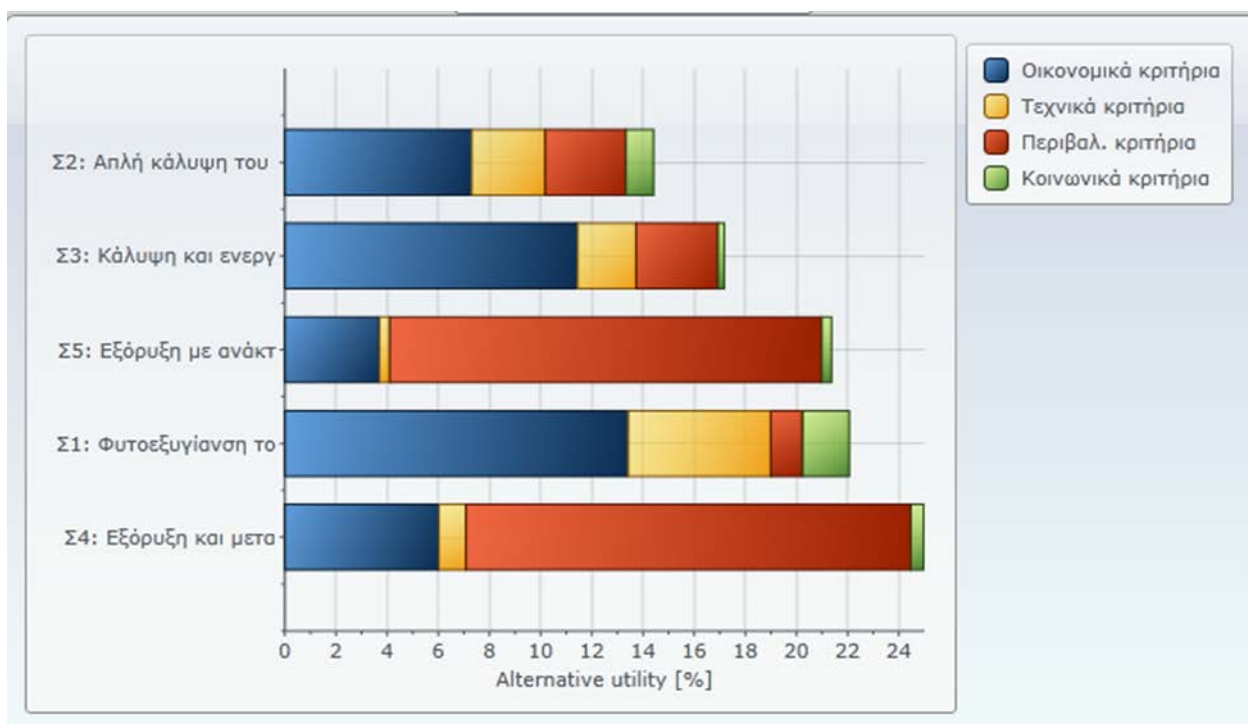
Εφαρμογή μεθόδου με εκτιμώμενη βαρύτητα – Επιλογή Βέλτιστου σεναρίου

Βάση της εκτιμώμενης βαθμολογίας των κριτηρίων δίνεται η ίδια βαρύτητα στα οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια (41,86%), ενώ χαμηλότερη βαρύτητα παρουσιάζουν τα κοινωνικά (4,06%) και τα τεχνικά (12,22%) κριτήρια.

Στην περίπτωση αυτή το σενάριο της απλής εξόρυξης και μεταφοράς του υλικού σε Χ.Υ.Τ.Α(Σ4) συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό ικανοποίησης των κριτηρίων και των υποκριτηρίων αξιολόγησης. Στην δεύτερη θέση κατατάσσεται το σενάριο της Φυτοεξυγίανσης (Σ1) και στην τρίτη θέση η εξόρυξη με ανάκτηση υλικών (Σ5), ενώ ακολουθεί το σενάριο της κάλυψης του χώρου με φωτοβολταϊκά (Σ3) και τέλος της απλής κάλυψης του Χ.Α.Δ.Α.(Σ2). Η ιεράρχηση των σεναρίων παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4.4, όπου παρουσιάζεται η συνολική βαθμολογία την οποία καταλαμβάνει το εκάστοτε σενάριο ανά βασικό κριτήριο.



Διάγραμμα 4.3: Βαρύτητα βασικών κριτηρίων για την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων



Διάγραμμα 4.4: Ιεράρχησης εναλλακτικών σεναρίων

Μέσω της εφαρμογής Ideal mode of synthesis του λογισμικού MakeItRational προκύπτει το διάγραμμα 4.5, μέσω του οποίου καταδεικνύεται ως βέλτιστη λύση μεθοδολογίας η εξόρυξη και μεταφορά του υλικού σε Χ.Υ.Τ.Α. με ποσοστό 62,13 %. Ακολουθούν τα σενάρια Σ5, Σ1,Σ3,Σ2 με ποσοστά 50,6 %, 48,18%, 36,78% και 34,26% αντίστοιχα (Διάγραμμα 4.5).

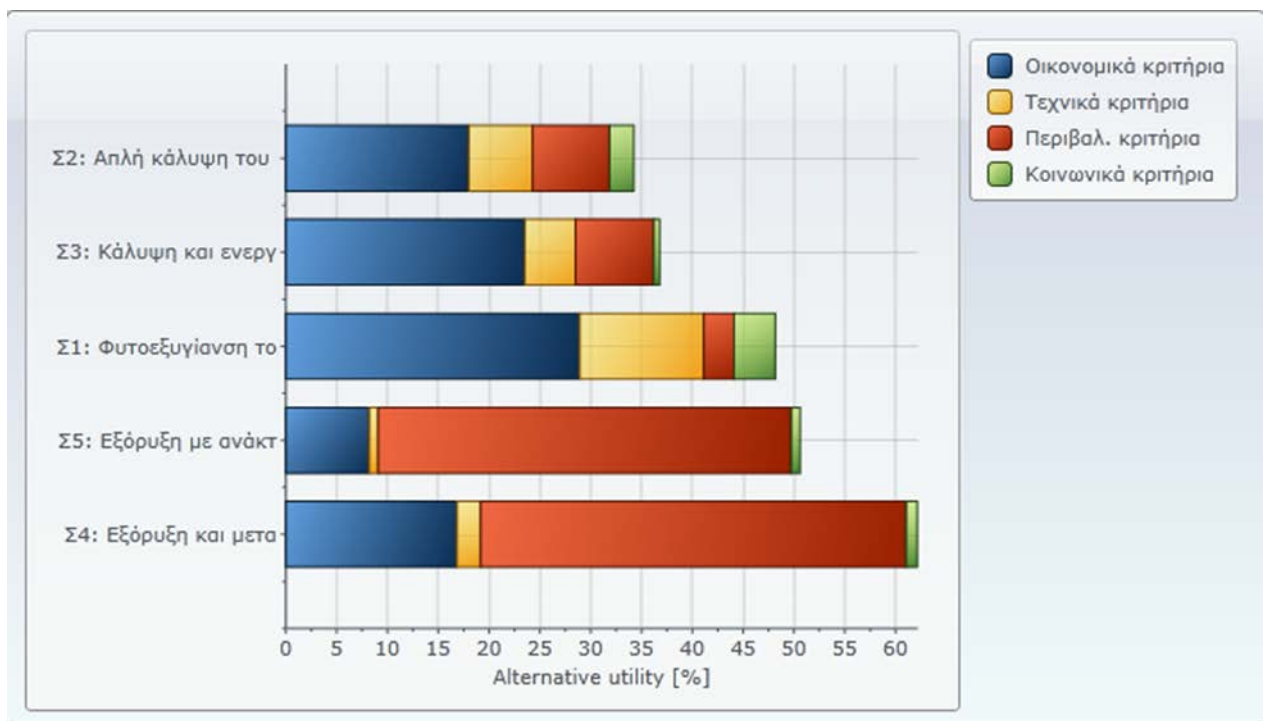
Αναλυτικά, στην πρώτη θέση επιλογής η εξόρυξη με μεταφορά όλου του υλικού κλάσματος σε Χ.Υ.Τ.Α. ικανοποιεί τα υποκριτήρια των οικονομικών, κοινωνικών, τεχνικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων κατά 16,84%, 2,33%, 1,1% και 41,86% αντίστοιχα.

Στην δεύτερη θέση εμφανίζεται το σενάριο της εξόρυξης με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών και μεταφορά του υπόλοιπου κλάσματος σε Χ.Υ.Τ.Α. το σενάριο αυτό ικανοποιεί τα κριτήρια των οικονομικών, κοινωνικών, τεχνικών, περιβαλλοντικών παραγόντων κατά, 8,19%, 0,9%, 0,88% και 40,63% αντίστοιχα.

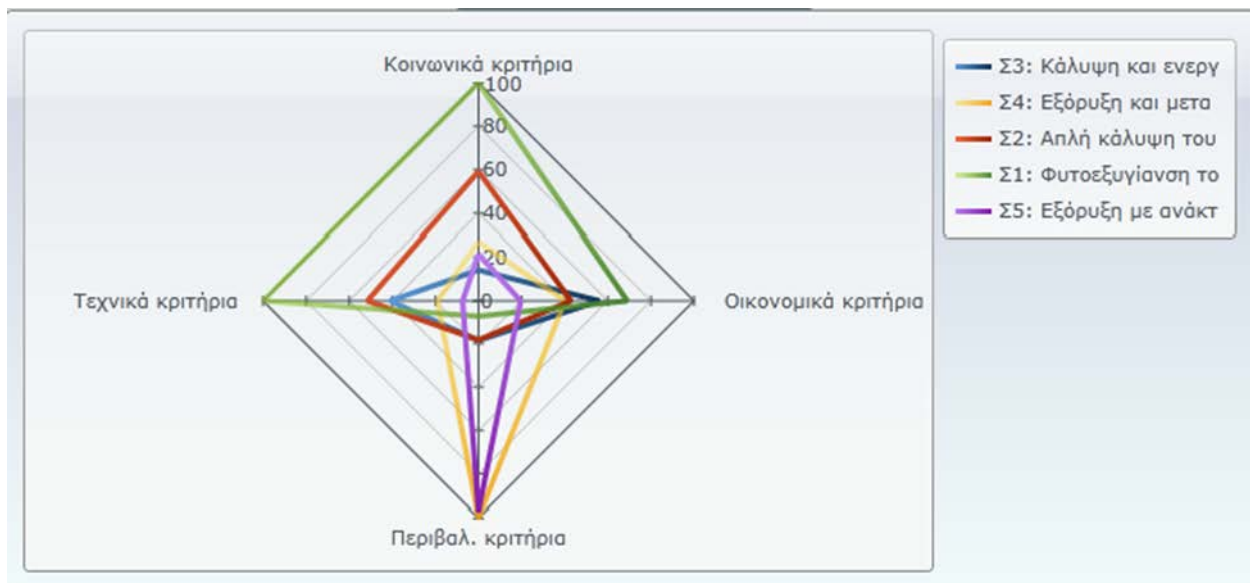
Παραπλήσιο συνολικό αποτέλεσμα με την δεύτερη θέση παρουσιάζει η τρίτη θέση, όπου η Φυτοεξυγίανση ικανοποιεί τα υποκριτήρια των οικονομικών, κοινωνικών, τεχνικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων κατά 28,91%, 12,22%, 2,98% και 4,06% αντίστοιχα.

Στην τέταρτη θέση κατατάσσεται η κάλυψη και η ενεργειακή αξιοποίηση του με φωτοβολταϊκά συστήματα με το σενάριο αυτό ικανοποιεί τα κριτήρια των οικονομικών, κοινωνικών, τεχνικών, περιβαλλοντικών παραγόντων κατά, 23,49%, 5,02%, 0,58% και 7,69% αντίστοιχα. Ενώ τελευταίο στην κατάταξη εμφανίζεται το σενάριο της απλής κάλυψης του χώρου, με ποσοστά ικανοποίησης των οικονομικών, κοινωνικών, τεχνικών, περιβαλλοντικών κριτηρίων κατά, 17,98%, 6,3%, 2,4% και 7,57% αντίστοιχα.

Η σύγκριση των αξιολογούμενων εναλλακτικών σεναρίων σε σχέση με τα βασικά κριτήρια παρατίθεται στο διάγραμμα 4.6. Το αραχνοειδούς μορφής διάγραμμα παρουσιάζει την συνολική βαθμολογία που καταλαμβάνουν οι εναλλακτικές μεθοδολογίες αποκατάστασης ανά κύρια κατηγορία κριτηρίων.



Διάγραμμα 4.5: Σειρά κατάταξης εναλλακτικών σεναρίων μεθοδολογίας αποκατάστασης για την βέλτιστη επιλογή σεναρίου

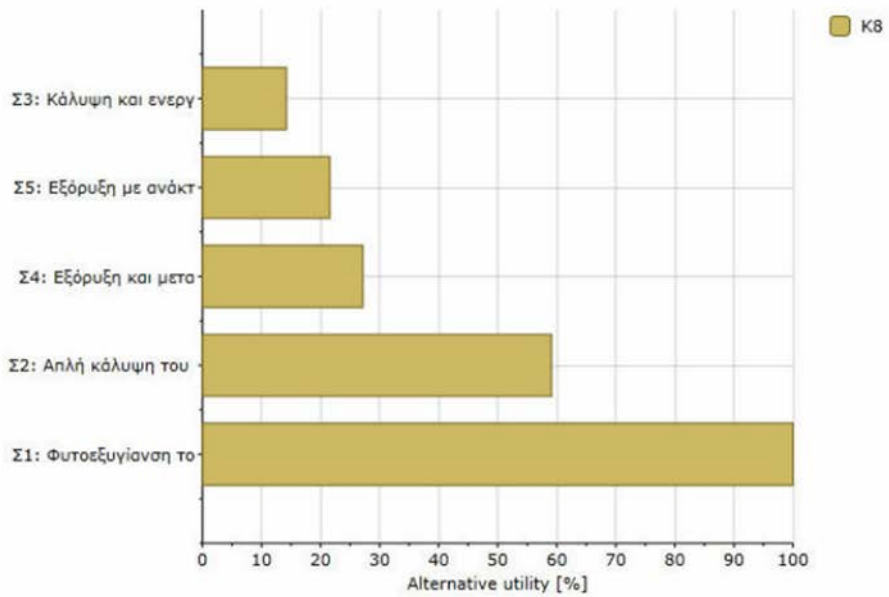
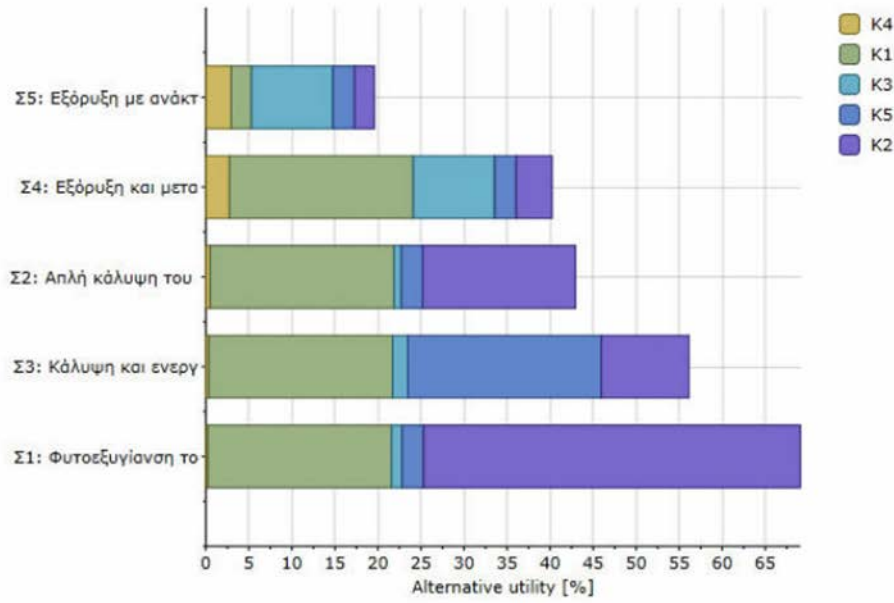


Διάγραμμα 4.6: Σύγκριση εναλλακτικού σεναρίου ανά κίνητρο

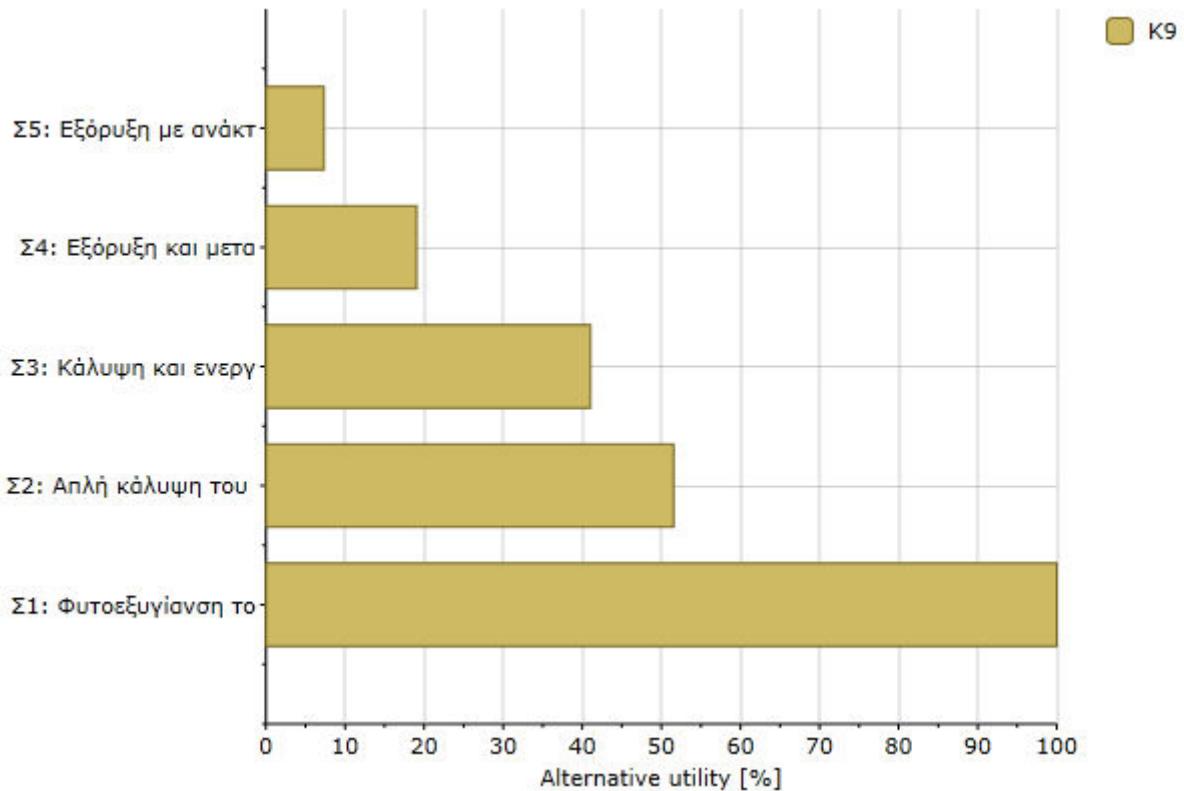
Συμπεράσματα της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης.

Η διεξαγωγή της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης είχε ως στόχο της αξιολόγηση των πέντε διαχειριστικών σχεδίων αποκατάστασης των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων. Συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν τρία διαχειριστικά σχέδια κάλυψης (Φυτοεξυγίανση, απλή κάλυψη και κάλυψη με φωτοβολταϊκά) καθώς και δύο σχέδια εξόρυξης (με ή χωρίς ανάκτηση υλικών).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης ως οικονομικά βιωσιμότερη μεθοδολογία αποκατάστασης θεωρείται η Φυτοεξυγίανση. Αναφορικά με τα οικονομικά κριτήρια η μεθοδολογία αυτή υπερτερεί έναντι των υπολοίπων μεθοδολογιών αφού παρουσιάζει το μικρότερο κόστος αποκατάστασης. Το κόστος αυτό οφείλεται στην κάλυψη – διαμόρφωση του ανάγλυφου καθώς και στην δεντροφύτευση του χωρίς να εφαρμόζεται οποιοδήποτε άλλο σύστημα διαχείρισης, στοιχεία που την κατατάσσουν πρώτη και βάση των τεχνικών κριτηρίων. Η μέθοδος αυτή κατατάσσεται και ως κοινωνικά πιο αποδεκτή λόγω των γενικών αντιδράσεων της κοινωνίας (συνήθως) για τις οχλήσεις των μεθοδολογιών εξόρυξης και κάλυψης με φωτοβολταϊκά σε αντίθεση με την θετική εντύπωση που δίνει η άμεση ανάπτυξη πάρκων και δασών κατά τις μεθοδολογίες της φυτοεξυγίανσης και της απλής κάλυψης.

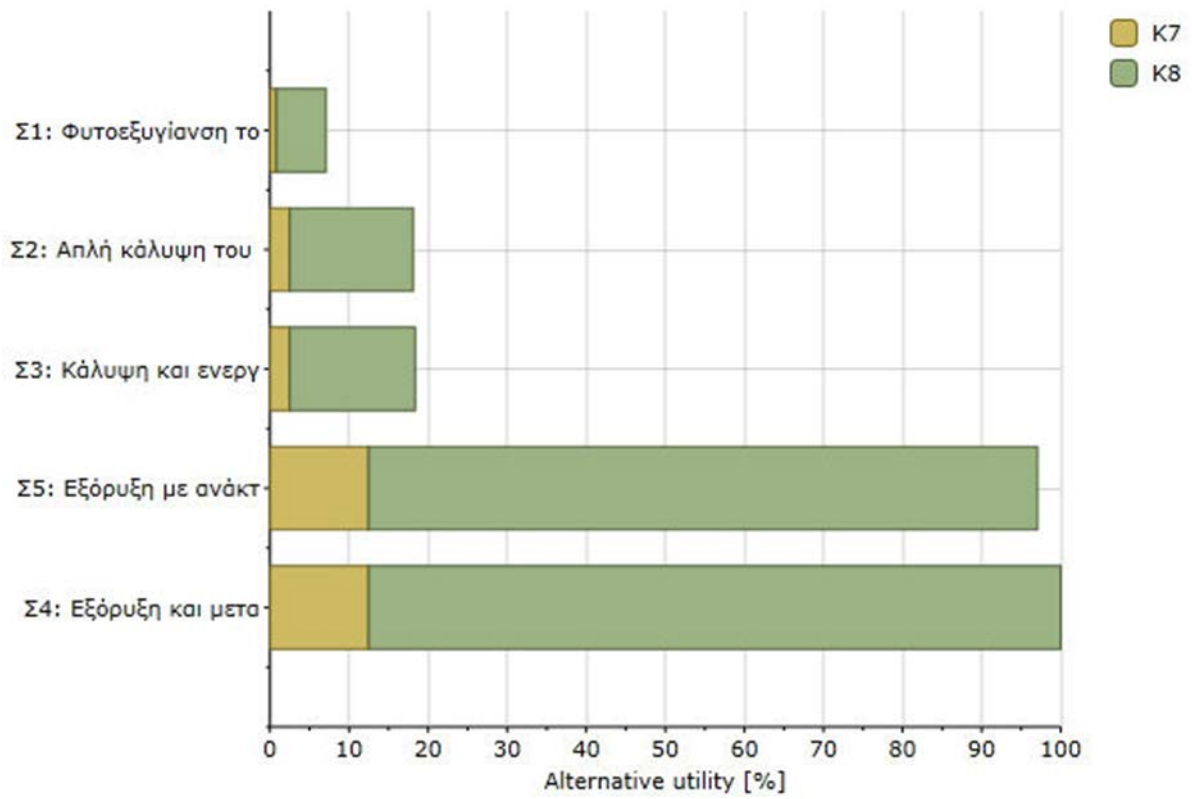


Διάγραμμα 4.7: Ιεράρχηση των τεχνολογιών βάση των οικονομικών κριτηρίων (πάνω διάγραμμα) και των κοινωνικών κριτηρίων (κάτω διάγραμμα)



Διάγραμμα 4.8: Ιεράρχηση των τεχνολογιών βάση των τεχνικών κριτηρίων

Ως περιβαλλοντικά φιλικότερες εμφανίζονται οι μεθοδολογίες της εξόρυξης οι οποίες λόγω της απομάκρυνσης της ρύπανσης από την πηγή εξαλείφουν τις δυσμενείς επιπτώσεις που επιφέρονται από την πηγή καθώς παύει η παραγωγή βιοαερίου και στραγγισμάτων. Λόγω της βαρύτητας των περιβαλλοντικών κριτηρίων οι μεθοδολογίες αυτές κατατάσσονται πρώτες ως οι βέλτιστες επιλογές ανάμεσα στα σενάρια λόγω των καλύτερων προοπτικών για αξιοποίηση της γης και της μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας τους για αποφυγή της ρύπανσης και της εκπομπής θερμοκηπιακών αερίων, το μικρότερο κόστος για μεταφροντίδας έναντι των μεθοδολογιών κάλυψης.



Διάγραμμα 4.9: Ιεράρχηση των τεχνολογιών βάση των Περιβαλλοντικών κριτηρίων

5

Συζήτηση – Συμπεράσματα – Εισηγήσεις

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Αντικείμενο της παρούσης μεταπτυχιακής διατριβής αποτέλεσε η ανάπτυξη μιας ορθολογικής μεθοδολογίας αποκατάστασης των Χ.Α.Δ.Α.. Στο πλαίσιο της έρευνας για την διεκπεραίωση της προέκυψε η γενική εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης της Κύπρου, όσο αφορά την διάθεση των αποβλήτων. Η έρευνα πεδίου επέδειξε την ύπαρξη ενός μεγάλου αριθμού μη εγγεγραμμένων Χ.Α.Δ.Α. στην ελεύθερη επικράτεια του καθώς και επιβεβαίωσε την λειτουργία των «κλειστών» κατά την Κυπριακή Δημοκρατία Χ.Α.Δ.Α..

Η ανεξέλεγκτη διάθεση αποβλήτων δεν αποτελεί μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης καθώς η απουσία προδιαγραφών και οι ελλείψεις στοιχειωδών υποδομών οδηγούν στην εμφάνιση φαινομένων εκτεταμένης ρύπανσης. Η ρύπανση οφείλεται στην ελεύθερη παραγωγή και διακίνηση των στραγγισμάτων και του βιοαερίου τα οποία ρυπαίνουν το υπέδαφος τα υδροφόρα δίκτυα καθώς και την ατμόσφαιρα απειλώντας καθημερινά την δημόσια υγεία. Στην Κύπρο παρουσιάζονται έντονα τα φαινόμενα της βόσκησης εντός των χώρων διάθεση από κτηνοτροφικές μονάδες των γειτνιαζόντων περιοχών, το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην απουσία συχνής εδαφοκάλυψης και περιφράξης· ενώ συχνό είναι το φαινόμενο καύσης των αποβλήτων κυρίως στις κοινότητες της υπαίθρου. Η αποκατάσταση των χώρων διάθεσης αποβλήτων και η εναρμόνιση με το τοπίο, θα έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή επανάκτηση της αξίας της γης στις γύρω περιοχές.

Παρά το νομοθετικό πλαίσιο και τις κυρώσεις που επιβάλει η Ευρωπαϊκή Ένωση, το οποίο υιοθέτησε και «εφαρμόζει» η Κυπριακή δημοκρατία εντούτοις, δεν έχει δρομολογηθεί το οριστικό κλείσιμο και η αποκατάσταση των 117 επίσημων Χ.Α.Δ.Α. λόγω των μεγάλων καθυστερήσεων για τον σχεδιασμό και την κατασκευή ολοκληρωμένων μονάδων διαχείρισης. Θεωρητικά έγινε παύση της λειτουργίας των 115 χώρων διάθεσης με λειτουργία μόνον των υπόλοιπων 2 χώρων (Βατί και Κοτσιάτης).

Η μεταπτυχιακή αυτή διατριβή διεκπεραιώθηκε μέσω τις ανάλυσης των διαθέσιμων στοιχείων και της ανάπτυξης σεναρίων – μεθοδολογιών αποκατάστασης. Με την ανάπτυξη μιας πολύ-κριτηριακής ανάλυσης αναλύθηκαν οι μεθοδολογίες της: Φυτοεξυγίανσης, απλής κάλυψης, κάλυψης και ενεργειακής αξιοποίησης και εξόρυξης (με ή χωρίς ανάκτησης υλικών) σε σχέση με Οικονομικά, Περιβαλλοντικά, Τεχνικά καθώς και Κοινωνικά κριτήρια. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεν αποτελούν την βέλτιστη μεθοδολογία αποκατάστασης αλλά μπορούν να αποτελέσουν βοηθητικό μοχλό για την οργάνωση των εργασιών αποκατάστασης.

Ως βέλτιστη μεθοδολογία αποκατάστασης κατατάχτηκε η εξόρυξη του χώρου διάθεσης και μεταφορά του υλικού σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η μέθοδος αυτή επιφέρει τα καλύτερα περιβαλλοντικά αποτελέσματα στους βεβαρυσμένους χώρους λόγω της απομάκρυνσης της πηγής ρύπανσης. Η μέθοδος αυτή εγκυμονεί κινδύνους ατυχημάτων και σημαντικό κόστος αποκατάστασης επιτρέπει όμως την μετέπειτα πάση χρήση της γης. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων Χ.Υ.Τ.Α. στους οποίους ο μεγάλος όγκος υλικών θα γίνει δεκτός και ενδείκνυται για τους χώρους μεγάλης επικινδυνότητας (Βατί, Κοτσίατης, Αγία Μαρινούδα). Στις περιπτώσεις όπου το εξαχθέν απορριμματικό κλάσμα (από μικρής ή μεγάλης επικινδυνότητας Χ.Α.Δ.Α) παρουσιάζει την κατάλληλη ποιότητα αντί να αποτεθεί σε Χ.Υ.Τ.Α. μπορεί να μεταφερθεί σε υφιστάμενες μονάδες αξιοποίηση για παραγωγή ενέργειας (RDF, SRF). Η μεθοδολογία αυτή ακολουθείται από την μεθοδολογία εξόρυξης με ανάκτηση υλικών, η οποία παρουσιάζει ουσιαστικά τα ίδια αποτελέσματα, με διαφορά το σημαντικό κόστος της για ανάκτηση, καθαρισμό καθώς και διαχείρισης των ανακτωμένων υλικών από τον εδαφικό όγκο.

Η φυτοεξυγίανση αποτελεί μια πολύ υποσχόμενη μεθοδολογία αφού παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα έναντι των υπόλοιπων μεθοδολογιών. Τα φυτά μπορούν να σταθεροποιήσουν και να δεσμεύσουν τους ρύπους στο σώμα τους ενώ η διαχείριση τους μπορεί να επιφέρει ενεργειακά οφέλη λόγω των υψηλών ενεργειακών χαρακτηριστικών της βιομάζας τους. Στην Κύπρο λόγω της απουσίας δημόσιων εγκαταστάσεων θερμικής επεξεργασίας, η μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί στους μικρούς Χ.Α.Δ.Α. φυτεύοντας τα κατάλληλα δέντρα και όχι μικρά φυτά. Τα δέντρα μπορούν να παραμείνουν για χρόνια σχηματίζοντας ένα μικρό δασικό πάρκο χωρίς να επιβάλλεται αμειψισπορά και συνεχής θερμική τους επεξεργασία. Προϋπόθεση της δημιουργίας ενός τέτοιου πάρκου είναι η περίφραξη του χώρου ώστε να αποφευχθεί η είσοδος και βόσκηση των φυτών από τα ζώα. Τυχών ύπαρξη ενός τέτοιου φαινομένου μπορεί να μεταφέρει τους συλλεχθέντες από τα φυτά ρύπους στην τροφική αλυσίδα. Η μεθοδολογία αυτή μπορεί να εφαρμοστεί παράλληλα με δημιουργία ορισμένων υποδομών στον χώρο διάθεση όπως διαπερατών τοιχωμάτων ή μέσω εφαρμογών υαλοποίησης ώστε τα αποτελέσματα της να ικανοποιούν περισσότερο τα περιβαλλοντικά κριτήρια· οι εφαρμογές αυτές έχουν αναλυθεί βιβλιογραφικά χωρίς να λαμβάνουν μέρος στην πολύ-κριτηριακή ανάλυση.

Μέσω των μεθοδολογιών της απλής κάλυψης και της κάλυψης των χώρων με φωτοβολταϊκά μπορεί να αποφευχθεί η περεταίρω εξάπλωση της ρύπανσης. Η συλλογή και η επεξεργασία των στραγγισμάτων και του βιοαερίου μπορεί να φέρει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη αφού η χρήση του ανακυκλωμένου νερού μπορεί να βοηθήσει στην διατήρησης των υδάτινων πόρων ενώ η ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου μπορεί να επιφέρει θετικές συνέπειες.

Αδυναμίες – Περιορισμοί

Αδυναμία της έρευνας εντοπίστηκε στα ποσοτικά και ποιοτικά επίσημα δεδομένα των κυπριακών Χ.Α.Δ.Α. τα οποία δόθηκαν από τους αρμόδιους φορείς, καθώς και λόγω περιορισμένων οικονομικών εγχώριων στοιχείων για τις μεθοδολογίες αποκατάστασης. Ο περιορισμός αυτός σε εγχώρια στοιχεία καθώς και η απουσία υφιστάμενων παραδειγμάτων μεθοδολογιών αποκατάστασης στην Κύπρο, οδήγησε στην εύρεση πληροφοριών και μεθοδολογιών στα διεθνή βιβλιογραφικά δεδομένα. Η χρήση των βιβλιογραφικών δεδομένων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απουσία ταύτισης των αποτελεσμάτων με την

κυπριακή πραγματικότητα λόγω του διαφορετικού τρόπου ζωής, ο οποίος επιφέρει διαφορετική ποιοτική σύσταση των αποβλήτων.

Επιπρόσθετα, η εφαρμογή της πολύ-κριτηριακής μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης ΑΕΡ, χαρακτηρίζεται από υποκειμενικότητα εφόσον, η κατά ζεύγη σύγκριση των κριτηρίων, των υποκριτηρίων και των σεναρίων βασίζεται ουσιαστικά στην άποψη του λήπτη απόφασης, με αποτέλεσμα αυτός να καθορίζει το ερευνητικό αποτέλεσμα.

Προτάσεις – Εισηγήσεις

Βασικότερη εισήγηση είναι η αναλυτική καταγραφή, όλων των Χ.Α.Δ.Α. του νησιού, η άμεση αποκατάστασή τους και η ποινική δίωξη των παραβατών που απορρίπτουν ανεξέλεγκτα απόβλητα στην ύπαιθρο.

Μελλοντικά κρίνεται σκόπιμη η διερεύνηση της επικινδυνότητας με άλλες δοκιμασμένες διεθνής μεθοδολογίες ώστε να αντιπαραβληθούν με την επικινδυνότητα που εκτιμήθηκε σύμφωνα με την εφαρμοσμένη μεθοδολογία του ΥΠΕΧΩΔΕ. Επίσης αναγκαία είναι και η εκτίμηση της επικινδυνότητας ανά χώρο διάθεσης των αποβλήτων σε συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς.

Προτείνεται επίσης η δημιουργία ενός μόνιμου συστήματος παρακολούθησης των Χ.Α.Δ.Α., ώστε οι χώροι να ελέγχονται περιοδικά για αστοχίες, καθιζήσεις και τυχών παράνομη διάθεση αποβλήτων καθώς και ο ποιοτικός έλεγχος των αποβλήτων των Χ.Α.Δ.Α..

Επιπλέον προτείνεται η χρήση των υφιστάμενων υποδομών για ανάκτηση ενέργειας από τα δημοτικά απόβλητα (πχ. Μονάδες τσιμεντοβιομηχανίας για απορρόφηση RDF και οργανικού υλικού) καθώς και η κατασκευή μιας κεντρικής μονάδας θερμικής επεξεργασίας για την διαχείριση των αποβλήτων του νησιού. Τέλος, πρέπει να προωθηθούν στο κοινό οι αξίες της πρόληψης – επαναχρησιμοποίησης - ανακύκλωσης για μια αειφόρο ανάπτυξη του νησιού τους.

Βιβλιογραφία

Alslaibi, T.M.. et al., 2013. Quantification of leachate discharged to groundwater using the water balance method and the hydrologic evaluation of landfill performance (HELP) model. *Waste Management and Research: The Journal Of The International Solid Wastes And Public Cleansing Association*, ISWA, 31(1), pp.50-59.

Alloway, B.J., 1990. Heavy metals in soil, pp.7-28.

Asplund, S., 2005. The biogas production plant at Umea dairy evaluation of design and startup.

Behzadian et al., 2010. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200, pp.198-215.

Benedetti, L. et al., 2010. Enviromental Modelling and Software multi-criteria analysis of waste water treatment plant design and control scenarios under uncertainty. *Environmental modeling and software*, 25(5), pp. 616-621.

Blais, J. et al., 1992. "Bioremediation of Metals from Sewage Sludge by Sulfur -Oxidizing Bacteria." *Journal of Environmental Engineering*, 118(5), pp. 690–707.

Brooks, R.R., 1998. Plants that hyperaccumulate heavy metals: their role in phytoremediation, microbiology, archaeology, mineral exploration, and phytomining. New York. CAB International.

Cameron, R.E., 1992. Guide to Site and Soil Description for Hazardous Waste Site Characterization. Metals, 1 (EPA).

Castrillon, L. et al., 2010. Physico-chemical and biological treatment of MSW landfill leachate. *Waste Management*, 30(2) February 2010, Pages 228–235

Chae, K. et al., 2008. The effects of digestion temperature and temperature shock on the biogas yields from the mesophilic anaerobic digestion of swine manure. *Bioresource technology*, 99(1), pp. 1-6.

CΥστατ available at

http://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/index_gr/index_gr?OpenDocument

Δημόσια Έργα

Dickinson, N.M. and Pulford I.D., 2005. Canmium phytoextraction using short – rotation coppice Salix: the evidence trail. *Environment International*, 31(4), pp. 609-613.

Doumett, S. et al., 2008. Heavy metal distribution between contaminated soil and *Paulownia tomentosa*, in a pilot-scale assisted phytoremediation study: Influence of different complexing agents. *Chemosphere*, 72(10), pp.1481-1490

Doumett, S. et al., 2011. Influence of the application renewal of glutamate and tartrate on Cd, Cu, Pb and Zn distribution between contaminated soil and *Paulownia tomentosa* in a pilot-scale assisted phytoremediation study. *International Journal of Phytoremediation*, 13(1), pp.1-17.

Ehrig, H.J., 1983. Quality and quantity of sanitary landfill leachate. *Waste Management and Research*, 1(1), pp. 53-68.

Ekvall, T., 2002. Cleaner Production Tools: LCA and beyond

Environmental Agency, 2002. Gassimlite user manual.

Environmental Agency, 2003a. Hydrogeological risk assessments for landfill and derivation of groundwater control and trigger levels.

Environmental Agency, 2003b. Contaminant impact on groundwater: simulation by Monte Carlo method.

Epa land gem available at <http://www.epa.gov/ttn/catc/dir1/landgem-v302-guide.pdf> (accessed on 05/11/2013)

Epa available at <http://www2.epa.gov/science-and-technology/land-waste-and-cleanup-science> (accessed on 11/10/2013)

EU (European Parliament and of the Council), 2008. Directive 2008/98/CE. Official Journal of the European Union.

EU (European Parliament and of the Council), 1999. Directive 99/31/CE. Official Journal of the European Union.

Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.) available at <http://www.minenv.gr/anakyklosi/law/00/EU.katalogos%28EKA%29.pdf> (visit on 10/2013)

Eurostat available at <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/introduction/> (accessed on 3/2014)

Evanko, C.R. and Dzombak, D.A., 1997. Remediation of Metals-contaminated Soils and Groundwater. Pittsburg.

Γεωργακέλλου, Δ.Α.. Ανάλυση κύκλου ζωής: Ένα συστηματικό όργανο στη διαχείριση του περιβάλλοντος. 49. «Σπουδαι» Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Gómez, J. et al., 2003. Serial water balance method for predicting leachate generation in landfills. *Waste Management and Research*, 21(2), pp. 127-136.

Farzadkia, M. et al., 2012. Evaluation of dry solid waste recycling from municipal solid waste: case of Mashhad city, Iran. *Waste Management and Research*, 30, pp.106-112.

Fenn, D.G. et al. 1975. Use of the Water Balance Method for Predicting Leachate Generation from Solid Waste Disposal

Ferrira, M. et al., 2012. Biogas in Portugal: status and public policies in a European context. *Energy policy*, 43, pp. 267–274.

Fletcher, T., 2002. Neighborhood change at Love Canal: contamination, evacuation and resettlement. *Land Use Policy* 19(4), pp.311-323.

Hashim, M. et al., 2011. Remediation technologies for heavy mineral contaminated groundwater. *Journal of Environmental Management*, 92(10), pp.2355-2388.

Hauser, V.L. et al., 1999. Landfill Remediation Project Manager's Handbook.

Inbar et al.1997. From dumping to sanitary landfills – solid waste management in Israel. *Waste management*, 25, pp.323-327.

International Standard ISO 14040, 1997 & 2006. Environmental management – life cycle assessment – principles and framework.

Jiang, X et al., 2011. A review of the biogas industry in China. *Energy Policy*, 39 (10), pp. 6073–6081.

Hogland, W. et al., 2004. Landfill mining and waste characterization: a strategy for remediation of contaminated areas. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 6(2), pp 119-124.

Huang I.B. et al., 2011. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: ten years of applications and trends. *The science of the total environment*, 409(19), pp.3578-94.

IPCC. Climate change: the physical science basics. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report on the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): 2007, 2012. Available at <http://www.ipcc.ch/> . (accessed 15.10.13)

Kaufman S.M. and Themelis, N. J., 2009. Direct Method to Characterize and Measure Flows of Municipal Solid Waste in the United States, *Journal of the Air and Waste Management Association*, 59, pp.1386-1390.

Κυβερνητικό φυτώριο Λεμεσού: 25 – 952120

Κωροναίος, Χ., 2010. Ανάλυση Κύκλου Ζωής: Η ολοκληρωμένη περιβαλλοντική προσέγγιση στην Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη. Διεπιστημονικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών ΕΜΠ περιβάλλον και ανάπτυξη.

LHTEE available at <http://aix.meng.auth.gr>).

Li, Y et al., 2011. Solid state anaerobic digestion for methane production from organic waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), pp. 821-826.

Life, 2005. Development of best management systems for high priority waste streams in Cyprus.

Liu, D. et al., 2007. Lead and cadmium in leaves of deciduous trees in Beijing, China: Development of a metal accumulation index (MAI). *Environmental Pollution*, 145(2), pp.387–390.

Luo, C. et al., 2005. Enhanced phytoextraction of Cu, Pb, Zn and Cd with EDTA and EDDS. *Chemosphere*, 59(1), pp.1–11.

Macon, available at <http://www.macon.gr/el/timokatalogoi.html> (accessed on 11-4-2014).

Make it rational available at <http://.makeitrational.com/>

Makram A., et al.2012. Ranking suitable sites for irrigation with reclaimed water in the Nabeul Hammamet region (Tunisia) using GIS and AHP – multicriteria decision analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 65, pp.36-46.

Μάντζου Γ., Μπενέτου Π., Χαρίτου Α., 2006. Life Cycle Assessment. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

McGrath, et al.2002. Phytoremediation of metals, metalloids, and radionuclides. *Advances in Agronomy*, 75, pp.1-56.

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου (ΜΥΚ) available at http://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/index_gr/index_gr?OpenDocument (accessed on 1/2014)

Misra, SH and Mani D, 1993. Pollution through solid waste.

Mor, S. et al., 2006. Leachate characterization and assessment of groundwater pollution near municipal solid waste landfill site. *Environmental Monitoring and Assessment*, 118(1-3), pp.435-456

Motzo, G.M. et al., 1995. Preliminary study for a landfill mining project in Sardinia, Proceeding 5th International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, pp.841-850

Μουλούδη Π., 2012. Αποκατάσταση χωρών ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων (Χ.Α.Δ.Α.) δήμου Νέστου στην θέση ξηροπόταμος Χρυσούπολης και στη θέση Χαϊδευτικό Κεραμωτής. Επιχειρησιακό πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη 2007-2013»

Mourmouris, J.C. ad Potolias C., 2013. A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece. *Energy Policy*, 52, pp. 522-530

Munda G. et al., 1994. Qualitative multicriteria evaluation for environmental management. *Ecological Economics*, 10, pp. 97-112

Mulligan, C.N. et al., 2001. Remediation technologies for metal contaminated soils and groundwater: an evaluation. *Engineering Geology*, 60(1-4), pp.193-207.

Mulligan, C.N. et al., 1999. Removal of heavy metals from contaminated soil and sediments using the biosurfactant surfactin. *Journal of soil contamination*, 8(2), pp. 231-254.

Muys B. et al., 2005. Comparing multiple criteria decision methods to extend a geographical information system on afforestation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 49, pp.142-158.

Nakhaei, M., 2012. Evaluation of wastewater treatment technologies applying fuzzy analytic hierarchy process and gray relational analysis. *Environment*, pp.283-286.

Nikiema, J. et al., 2005. Biofiltration of methane: An experimental study. *Chemical Engineering Journal*, 113(2-3), pp. 111-117.

Οδηγός ενεργειακών επενδύσεων. Φωτοβολταϊκά συστήματα. (available at: <http://afpasolar.com/upfiles/File/pdf/fotmeg.pdf> (accessed on 14/04/2014)

Operation Green Fence available at <http://resource-recycling.com/node/3679> and <http://www.recyclingtoday.com/isri-convention-2013-green-fence.aspx>

Orupold, K., Tenno, T., and Henrysson, 2000. Biological lagooning of phenols containing oil shale ash heaps leachate. *Water Resources Management*, 34(18), pp.4389-4396.

Oslo community available at http://www.oslo.kommune.no/english/waste_management_and_recycling/ (accessed on 7/11/2013)

Owens, E. et al., 2011. Material Flow Analysis Applied to Household Solid Waste and Marine Litter on a Small Island Developing State. *Journal of Environmental Engineering*, 137(10), pp. 937-944.

Περκουλίδης, 2001. Ανάπτυξη και εφαρμογή συστήματος πολυκριτηριακής ανάλυσης και χωροθέτησης προς διερεύνηση των προοπτικών θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα.

Pivetz, B.E., 2001. Phytoremediation of Contaminated Soil and Ground Water at Hazardous Site. *Ground water issue*, EPA.

Poulsen, T.G. et al., 2002. Linking landfill hydrology and leachate chemical composition at a controlled municipal landfill (Kåstrup, Denmark) using state-space analysis. *Waste Management and Research*, 20(445) 1-13.

Pulford, I.D. and Watson C., 2003. Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees – a review. *Environment International*, 29(4), pp.529-540.

Qgis programme available at <http://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>

Ramos, F. et al.2006. Extreme event dynamics in the methane ebullition fluxes from tropical reservoirs. *Geophysical Research Letters*, 33 (21).

Raven, R.P.J.M. and Gregersen, H.H., 2007. Biogas plants in Denmark: success and setbacks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11 (1), pp. 116–132.

Rebitzer G., et al., 2004. Life cycle assessment” Part 1:Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, 30(5), pp. 701-720.

Renou S., et al.2008. Landfill leachate treatment : Review and opportunity, *Journal of Hazardous Materials*, 150, pp. 468-493

Rushbrook, P. et al., 1999. Solid waste landfills in middle and lower income countries: a technical guide to planning, design, and operation.

Saaty, T.L., 1980. The analytic hierarchy process. New York.

Saaty, T.L.1990. How to make a decision: The analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), pp 9-26.

Salt D.E., Smith, R.D. and Raskin, I., 1998. Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology.49.

Santona, L., Castaldi, P., Melis, P., 2006. Evaluation of the interaction mechanisms between red muds and heavy metals. *Journal of Hazardous Materials*, 136(2), pp. 324-329.

Sinnan, B.M. et al., Effect of leachate recirculation and aeration on volatile fatty acid concentrations in aerobic and anaerobic landfill leachate. *Waste Management and Research*, 30(2), pp, 161-170.

Singh, V. and Mittal, A.K., 2012. Toxicity and treatability of leachate: application of UASB reactor for leachate treatment from Okhla landfill, New Delhi. *Water Science & Technology*, 65 (10), pp.1887-1894.

Sivakumar, D., 1999. Solid waste leachate quantity and quality estimation: M. Tech project thesis.

Στρατηγικό σχέδιο διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Κύπρο, 2002 available at http://ucm.org.cy/DocumentList-stratigiko_schedio_diacheirisis_ton_stereon_apovliton_stin_kypro_%28teliki_ekthesi_iounios_2002%29,21,Greek

Στουρνάρας, Γ., 2009. Νερό. Περιβαλλοντική διάσταση και διαδρομή. Αθήνα. Δίοδος.

Talib, E. et al., 2008. Risk assessment of landfill disposal sites – state of the art. *Waste Management*, 28(6), pp.952-964.

Tasneem, A. and Abbassi S.A., 2010. Production of clean energy by anaerobic digestion of phytomass—new prospects for global warming amelioration technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(6), pp.1653-1659.

Tegou et al., 2010. Enviromental management framework for wind farms sitting: methology and case study. *Journal of Enviromental Management*, 91, pp730-742.

Tchnobanoglous, G. and Kreith F., 2002. Handbook of Solid Waste Management, McGraw-Hill.

The Kansas department of health and environment (available at: <http://www.kdheks.gov/labs/index.html>)

TichY, R. et al., 1993. Intergratede soil and sediment research: a basis for proper protection. Bioleaching of Zinc – Contaminated Soils with Thiobacilli. *Soil and Environment*, 1, pp.686-687.

Τμήμα περιβάλλοντος available at

http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/de21_gr/de21_gr?OpenDocument
(accessed on 10/2013)

Τρουλλίνος Κ. και Σωμαράκη Β., 2009. Φυτοεξυγίανση εδαφών μολυσμένων με διαστάλαζοντα υγρά χωματερών με την χρήση ενδημικών κρητικών φυτών.

Tsatsarelis, T. et al., 2007. Open dumps in the Hellenic prefecture of Laconia: statistical analysis of characteristics and restoration prioritization of the basis of a field survey. *Waste Management and Research*, 25(5), pp.417-425.

Tselepis, S., 2005. The current state of tha PV markets and PV technologies. The Integation of the Renewable Energy Systems (RES) into the Building Structures. Greece.

Turcksin, L, Bernardini, A. and Marcharis, C., 2014. A combined AHP – PROMETHEE approach for selecting ths most appropriate policy scenario to stimulate a clean vehicle fleet. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 20, pp. 954-965.

UN(UNITED NATIONS), 1999 Commission on Sustainable Development. Progress in the implementation of the program of action for the sustainable development of small islands developing states.

Udo W, 2008. Hiriya Mountain, Tel Aviv. Syntax of Lansdcape: The landscape Architecture of Peter Lantz and Partners, pp.148-165.

USEPA, 1992. Guidelines for Exposure Assessment, Federal Register No. 104, vol. 57.

USEPA, 1997a. Recent Developments for in Situ Treatment of Metal Contaminated Soils.

USEPA, 1997b. Landfill reclamation, Solid waste and emergency response.

USEPA, 1997c. Full cost accounting for municipal solid waste management: a handbook

Vidic, R.D. and Pohland .F.G., 1996. Treatment walls. Pittsburgh.

Wilson D.J. and Clarke A.N., 1994. Hazardous waste site soil remediation: Theory and application of innovative technologies. New York.

Χριστοφάκη Μ., 2006. Διερεύνηση της καταλληλότητας των φυτικών ειδών *Nicotiana glauca* και *alyssum baldaccii* για βιοεξυγίανση ρυπασμένων εδαφών με βαρέα μέταλλα.

Yekini, M.S. et al., 2013. Biogenic waste methane emissions and methane optimization for bioelectricity in Nigeria. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, pp. 643-654.

Yoshida, M. et al., 2002. Characterization of leachate from Henchir El Yahoudia close landfill. *Solid Waste Landfill and Soil/Sediment Contamination: Case Studies in Tunisia*, pp.1-9

Yossi, I. et al. 1997. Solid Waste Management in Israel. *Modern agriculture and the environment Developments in Plant and Soil Sciences*, 71, pp.413-427.

ΥΠΕΧΩΔΕ Εγκύκλιος: «Πρότυπες Προδιαγραφές Τεχνικής Μελέτης Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ)»

Υπουργείο Εσωτερικών available at

http://www.moi.gov.cy/moi/moi.nsf/AdvancedSearch_gr/AdvancedSearch_gr?OpenForm&q=&p=1&w=&t=&s=%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%B1&L=G&e=&i=1 (accessed on 10/2013)

Υπουργείο Εσωτερικών, 2009. Παροχή υπηρεσιών συμβούλου για την ετοιμασία όλων των αναγκαίων μελετών / εγγράφων για την αποκατάσταση και την μετέπειτα φροντίδα των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων (Χ.Α.Δ.Α) στην επαρχία Λάρνακας – Αμμοχώστου και επίβλεψη των κατασκευαστικών εργασιών. *Μελέτη εκτίμησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον*

Υπουργείο Εσωτερικών, 2010. Παροχή υπηρεσιών συμβούλου για την ετοιμασία όλων των αναγκαίων μελετών / εγγράφων για την αποκατάσταση και την μετέπειτα φροντίδα των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων στην επαρχία Πάφου και επίβλεψη των κατασκευαστικών εργασιών. *Μελέτη εκτίμησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον*.

Wang G. et al., 2009. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: a case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management*, 90, pp.2414-2421

Zhang et al., 2006. Measurement and evaluation of interactions in complex urban ecosystem. *Ecological modeling*, 196, pp.77-89.

Zhu, B. et al., 2009. Characteristics and biogas production potential of municipal solid wastes pretreated with a rotary drum reactor. *Bioresource Technology*, 100(3), pp. 1122-1129.

Zorpas A., Voukkali I., Loizia P., 2013. Ετοιμασία Εθνικών Προγραμμάτων Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων. *Παραδοτέο Α: Ανάλυση και εκτίμηση υφιστάμενης κατάστασης*.

Zorpas A., 2012. Ανάλυση Κύκλου Ζωής – Life Cycle Assessment. Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Zouboulis, A.I. et al., 2004. The application of bioflocculant for the removal of humic acids from landfill leachates. *Journal of Environmental Management*, 70(11), pp.35-41.

Παράρτημα Ι: Επίσημοι Χ.Α.Δ.Α Κύπρου

Πίνακας Π Ι - 1: Αναλυτικά οι επίσημοι Χ.Α.Δ.Α. της Κύπρου σε σχέση με το έτος έναρξης, παύσης και την περιοχή στην οποία βρίσκονται. Τα χρώματα είναι ανάλογα της επαρχίας. (Υπουργείο Εσωτερικών Κύπρου, 2013)

α/α	ΕΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ	ΕΤΟΣ ΠΑΥΣΗΣ	ΕΠΑΡΧΙΑ	Χ.Α.Δ.Α
1	1980	1985	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΠΕΡΑ ΟΡΕΙΝΗΣ
2	1983	1988	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΑΡΕΔΙΟΥ
3	1975	1994	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΡΜΕΝΟΧΩΡΙ
4	1975	1995	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΚΙΒΙΣΙΛΙ
5	1985	1995	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΒΥΖΑΚΙΑ
6	1985	1995	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΕΠΙΣΚΟΠΗ
7	1955	1995	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ
8	1970	1997	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΝΙΚΗΤΑΡΙ
9	1990	1997	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΦΤΕΡΙΚΟΥΔΙ
10	1980	1997	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΜΟΥΤΑΓΙΑΚΑ
11	1975	2000	ΠΑΦΟΥ	ΠΟΛΙΣ ΧΡΥΣΟΧΟΥΣ
12	1993	2000	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΑΓΙΟΙ ΤΡΙΜΙΘΙΑΣ
13	1995	2000	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΛΕΜΙΘΟΥ
14	1990	2001	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΜΑΡΩΝΙ
15	1975	2001	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΚΑΜΠΟΣ
16	1978	2001	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΓΙΟΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
17	1990	2002	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΚΟΦΙΝΟΥ
18	1987	2002	ΠΑΦΟΥ	ΚΟΥΚΛΙΑ
19	1980	2002	ΠΑΦΟΥ	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
20	1985	2002	ΠΑΦΟΥ	ΣΟΥΣΚΙΟΥ
21	1980	2002	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΩΝΑ
22	1980	2002	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΦΑΡΜΑΚΑΣ
23	1990	2002	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΠΕΝΤΑΚΟΜΟ
24	1990	2002	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΟΜΟΔΟΣ
25	1975	2002	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΓΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ
26	1990	2002	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΝΩΓΥΡΑ
27	1995	2002	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΓΙΟΣ ΘΕΡΑΠΩΝ
28	1993	2002	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΠΡΑΣΤΙΟ ΑΥΔΗΜΟΥ
29	1990	2003	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΑΛΑΜΙΝΟΣ
30	1980	2003	ΠΑΦΟΥ	ΝΕΟ ΧΩΡΙΟ
31	1985	2003	ΠΑΦΟΥ	ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑ ΧΡΥΣΟΧΟΥΣ
32	1993	2003	ΠΑΦΟΥ	ΦΑΛΕΙΑΣ

α/α	ΕΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ	ΕΤΟΣ ΠΑΥΣΗΣ	ΕΠΑΡΧΙΑ	Χ.Α.Δ.Α
33	1970	2003	ΠΑΦΟΥ	ΚΕΛΟΚΕΔΑΡΑ 1
34	1995	2003	ΠΑΦΟΥ	ΦΟΙΤΗ
35	1980	2003	ΠΑΦΟΥ	ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑ ΚΕΛΟΚΕΔΑΡΩΝ
36	1970	2003	ΠΑΦΟΥ	ΚΕΛΟΚΕΔΑΡΑ 2
37	1990	2003	ΠΑΦΟΥ	ΚΕΔΑΡΕΣ
38	1995	2003	ΠΑΦΟΥ	ΠΕΝΤΑΛΙΑ
39	1999	2003	ΠΑΦΟΥ	ΓΑΛΑΤΑΡΙΑ
40	1975	2003	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΠΟΤΑΜΙ
41	1981	2003	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΓΙΟΣ ΤΥΧΩΝΑΣ
42	1970	2003	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
43	1985	2003	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΚΑΝΤΟΥ
44	1992	2003	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΛΟΥΒΑΡΑΣ
45	2000	2003	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΚΡΩΤΗΡΙ
46	1990	2003	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΣΩΤΗΡΑ
47	1984	2004	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΒΟΡΟΚΛΗΝΗ
48	1992	2004	ΠΑΦΟΥ	ΠΩΜΟΣ
49	1990	2004	ΠΑΦΟΥ	ΧΟΛΕΤΡΙΑ
50	1995	2004	ΠΑΦΟΥ	ΛΥΣΟΣ
51	1998	2004	ΠΑΦΟΥ	ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
52	2001	2004	ΠΑΦΟΥ	ΔΡΥΝΙΑΣ
53	2001	2004	ΠΑΦΟΥ	ΤΡΑΧΙΠΕΔΟΥΛΑ
54	1990	2004	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΠΡΑΣΤΕΙΟ ΚΕΛΛΑΚΙΟΥ
55	1983	2005	ΠΑΦΟΥ	ΑΓΙΑ ΜΑΡΙΝΟΥΔΑ
56	1992	2005	ΠΑΦΟΥ	ΑΣΠΡΟΓΙΑ
57	1980	2005	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΑΓΡΟΚΗΠΙΑ
58	1985	2005	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΜΙΤΣΕΡΟ
59	1990	2005	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΑΛΩΝΑ
60	1976	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΣΓΑΤΑ
61	1975	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΡΣΟΣ
62	1995	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΧΑΝΔΡΙΑ
63	1985	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΜΟΝΑΓΡΟΥΛΛΙ
64	1995	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΚΑΛΟ ΧΩΡΙΟ
65	1990	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΚΕΛΛΑΚΙ
66	1980	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΣΥΚΟΠΕΤΡΑ
67	1993	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΕΠΤΑΓΩΝΙΑ
68	1990	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΨΙΟΥ
69	1995	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΡΑΚΑΠΑΣ
70	1995	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΓΡΙΔΙΑ
71	2000	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΔΙΕΡΩΝΑ
72	1995	2005	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΤΡΕΙΣ ΕΛΙΕΣ
73	1965	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΠΑΝΑΓΙΑ
74	1990	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΠΟΛΕΜΙ
75	1990	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΑΜΑΡΓΕΤΗ
76	1984	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΣΑΛΑΜΙΟΥ

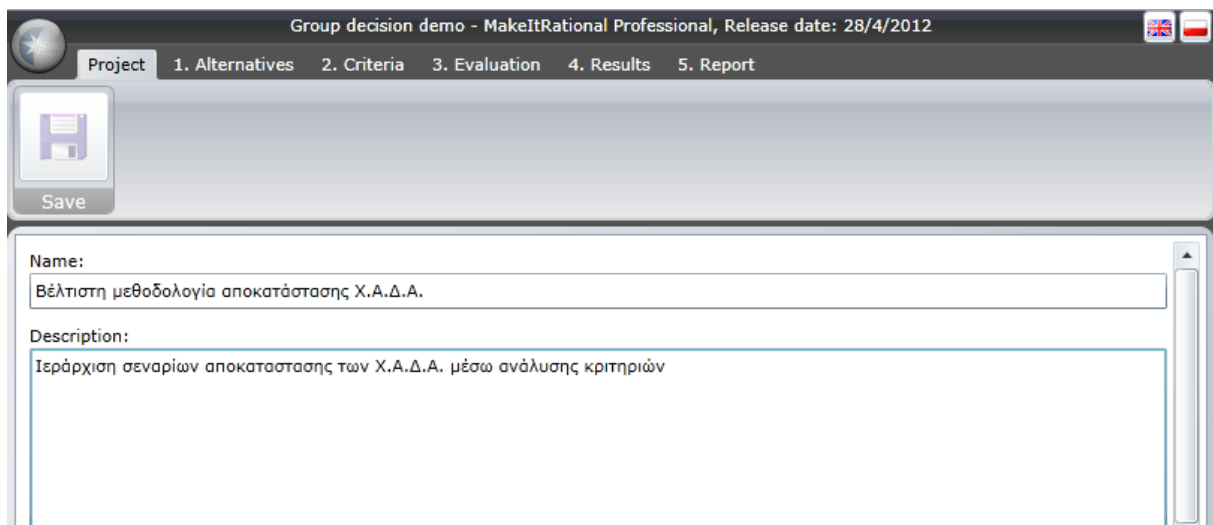
α/α	ΕΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ	ΕΤΟΣ ΠΑΥΣΗΣ	ΕΠΑΡΧΙΑ	Χ.Α.Δ.Α
77	1990	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΧΟΛΗ
78	1998	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΖΑΧΑΡΙΑΣ
79	2000	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΚΑΘΗΚΑΣ
80	1994	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΠΡΑΙΤΩΡΙ
81	1990	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΑΚΟΥΡΣΟΣ
82	1998	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
83	1999	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΦΙΛΟΥΣΑ ΧΡΥΣΟΧΟΥΣ
84	2000	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΚΙΝΟΥΣΑ
85	1996	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΤΕΡΡΑ
86	1999	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΑΡΧΙΜΑΝΔΡΙΤΑ
87	2001	2007 ή 2005	ΠΑΦΟΥ	ΑΝΑΔΙΟΥ
88	1975 ή 1977	2009	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΔΡΟΜΟΛΑΕΙΑ
89	1991	2010 (Ιούνιο)	ΑΜΜΟΧΩΣΤΟΥ	ΠΑΡΑΛΙΜΝΙ
90	1978	2010 (Ιούνιο)	ΑΜΜΟΧΩΣΤΟΥ	ΦΡΕΝΑΡΟΣ
91	1980	2010 (Ιούνιο)	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΤΕΡΣΕΦΑΝΟΥ
92	2000	2010 (Ιούνιο)	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΞΥΛΟΦΑΓΟΥ
93	1987	2010 (Ιούνιο)	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΑΒΔΕΛΕΡΟ
94	1980	2010 (Ιούνιο)	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΠΑΝΩ ΛΕΥΚΑΡΑ
95	1975	2010 (Ιούνιο)	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΚΟΡΝΟΣ
96	2002	2010 (Ιούνιο)	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΜΑΡΙ
97	1995	2010 (Ιούνιο)	ΛΑΡΝΑΚΑΣ	ΚΕΛΛΙΑ
98	1980	2010 (Ιούνιο)	ΑΜΜΟΧΩΣΤΟΥ	ΑΓΙΑΣ ΝΑΠΑΣ
99	1985	2010 (Τέλος)	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΠΕΔΟΥΛΑΣ
100	1990	2010 (Τέλος)	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΟΡΟΥΝΤΑ
101	1975/2001	2010 (Τέλος)	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΚΑΜΠΟΣ
102	2002	2010 (Τέλος)	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΚΑΠΕΔΕΣ
103	1989	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΚΥΠΡΤΟΥΝΤΑ
104	1980	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΓΡΟΣ
105	1970	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΚΙΒΙΔΕΣ
106	1980	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΠΑΧΝΑ
107	1980	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΒΑΣΑ ΚΟΙΛΑΝΙΟΥ
108	1985	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΑΓΙΟΣ ΑΜΒΡΟΣΙΟΣ
109	1990	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΔΩΡΑ
110	1994	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΒΟΥΝΙ
111	1970	2010 (Τέλος)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΜΑΛΙΑ
112	1989	2012 (Φεβρουάριο)	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΠΑΛΙΟΜΕΤΟΧΟ
113	1980	2012 (Φεβρουάριο)	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΑΤΣΑΣ
114	1995	2012 (Φεβρουάριο)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΠΙΣΣΟΥΡΙ
115	1989	2012 (Φεβρουάριο)	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΔΥΜΕΣ
116	1980	2015	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΚΟΤΣΙΑΤΗΣ
117	1977	2015	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΒΑΤΙ

Παράρτημα II: Χρήση λογισμικού MakeItRational

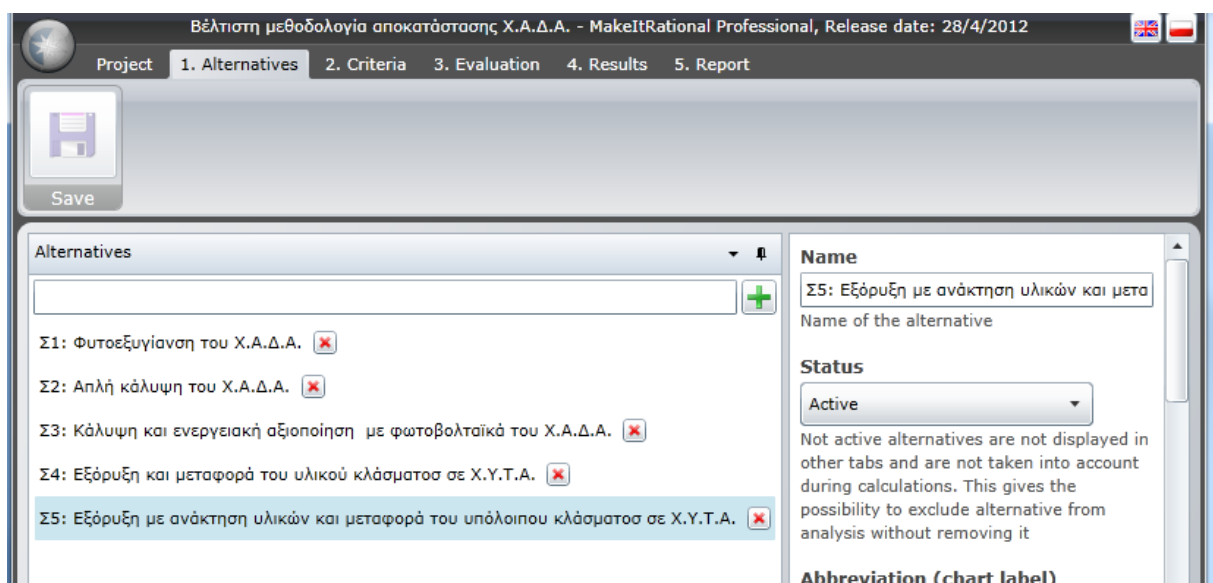
Στο παράρτημα αυτό γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του περιβάλλοντος εργασίας του λογισμικού MakeItRational, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την πολύ-κριτηριακή ανάλυση της Αναλυτικής Ιεράρχησης. Η ανάλυση διεκπεραιώνεται μέσω του εν λόγω λογισμικού σε πέντε στάδια. Αναλυτικά:

Στάδιο 1: Alternatives

Καθορισμός του προβλήματος και των εναλλακτικών σεναρίων τα οποία θα αξιολογηθούν.



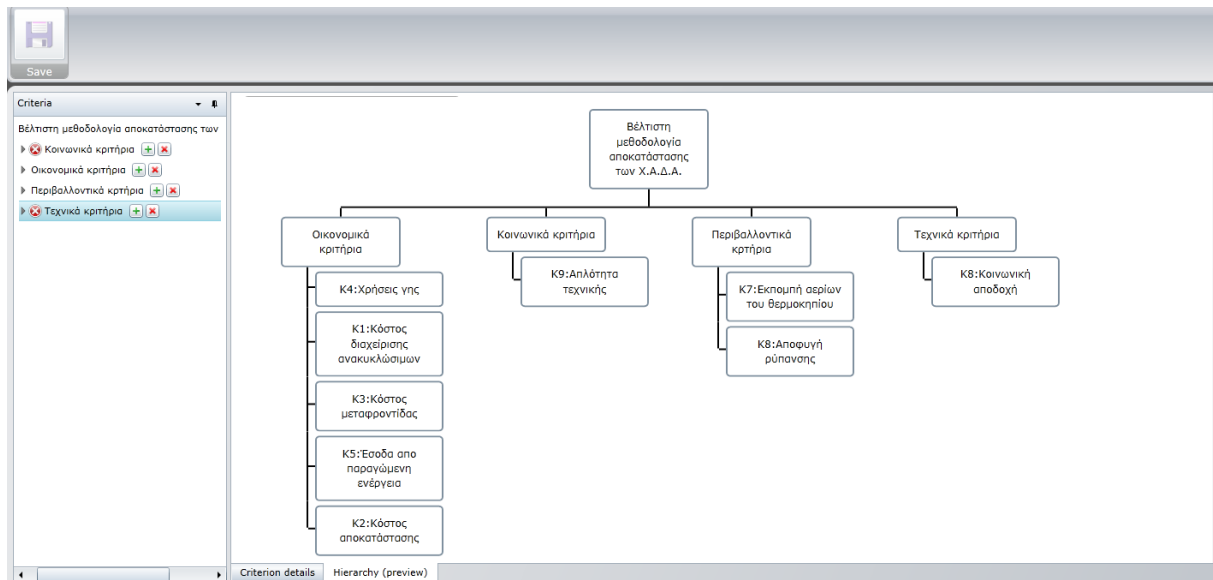
Εικόνα Π II - 1: Καθορισμός του προβλήματος της ΑHP στο λογισμικό περιβάλλον MakeItRational



Εικόνα Π II - 2: Καθορισμός των εναλλακτικών σεναρίων της ΑHP

Στάδιο 2: Criteria

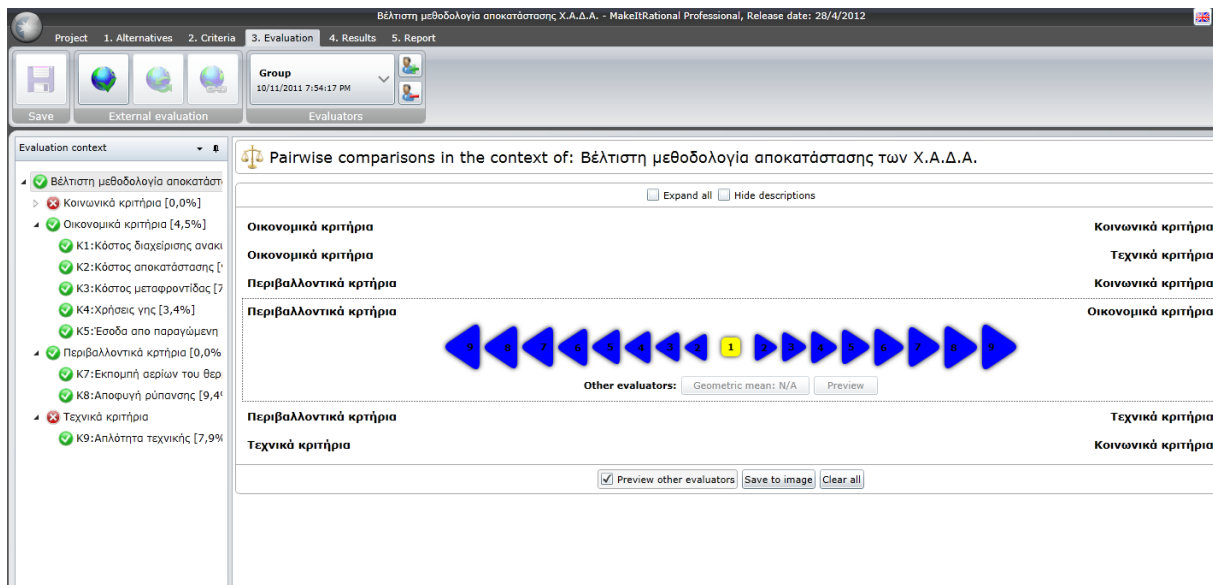
Καθορισμός των κριτηρίων και των υποκριτηρίων της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης καθώς και η μέθοδος με την οποία θα δοθεί η βαρύτητα στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης. Η ανάλυση αναπτύχθηκε μέσω κατά ζεύγη σύγκριση, η οποία εφαρμόζεται μέσω της κλίμακας του Saaty· για την ανάλυση αυτή στον καθορισμό Weighting method επιλέχθηκε το Pair Wise Comparison. Στο στάδιο αυτό δίνεται και ένα πρώτο διάγραμμα ροής το οποίο παρουσιάζει την σύζευξη των κριτηρίων με τα υποκριτήρια και τον στόχο.



Εικόνα Π ΙΙ - 3: Διάγραμμα ροής – σύζευξη στόχου, κριτηρίων και υποκριτηρίων

Στάδιο 3: Evaluation

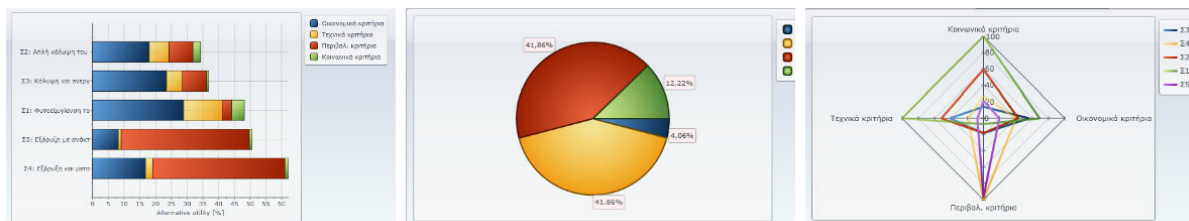
Κατά το στάδιο αυτό πραγματοποιήθηκε η βαθμολόγηση των κριτηρίων και των υποκριτηρίων από τον χρήστη. Το λογισμικό κατά την βαθμολόγηση των κριτηρίων υπολογίζει αυτόματα ένα λόγο συνέπειας, ο λόγος αυτός, σε κάθε περίπτωση είναι μικρότερος του 10% και διασφαλίζει την συνέπεια της μεθόδου.



Εικόνα Π ΙΙ - 4: Βαθμολόγηση των κριτηρίων και των υποκριτηρίων

Στάδιο 4: Results

Στο στάδιο αυτό δίνονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης από το λογισμικό, μέσω μιας ιεράρχησης των επιλογών, ενός διαγράμματος υπό μορφή πίττας και ενός αραχνοειδούς μορφής διαγράμματος.



Εικόνα Π ΙΙ - 5: Τελικά διαγράμματα που παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης.

Στάδιο 5: Report

Ως τελευταίο στάδιο δίνεται από το λογισμικό μια έκθεση των αποτελεσμάτων της πολύ-κριτηριακής ανάλυσης.

Παράρτημα ΙΙΙ: Εικόνες



Εικόνα Π ΙΙΙ - 1: Σωρός από απόβλητα στο Βατί της Λεμεσού



Εικόνα Π ΙΙΙ - 2: Διάθεση λυμάτων στο Βατί της Λεμεσού



Εικόνα Π ΙΙΙ - 3: Διαδοχικές λίμνες υπερχείλισης λυμάτων στο Βατί της Λεμεσού



Εικόνα Π ΙΙΙ - 4: «Εδαφοκαλυμμένα» απόβλητα στο Βατί



Εικόνα Π ΙΙΙ - 5: Δύσοσμη ιλύς και νεκρή πανίδα στην κοίτη του ποταμού Γαρόλλη δίπλα στο Βατί



Εικόνα Π ΙΙΙ - 6: Σωρός από απόβλητα (κυρίως γυάλινες φιάλες) σε ανεπίσημο ΧΑΔΑ Λεμεσού



Εικόνα Π ΙΙΙ - 7: Ένας ανεπίσημος Χ.Α.Δ.Α. στον δήμο Αγίου Αθανασίου στην Λεμεσό



Εικόνα Π ΙΙΙ - 1: Οι 3 εικόνες αυτές απεικονίζουν τον Χ.Α.Δ.Α της κοινότητας Επισκοπής στην Λεμεσό εν 1/2014, ο οποίος είναι επίσημα «κλειστός» από το 1995 και το καλοκαίρι του 2013 λόγω πυρκαγιάς στην περιοχή κάηκε ολοσχερώς.

