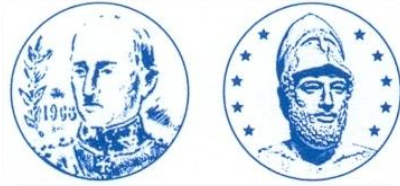




Εθνικό Μετσόβιο
Πολυτεχνείο



Δήμος Παπάγου-
Χολαργού

DRYWASTE (LIFE 08 ENV/GR/000566)



Deliverable 27

**Μελέτη Ανάλυσης Κύκλου Ζωής του Συστήματος
Οικιακής Ξήρανσης Οργανικών Απορριμμάτων
(LCA Analysis of the household drying system)**



Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	8
1.1	Γενικές Πληροφορίες	8
1.2	Σκοπός της παρούσας μελέτης	8
2	Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής	10
2.1	Εισαγωγή.....	10
2.2	Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής κατά τα πρότυπα ISO 14040-14044.....	11
2.2.1	<i>Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης (Goal & Scope Definition)</i>	11
2.2.2	<i>Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis)</i>	13
2.2.3	<i>Εκτίμηση επιπτώσεων (Impact assessment)</i>	13
2.2.3.1	Κατηγορίες επιπτώσεων.....	15
2.2.3.2	Μέθοδος CML Baseline 2000	18
2.2.4	<i>Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Interpretation)</i>	20
3	ΑΚΖ του Συστήματος Οικιακής Ξήρανσης Οργανικών Αποβλήτων	21
3.1	Εισαγωγή.....	21
3.2	Περιγραφή και βασικές παράμετροι κατασκευής του Ξηραντήρα.....	22
3.2.1	<i>Περιγραφή Ξηραντήρα.</i>	22
3.2.2	<i>Περιγραφή Υλικών.</i>	24
3.3	Διαχείριση Απορριμμάτων στο Δήμο Παπάγου-Χολαργού.....	26
3.3.1	<i>Παραγόμενα Αστικά Στερεά Απορρίμματα (ΑΣΑ)</i>	26
3.3.2	<i>Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία ΑΣΑ</i>	26
3.3.3	<i>Στοιχεία συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων.</i>	28
3.3.4	<i>Τελική επεξεργασία / διάθεση των ΑΣΑ</i>	32
3.4	Η επίδραση της χρήσης του Ξηραντήρα στο σύστημα συλλογής και διαχείρισης των ΑΣΑ του Δήμου.	34
3.5	Ανάλυση Δεδομένων.....	35
3.5.1	<i>Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου</i>	35
3.5.1.1	Λειτουργική Μονάδα (Functional Unit)	35
3.5.1.2	Όρια του Συστήματος (System Boundaries)	36
3.5.2	<i>Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis)</i>	38
3.5.2.1	Στοιχεία για την λειτουργία του Ξηραντήρα	39
3.5.2.2	Επιπτώσεις από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.....	40
3.5.2.3	Έμμεσα οφέλη από την λειτουργία του Ξηραντήρα	42

3.5.3	Εκτίμηση επιπτώσεων (<i>Impact assessment</i>) και Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (<i>Interpretation</i>)	46
3.5.3.1	Υπολογισμός εκπομπών	46
3.5.3.2	Κατηγοριοποίηση - Χαρακτηρισμός (<i>Characterization</i>)	51
3.5.3.3	Κανονικοποίηση (<i>Normalization</i>)	75
3.5.3.4	Ανάλυση Ευαισθησίας.....	77
4	Παραπομπές.....	80
5	Παράρτημα.....	82

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Δείκτες αναφοράς για το στάδιο της κανονικοποίησης (EU-25 για το έτος 2000).....	19
Πίνακας 2: Μέση ποιοτική σύσταση αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα (ΚΥΑ 50910/2003).....	27
Πίνακας 3: Μέση ποιοτική σύσταση αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα (ΥΠΕΚΑ, 2011).....	28
Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά των απορριμματοφόρων και των φορτηγών μεταφόρτωσης του Δήμου Παπάγου - Χολαργού.	31
Πίνακας 5: Ισοζύγια μάζας και ενέργειας για την λειτουργία του Ξηραντήρα.....	39
Πίνακας 6: Ενεργειακό μείγμα Ελλάδας (2009)	40
Πίνακας 7: Βασικές αέριες εκπομπές από την παραγωγή Ενέργειας στην Ελλάδα	41
Πίνακας 8: Υγρά απόβλητα από την παραγωγή Ενέργειας στην Ελλάδα	41
Πίνακας 9α: Υπολογισμός της εξοικονόμησης απορριμματοφόρων (εντός Δήμου)....	43
Πίνακας 9β: Εξοικονόμηση φορτηγών οχημάτων (μεταφόρτωση)	44
Πίνακας 10: Συνολικές Εκπομπές ανά Στάδιο του συστήματος υπό μελέτη.....	47
Πίνακας 11: Αποτελέσματα από την AKZ (κατηγορίες επίδρασης)	52
Πίνακας 12: Παρουσίαση των κανονικοποιημένων αποτελεσμάτων.....	75
Πίνακας 13: Αποτελέσματα της Ανάλυσης Ευαισθησίας του συστήματος.....	78
Πίνακας 14: Παράδειγμα της μορφής που παρουσιάζονται οι συντελεστές στην μέθοδο CML Baseline 2000 για ενδεικτικούς αέριους ρύπους.....	83
Πίνακας 15: Αποτελέσματα χωρίς αλλά και με την χρήση του Ξηραντήρα, καθώς και το έμμεσο όφελος που προκύπτει (πηγή: WasteSum LCI)	84

Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 1 :Στάδια της μεθοδολογίας για την ΑΚΖ σύμφωνα με το ISO 14040, 2006. ...	11
Σχήμα 2:Συνολική ποσοστιαία επίδραση ανά στάδιο στον κύκλο ζωής του Ξηραντήρα (αναλυτικά).....	55
Σχήμα 3: Συνολική ποσοστιαία επίδραση ανά στάδιο στον κύκλο ζωής του Ξηραντήρα (συνοπτικά).....	56
Σχήμα 4: Συνολική επίδραση ανά στάδιο (μη συγκρίσιμες τιμές)	57
Σχήμα 5: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία <i>Global Warming</i>	59
Σχήμα 6: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία <i>Global Warming</i>	60
Σχήμα 7: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία <i>Human Toxicity</i>	61
Σχήμα 8: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία <i>Human Toxicity</i>	62
Σχήμα 9: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία <i>Freshwater Aquatic Ecotoxicity</i>	63
Σχήμα 10: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία <i>Freshwater Aquatic Ecotoxicity</i>	64
Σχήμα 11: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία <i>Marine Aquatic Ecotoxicity</i>	65
Σχήμα 12: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία <i>Marine Aquatic Ecotoxicity</i>	66
Σχήμα 13: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία <i>Terrestrial Ecotoxicity</i>	67
Σχήμα 14: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία <i>Terrestrial Ecotoxicity</i>	68
Σχήμα 15: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία <i>Photochemical Oxidation</i>	69
Σχήμα 16: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία <i>Photochemical Oxidation</i>	70
Σχήμα 17: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία <i>Acidification</i>	71
Σχήμα 18: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία <i>Acidification</i>	72
Σχήμα 19: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία <i>Eutrophication</i>	73
Σχήμα 20: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία <i>Eutrophication</i>	74
Σχήμα 21: Εποπτική παρουσίαση των κανονικοποιημένων αποτελεσμάτων (1/έτος)	76

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Θέση ΧΥΤΑ Φυλής σε σχέση με τον Δήμο Παπάγου – Χολαργού (πηγή: Google Earth).....	29
Εικόνα 2: Διαδρομή που ακολουθούν τα φορτηγά μεταφόρτωσης από το Δήμο Παπάγου – Χολαργού στον ΧΥΤΑ Φυλής – 25χμ (πηγή: Google Earth)	30
Εικόνα 3: Εγκαταστάσεις ΧΥΤΑ Φυλής (πηγή: Google Earth).....	33
Εικόνα 4: Υπολογισμοί μετατροπών της λειτουργικής μονάδας.....	36
Εικόνα 5: Όρια του υπό μελέτη συστήματος (System Boundaries).....	37
Εικόνα 6: Εποπτική παρουσίαση των ισοζυγίων μάζας και ενέργειας για την λειτουργία του Ξηραντήρα	39

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικές πληροφορίες

Η βιώσιμη παραγωγή όλων των προϊόντων αποτελεί έναν από τους βασικούς άξονες της πορείας προς μία βιώσιμη ανάπτυξη. Η επίτευξη αυτής της βιώσιμης ανάπτυξης στηρίζεται βέβαια στην ύπαρξη εργαλείων και μεθόδων που να επιτρέπουν την ποσοτικοποίηση, αλλά και τη σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής και παροχής αγαθών και υπηρεσιών. Με τον τρόπο αυτόν, καθίσταται εφικτή τόσο η σωστότερη επιλογή ενός αγαθού μεταξύ πολλών εναλλακτικών, όσο και η βελτιστοποίηση της εκάστοτε παραγωγικής διαδικασίας ενός συγκεκριμένου προϊόντος, έτσι ώστε να γίνει περιβαλλοντικά πιο βιώσιμη.

Οι επιπτώσεις που έχει ένα προϊόν στο περιβάλλον δεν περιορίζονται όμως ούτε μόνο στην αυτή καθ' αυτή παραγωγική του διαδικασία ούτε μόνο στην χρήση του. Κάθε προϊόν έχει ένα κύκλο ζωής, ο οποίος ξεκινά από την εξόρυξη των πρώτων υλών, την κατασκευή του προϊόντος, την χρήση του και τέλος την πορεία προς την τελική του απόρριψη. Συνεπώς κάθε δραστηριότητα ή διεργασία κατά τη διάρκεια της ζωής ενός προϊόντος έχει ως αποτέλεσμα διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες προέρχονται από την εξόρυξη των πρωτογενών φυσικών πόρων (π.χ. χρήση εδάφους, υδατικών πόρων ή ορυκτών καυσίμων), τη βιομηχανική επεξεργασία των προϊόντων, τη μεταφορά, τη διανομή τους, την κατανάλωση ή χρήση τους και τέλος η τελική τους διάθεση στο περιβάλλον (επαναχρησιμοποίηση, αξιοποίηση, διάθεση ανακύκλωση κ.λπ.). (SETAC, 2002, Μουσιόπουλος, 1999)

Το μεθοδολογικό εργαλείο που βοηθά στην αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, έχει καθιερωθεί διεθνώς να αναφέρεται ως Life Cycle Assessment (LCA) ή Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) στην ελληνική ορολογία.

1.2 Σκοπός της παρούσας μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αναλυθούν οι γενικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής ενός πρωτοποριακού συστήματος οικιακής ξήρανσης οργανικών αποβλήτων, με την χρήση του εργαλείου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, στοχεύοντας τόσο στην υποβοήθηση της διαδικασίας βελτιστοποίησης του σε επόμενο στάδιο, όσο και στην ποσοτικοποίηση των αναμενόμενων περιβαλλοντικών οφελών που προκύπτουν από την χρήση του.

Η μελέτη αυτή αποτελεί το Παραδοτέο 6(c) του προγράμματος DRYWASTE (LIFE 08 ENV/GR/000566) το οποίο συγχρηματοδοτείται σε ποσοστό 50% από το χρηματοδοτικό εργαλείο Life+.

2 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

2.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε, η Ανάλυση Κύκλου Ζωής, είναι ένα από τα εργαλεία περιβαλλοντικής διαχείρισης και λήψης αποφάσεων που συμβάλλει ουσιαστικά στη βιώσιμη ανάπτυξη, στην πρόληψη της ρύπανσης και στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων.

Σύμφωνα με την Κοινωνία της Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας (Society of Environmental Toxicology and Chemistry – SETAC), οι στόχοι της διενέργειας μιας Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι οι εξής (SETAC, 2002):

1. Η παροχή μιας όσο το δυνατόν ολοκληρωμένης εικόνας των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μιας δραστηριότητας ή προϊόντος και του περιβάλλοντος.
2. Η συνεισφορά στην κατανόηση των σχέσεων φυσικής αλληλεξάρτησης που υπάρχουν ανάμεσα στις ανθρώπινες δραστηριότητες και το περιβάλλον
3. Η προσφορά της απαιτούμενης πληροφόρησης στους φορείς λήψης αποφάσεων σχετικά με τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των δραστηριοτήτων τους.

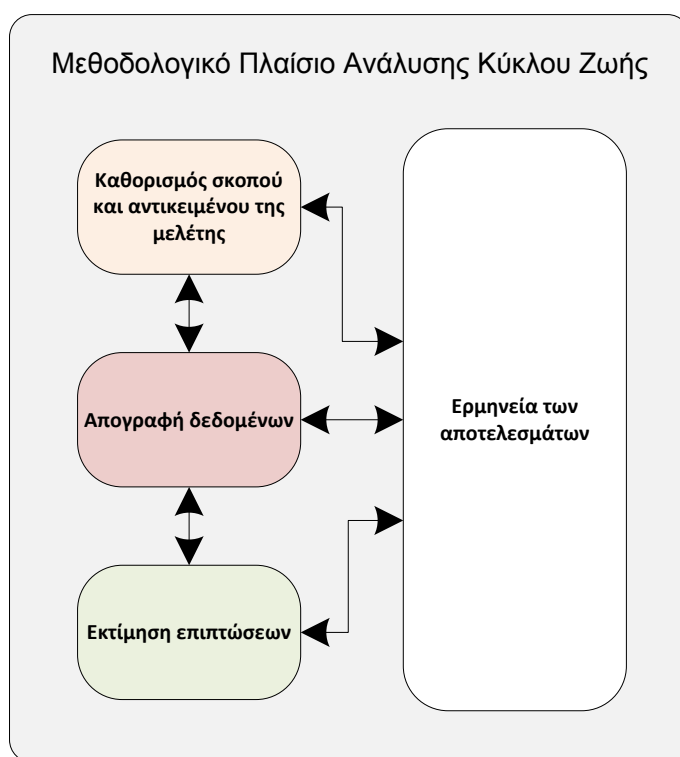
Τα πρακτικά οφέλη που προκύπτουν από μια ΑΚΖ είναι ότι (SETAC, 2002, Μουσιόπουλος, 1999, Στέλιου, 2005):

- ✓ Προσφέρει μια κοινή βάση αναφοράς για τη σύγκριση εναλλακτικών προϊόντων, υλικών και δραστηριοτήτων ως προς την περιβαλλοντική τους επίδοση.
- ✓ Μπορεί και αναδεικνύει εκείνα τα σημεία του κύκλου ζωής που επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον και έτσι να υποβοηθή την βελτιστοποίηση τους.
- ✓ Βοηθά στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη νέων προϊόντων και παραγωγικών διεργασιών με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- ✓ Προσφέρει ουσιαστική βοήθεια για την αποτίμηση των αποτελεσμάτων περιβαλλοντικών πολιτικών και δράσεων σε σχέση με εξοικονόμηση πρώτων υλών, ανακύκλωση, εκπομπές ρύπων κ.λπ. καθώς επίσης και την εκπαίδευση σε θέματα πρόληψης ή μείωσης της ρύπανσης

2.2 Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής κατά τα πρότυπα ISO 14040-14044

Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό για την Προτυποποίηση (ISO), η μεθοδολογία για την Ανάλυση Κύκλου Ζωής των προϊόντων (αγαθών και υπηρεσιών) όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1 αποτελείται από τέσσερα στάδια (ISO 14040-14044, 2006). Αυτά είναι:

1. Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης (Goal and scope definition)
2. Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis)
3. Εκτίμηση επιπτώσεων (Impact assessment)
4. Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Interpretation)



Σχήμα 1 : Στάδια της μεθοδολογίας για την AKZ σύμφωνα με το ISO 14040, 2006.

Τα εν λόγω στάδια αναφέρονται αναλυτικά στις ακόλουθες παραγράφους.

2.2.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης (Goal & Scope Definition)

Ο καθορισμός του σκοπού και πλαισίου της ανάλυσης είναι το πρώτο και ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο στην εφαρμογή της AKZ γιατί από αυτό θα εξαρτηθεί το γιατί γίνεται η μελέτη αυτή, το τι θέλει να υπολογίσει αλλά και η έκταση που θα

καλύψει. Επιπρόσθετα όπως και κάθε άλλη μεθοδολογία, το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την AKZ αναπόφευκτα περιέχει απλοποιήσεις και παραδοχές. Τα σημαντικότερα ζητήματα που συνδέονται με το σκοπό και το πλαίσιο της AKZ, είναι:

- ✓ Η ακριβής αποτύπωση του σκοπού για τον οποίο γίνεται η AKZ
- ✓ Ο λεπτομερής καθορισμός του κύκλου ζωής και της χρήσης του προϊόντος
- ✓ Ο καθορισμός της λειτουργικής μονάδας (functional unit)
- ✓ Ο ορισμός και περιγραφή των ορίων του συστήματος
- ✓ Ο καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών για τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν
- ✓ Οι υποθέσεις, περιορισμοί και απαιτήσεις για την επακόλουθη ερμηνεία

Ουσιαστικά, το πλαίσιο της μελέτης βασίζεται στο επίπεδο λεπτομέρειας που απαιτείται για την εφαρμογή των αποτελεσμάτων. Άλλωστε το τελικό αποτέλεσμα της μελέτης, εξαρτάται κυρίως από την ακρίβεια των στοιχείων που εισάγονται.

Η λειτουργική μονάδα (functional unit) είναι το βασικότερο μέτρο της λειτουργίας του υπό μελέτη συστήματος και παρέχει μια κοινή αναφορά επιτρέποντας τη σύγκριση δύο διαφορετικών συστημάτων.

Τα όρια του συστήματος καθορίζουν ποιες διεργασίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη μελέτη AKZ. Ο καθορισμός των ορίων του συστήματος γίνεται κατά τον ορισμό του πλαισίου.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από τις μελέτες AKZ, εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα των δεδομένων που εισάγονται. Γενικά για κάθε στοιχείο, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η χρονική και γεωγραφική κάλυψη, η ακρίβεια, η επαναληψιμότητα και η όσο είναι δυνατόν η αντιπροσωπευτικότητα του στο γεωγραφικό και χρονικό πλαίσιο που έχει οριστεί.

Το διάγραμμα ροής (Flow Diagram) των διαδικασιών διαμορφώνει μια ποιοτική γραφική απεικόνιση όλων των σχετικών διεργασιών που περιλαμβάνονται στον κύκλο ζωής του συστήματος που μελετάται. Τονίζεται ότι το διάγραμμα ροής πρέπει να περιλαμβάνει μόνο εκείνα τα στάδια του κύκλου ζωής που αναλύονται, δηλαδή μόνο τα στάδια που έχουν συμπεριληφθεί εντός των ορίων του συστήματος. Το σημαντικότερο σημείο που πρέπει να προσεχθεί είναι όλες οι αναφορές να γίνονται ως προς τη λειτουργική μονάδα για να διατηρούνται τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας (Κορωνάιος, 2008).

2.2.2 Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis)

Στο δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας της AKZ είναι το στάδιο της απογραφής ή/και εκτίμησης των δεδομένων. Στο στάδιο αυτό κάθε υποπροϊόν θα πρέπει να παρουσιάζεται ως ένα σύστημα. Ως σύστημα ορίζεται το σύνολο των διεργασιών που συνδέονται με ροή μάζας ή ενέργειας. Το σύστημα μπορεί να παρουσιαστεί ακόμα και σαν ένα κουτί, όπου μέσα σε αυτό περικλείονται διάφορες διεργασίες οι καθαυτή φύση των οποίων δεν μας απασχολεί (black box) (Μουσιόπουλος, 1999).

Η απογραφή δεδομένων, είναι μια ποσοτική περιγραφή της συνολικής ροής μάζας και ενέργειας μέσα στα όρια του συστήματος ή υποσυστημάτων. Κάθε ένα από αυτά έχει ως είσοδο την έξοδο μιας διεργασίας που προηγείται, ενώ η έξοδος του υποσυστήματος υπολογίζεται ως είσοδος για την επόμενη διεργασία που ακολουθεί. Έτσι κατά την απογραφή δεδομένων προσδιορίζονται όλα τα εισερχόμενα και εξερχόμενα του συστήματος (εισροές και εκροές) (ISO 14040-14044, 2006).

Οι πηγές των δεδομένων μπορεί να είναι πρωτογενείς και να προέρχονται από δεδομένα εργαστηριακών δοκιμών, μετρήσεις. Πολλές φορές βέβαια συμβαίνει να μην υπάρχουν δεδομένα για όλα τα στάδια του συστήματος. Στις περιπτώσεις αυτές γίνονται *ορθές εκτιμήσεις βάσει μοντέλων* ή *εκτιμήσεις βάσει βιβλιογραφίας, δημοσιεύσεων, βάσεων δεδομένων, παρόμοιων μελετών AKZ κ.λπ.* που ανταποκρίνονται όσο καλύτερα γίνεται στα χαρακτηριστικά του συστήματός υπό μελέτη.

Στο σημείο αυτό βέβαια πρέπει να τονιστεί ότι στο στάδιο της απογραφής των δεδομένων κάθε AKZ παρουσιάζει διακυμάνσεις, αβεβαιότητες και πιθανά κενά. Οι παραπάνω παράμετροι πρέπει να παρουσιάζονται στο στάδιο του καθορισμού του σκοπού της μελέτης, και να αναλύονται κατά το στάδιο της ερμηνείας των αποτελεσμάτων.

2.2.3 Εκτίμηση επιπτώσεων (Impact assessment)

Η εκτίμηση των επιπτώσεων, το τρίτο στάδιο της μεθοδολογίας, είναι μια ποιοτική ή/και ποσοτική διεργασία η οποία χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει τις πιθανές (αρνητικές ή συγκριτικά θετικές) περιβαλλοντικές συνέπειες που προσδιορίζονται στο στάδιο της απογραφής δεδομένων.

Η περιβαλλοντική επίπτωση ενός προϊόντος μπορεί να περιγραφεί με διάφορους τρόπους, αλλά συνήθως καταλήγει στον υπολογισμό της επίπτωσης του προϊόντος εξετάζοντας στις εξόδους, τις επιπτώσεις ή καταστροφές που προκαλούνται σε μια

ή περισσότερες φάσεις του κύκλου ζωής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εντοπίζονται τα σημαντικότερα προβλήματα και σε ποιο στάδιο της ζωής του προϊόντος συμβαίνουν (Κορωναίος, 2008, Μουσιόπουλος, 1999).

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14040 και 14044, η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών των προϊόντων μπορεί να αφορά επιπτώσεις ενδιάμεσου (midpoint) ή και τελικού αποδέκτη (endpoint).

Η προσέγγιση «ενδιάμεσου σημείου», περιλαμβάνει κατηγορίες επιπτώσεων όπως η αλλαγή κλίματος, η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος, η δημιουργία τροποσφαιρικού όζοντος (αιθαλομίχλη), ο ευτροφισμός, η οξίνιση, οι τοξικολογικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα, η μείωση των μη ανανεώσιμων ορυκτών πόρων, η χρήση ύδατος, η χρήση εδάφους, η δημιουργία θορύβου κ.α.

Στη προσέγγιση «τελικού σημείου», οι επιπτώσεις ταξινομούνται γενικά σε τρία γενικά επίπεδα προστασίας (PRé Consultants, 2000, Μουσιόπουλος, 1999, Στέλιου, 2005):

- ✓ της εξάντλησης των φυσικών πόρων.
Οι φυσικοί πόροι διακρίνονται σε μη ανανεώσιμους (πόροι που μόνο ένα πεπερασμένο απόθεμά τους είναι διαθέσιμο), σε ανανεώσιμους (π.χ. ήλιος, ανακυκλωμένα υλικά κ.λπ) και βιοτικούς (πόροι που συνδέονται με τη χλωρίδα και την πανίδα).
- ✓ της ανθρώπινης υγείας σε δύο επίπεδα, ήτοι άμεσο που προκαλεί οξείες επιπτώσεις (π.χ. από πυρκαγιές, εκρήξεις, κ.λπ.) και έμμεσο, δηλαδή μακροπρόθεσμες επιπτώσεις που προκαλούνται από τη χρόνια έκθεση των ανθρώπων σε τοξικές ουσίες (π.χ. βενζόλιο, εντομοκτόνα),
- ✓ της «υγείας» του οικοσυστήματος. Εδώ εξετάζονται πιθανές επιπτώσεις στη δομή (πληθυσμός, επίπεδα διατροφής, φυσικό περιβάλλον), στη λειτουργία (παραγωγικότητα, διεργασία) κ.λπ.

Οποιαδήποτε όμως προσέγγιση και αν ακολουθηθεί, η σειρά των βασικότερων σταδίων της Εκτίμησης Επιπτώσεων, έχει ως εξής:

- ✓ Επιλογή της μεθόδου και των κατηγοριών επιπτώσεων που θα χρησιμοποιηθούν (πχ «κλιματική αλλαγή» κ.λπ).

- ✓ Κατηγοριοποίηση (**Classification**) των στοιχείων της απογραφής δεδομένων στις επιλεγμένες κατηγορίες επιπτώσεων. Π.χ. οι εκπομπές CO₂, CH₄, N₂O πρέπει να ταξινομηθούν στην επίπτωση «κλιματική αλλαγή» καθώς όλα τα παραπάνω αποτελούν αέρια του θερμοκηπίου.
- ✓ Χαρακτηρισμός (**Characterisation**), ήτοι ο υπολογισμός των συνολικών δεικτών κατηγορίας επιπτώσεων χρησιμοποιώντας συντελεστές χαρακτηρισμού. Ο δείκτης πχ της επίπτωσης «κλιματική αλλαγή» είναι κιλά ισοδύναμου CO₂. Άρα οι εκπομπές CH₄ πρέπει να πολλαπλασιαστούν με δείκτη χαρακτηρισμού (ο δείκτης αυτός είναι συνήθως το 21 σε χρονικό ορίζοντα 100 χρόνων), για να μετατραπούν οι εκπομπές CH₄ σε ισοδύναμες εκπομπές CO₂.
- ✓ Κανονικοποίηση (**Normalization**). Στο στάδιο αυτό, το οποίο δεν είναι υποχρεωτικό κατά το πρότυπο ISO αλλά είναι άκρως διαφωτιστικό στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, γίνεται ο υπολογισμός των αποτελεσμάτων του συνολικού δείκτη ανά κατηγορία επιπτώσεων σε σχέση με κάποιες τιμές αναφοράς.

Σε μία μελέτη μπορεί να υπάρχουν και άλλα στάδια όπως πχ η ομαδοποίηση και η στάθμιση (weighting) ωστόσο, τα στάδια αυτά, πέραν του ότι δεν είναι υποχρεωτικά, διέπονται από μια άκρα υποκειμενικότητα στην εφαρμογή τους. Ως εκ τούτου δεν συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα μελέτη.

2.2.3.1 Κατηγορίες επιπτώσεων

Στις ενότητες που ακολουθούν, θα αναλυθούν περαιτέρω τα στάδια της Εκτίμησης Επιπτώσεων. Τονίζεται ότι οι κατηγορίες εξαρτώνται από την μέθοδο που θα ακολουθηθεί.

Ταξινόμηση (Classification)

Στη φάση της ταξινόμησης, οι πληροφορίες από την απογραφή δεδομένων (περιβαλλοντικά φορτία) αντιστοιχίζονται στις διάφορες δυνατές κατηγορίες επιπτώσεων, ανάλογα με την μέθοδο που επιλέχτηκε. Ως επί των πλείστον, οι υπολογισθείσες εκπομπές συνεισφέρουν σε περισσότερες από μια επιπτώσεις-κατηγορία. Για παράδειγμα οι εκπομπές Διοξειδίου του Αζώτου (NO₂) συντελούν τόσο στην εξάντληση των στο φαινόμενο της όξυνσης όσο και του ευτροφισμού.

Χαρακτηρισμός (Characterization)

Μετά την ταξινόμηση των περιβαλλοντικών φορτίων στις διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων ακολουθεί το στάδιο του χαρακτηρισμού. Στο στάδιο αυτό

πραγματοποιείται η ανάλυση, η ποσοτικοποίηση και οι άθροιση των περιβαλλοντικών φορτίων και επιπτώσεων που ανήκουν στις διάφορες επί μέρους κατηγορίες.

Ο χαρακτηρισμός μπορεί να προσεγγιστεί μέσω της συσχέτισης των πληροφοριών από πίνακες απογραφής δεδομένων ανάλογα με την μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί. Επίσης, υπάρχουν προσεγγίσεις που προσπαθούν να μοντελοποιήσουν την έκθεση και τις επιδράσεις. Από το στάδιο του χαρακτηρισμού προκύπτουν μετρήσεις και περιγραφές επιπτώσεων οι οποίες χαρακτηρίζονται ως «προφίλ επιπτώσεων» (ISO 14040-14044, 2006, Μουσιόπουλος, 1999).

Οι δείκτες για κάθε κατηγορία επιπτώσεων με βάση τα στοιχεία της απογραφής δεδομένων ενός προϊόντος μπορούν να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας διάφορες εξισώσεις, συντελεστές, βάσεων δεδομένων κ.λπ. Οι συντελεστές αυτοί είναι αποτελέσματα υπολογισμών των μοντέλων χαρακτηρισμού και εξαρτώνται από την μέθοδο που ακολουθείται.

Τα στοιχεία της απογραφής δεδομένων τελικώς εκφράζονται σε όρους ισοδύναμης μονάδας, η οποία για κάθε κατηγορία είναι μοναδική. Για παράδειγμα, οι σχετικές συνεισφορές των διαφορετικών αερίων στην κατηγορία επίπτωσης «κλιματική αλλαγή» αποτιμούνται συνήθως με βάση τα ισοδύναμα του διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιώντας τα σχετικά δυναμικά κλιματικής αλλαγής (GWPs) σε ορίζοντα 100 ή 500 χρόνων. Έτσι κάθε ρύπος που συνεισφέρει στην κλιματική αλλαγή μπορεί να μετατραπεί σε ισοδύναμα του διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιώντας συγκεκριμένους συντελεστές.

Για μια τιμή $GWP_{100}=21$ ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα, συμπεραίνουμε ότι 1 κιλό της ουσίας αυτής έχει την ίδια επίπτωση αλλαγής κλίματος με 21 κιλά διοξειδίου του άνθρακα σε χρονικό ορίζοντα 100 ετών. Σημειώνεται ότι οι συντελεστές είναι μοναδικοί ανά κατηγορία, ρύπο, μέσο (πχ αέρας, νερό κ.α.), χρονικό περιθώριο, χωρικό περιβάλλον κ.λπ.

Αθροιστικά τώρα, για όλους τους ρύπους που συνεισφέρουν με μία κατηγορία, η τελική τιμή της κατηγορίας σε ισοδύναμη μονάδα προκύπτει όταν τους προαναφερθέντες συντελεστές τους πολλαπλασιάσουμε με την ποσότητα του ρύπου που εκπέμπεται.

Για την κλιματική αλλαγή (Global Warming) για παράδειγμα η εξίσωση είναι η εξής:

$$\text{Global Warming Potential} = \sum_i GWP_{a,i} * m_i$$

όπου

- $GWP_{a,i}$: Συντελεστής Global Warming Potential για την ουσία/μέσο i σε χρονικό περιθώριο a .
- m_i : ποσότητα του ρύπου i που εκπέμπεται σε συγκεκριμένο μέσο (kg).

Η τελική τιμή, προκύπτει σε ισοδύναμα κιλά του διοξειδίου του άνθρακα. Ανάλογες εξισώσεις υπάρχουν και για τις υπόλοιπες κατηγορίες.

Κανονικοποίηση (Normalization)

Επιπλέον, μπορεί να τεθεί η ανάγκη σύγκρισης αποτελεσμάτων μεταξύ των διαφόρων επιπτώσεων, ή ακόμα και μεταξύ των Περιοχών Προστασίας, για να δώσει προτεραιότητα ή για να επιλύσει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εναλλακτικών προϊόντων (π.χ. χαμηλότεροι δείκτες αλλαγής κλίματος για μια επιλογή, αλλά υψηλότερα τοξικολογικά αποτελέσματα δεικτών για μια άλλη). Η σύγκριση μεταξύ δεικτών κατηγορίας επιπτώσεων είναι ένα προαιρετικό βήμα σε μερικές εφαρμογές AKZ όπως αναφέρεται στον ISO 14040 και μπορεί να επιτευχθεί στο στάδιο της κανονικοποίησης (ISO 14040, 2006, Μουσιόπουλος, 1999, Στέλιου, 2005).

Μέθοδοι της κανονικοποίησης επιτρέπουν τα αποτελέσματα των διαφόρων κατηγοριών επιπτώσεων να συγκρίνονται με μια πρότυπη τιμή. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η κατηγορία επιπτώσεων διαιρείται με την τιμή αναφοράς. Οποιαδήποτε τιμή μπορεί να επιλεγεί ως τιμή αναφοράς, αλλά συνήθως αυτή η τιμή αναφοράς είναι οι ετήσιες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις σε μια χώρα ή μια ήπειρο, διαιρεμένες με τον αντίστοιχο αριθμό κατοίκων. Η εξίσωση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι:

$$N_k = \frac{P_k}{R_k}$$

όπου:

K: δείκτης που δηλώνει την κατηγορία επίπτωσης,

N: δείκτης κανονικοποίησης,

P : άθροισμα από τη φάση χαρακτηρισμού, και

R : τιμή αναφοράς.

Ακολουθώντας αυτή την προσέγγιση, μετά την κανονικοποίηση, όλες οι κατηγορίες επιπτώσεων έχουν την ίδια μονάδα, πχ ανά έτος (1/yr) ή ανά κάτοικο Ευρώπης (1/κάτοικο), γεγονός που επιτρέπει τη ευκολότερη σύγκρισή τους.

Για παράδειγμα, έστω ότι υπολογίζουμε τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη διαχείριση απορριμμάτων στην Ευρώπη. Αυτός ο αριθμός, θα μπορεί να κανονικοποιηθεί διαιρώντας τον με τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη. Αυτό, μας επιτρέπει να βρούμε τη σχετική βαρύτητα των εκπομπών της διαχείριση απορριμμάτων, σε σχέση με τις συνολικές εκπομπές της στην Ευρώπη. Ομοίως, θα μπορούσαμε να «κανονικοποιήσουμε» τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη διαχείριση απορριμμάτων στην Ελλάδα, σε σχέση με τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη διαχείριση απορριμμάτων στην Ευρώπη κ.ο.κ..

Ο στόχος της κανονικοποίησης είναι διπλός (Pennington et al, 2004):

- ✓ Να τοποθετήσει τα αποτελέσματα της εκτίμησης επιπτώσεων σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, και
- ✓ Να ρυθμίσει τα αποτελέσματα ώστε να έχουν κοινές διαστάσεις.

Τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για την ανάδειξη της σχετικής σπουδαιότητας των διαφόρων κατηγοριών επιπτώσεων. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η φάση της κανονικοποίησης την παραδοχή ότι όλες οι κατηγορίες είναι ισοδύναμες, για παράδειγμα δηλαδή η αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου και οι οικοτοξικολογικές επιπτώσεις στην Ευρώπη είναι ισοδύναμης σπουδαιότητας.

Αυτό το θέμα μπορεί να λυθεί με συντελεστές στάθμισης, η αξιοπιστία των οποίων όμως βάλλεται αρκετά από την υποκειμενική τους φύση.

2.2.3.2 Μέθοδος CML Baseline 2000

Για την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκε η διεθνώς αναγνωρισμένη μέθοδος CML – Baseline 2000, η οποία έχει αναπτυχθεί και υποστηρίζεται πλήρως και διαρκώς από το Institute of Environmental Science of Leiden University (CML, 2010), ενώ χρησιμοποιείται και από εμπορικά λογισμικά όπως το SimaPro (<http://www.pre.nl/simapro>) κ.α..

Οι κατηγορίες των επιπτώσεων που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα μελέτη, βασίζονται στην εν λόγω μέθοδο, και είναι οι εξής ¹:

- ✓ η παγκόσμια υπερθέρμανση, (Global warming 100)
- ✓ η εξασθένιση της στρωβάδας του όζοντος, (Ozone layer depletion)
- ✓ η ανθρώπινη τοξικότητα, (Human toxicity)
- ✓ η οικοτοξικότητα του γλυκού νερού, (Fresh water aquatic ecotoxicity)
- ✓ η θαλάσσια οικοτοξικότητα, (Marine aquatic ecotoxicity)
- ✓ η εδαφική οικοτοξικότητα, (Terrestrial ecotoxicity)
- ✓ η φωτοχημική οξείδωση, (Photochemical oxidation)
- ✓ η οξίνιση (Acidification)
- ✓ ο ευτροφισμός (Eutrophication)

Παράδειγμα της μορφής των συντελεστών της μεθόδου για συγκεκριμένους ρύπους δίνεται στο παράρτημα.

Προχωρώντας στην κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές αναφοράς που δίνονται στην εν λόγω μέθοδο για την Ευρώπη των 25 του έτος 2000. Οι συντελεστές παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 1: Δείκτες αναφοράς για το στάδιο της κανονικοποίησης (ΕU-25 για το έτος 2000)

Κατηγορία	Δείκτης Αναφοράς	Μονάδα
Abiotic depletion	6,04E+06	kg antimony eq / yr
Global warming (100)	5,2E+12	kg CO2 eq / yr
Photochemical oxidation	1,73E+09	kg Ethylene eq / yr
Ozone layer depletion	1 E+7	kg CFC-11 eq / yr
Human Toxicity	5E+11	kg 1,4-2-ch-benzene eq / yr
Fresh water aquatic ecotoxicity	2,09E+11	kg 1,4-2-ch-benzene eq / yr
Terrestrial Ecotoxicity	1,16E+11	kg 1,4-2-ch-benzene eq / yr
Marine Aquatic Ecotoxicity	4,44E+13	kg 1,4-2-ch-benzene eq / yr
Acidification	1,68E+10	kg SO2 eq / yr
Eutrophication	1,53E+10	kg NOx eq / yr

¹ Για λόγους αναφοράς, στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιούνται οι Αγγλικοί όροι των κατηγοριών.

2.2.4 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Interpretation)

Η ερμηνεία είναι το στάδιο κατά το οποίο τα αποτελέσματα των προηγούμενων σταδίων και όλες οι παραδοχές εξετάζονται και αξιολογούνται και τέλος εξάγονται τα τελικά συμπεράσματα, ανάλογα με τον αρχικό σκοπό της ΑΚΖ.

Το πρότυπο ISO 14040-14044 έχει διαδραματίσει ένα πολύ βασικό ρόλο στην εξέλιξη του σταδίου της ερμηνείας. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, τρεις κύριες κατηγορίες δραστηριοτήτων έχουν προσδιοριστεί (ISO 14040-14044, 2006, Μουσιόπουλος, 1999):

- ✓ Η ανάλυση των αποτελεσμάτων
- ✓ Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων
- ✓ Η εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων και η διατύπωση προτάσεων

Κατά την ερμηνεία είναι σκόπιμο κατά περίπτωση να υλοποιείται και μία *ανάλυση ευαισθησίας*, κατά την οποία διάφορες αλλαγές στα δεδομένα εισάγονται σκόπιμα προκειμένου να καθοριστεί η σταθερότητα των αποτελεσμάτων όσον αφορά αυτές τις παραλλαγές. Η ανάλυση αβεβαιότητας χρησιμοποιεί εμπειρικά δεδομένα όσον αφορά τα εύρη αβεβαιότητας συγκεκριμένων στοιχείων για να υπολογίσει το συνολικό σφάλμα των αποτελεσμάτων. Ειδικά σε περιπτώσεις όπου τα δεδομένα δεν προέρχονται από συγκεκριμένες μετρήσεις όπου η αβεβαιότητα είναι μεγάλη, η ανάλυση ευαισθησίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο.

3 ΑΚΖ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Στην ΑΚΖ που ακολουθεί, ο Ξηραντήρας αντιμετωπίστηκε ως μέρος του υφιστάμενου συστήματος διαχείρισης αποβλήτων του Δήμου Παπάγου – Χολαργού, και όχι ως αυτόνομη μονάδα. Η προσέγγιση αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι τα έμμεσα οφέλη της λειτουργίας του Ξηραντήρα θα αντικατοπτρίζουν πλήρως την συγκεκριμένη περίπτωση (case-specific) και τα πραγματικά χαρακτηριστικά αυτής, ήτοι μεταφορά με συγκεκριμένου τύπου απορριμματοφόρα, εναπόθεση στον ΧΥΤΑ Φυλής κ.λπ..

Η χρήση του ξηραντήρα αναμένεται εν γένει να συνεισφέρει θετικά στο σύστημα, δεδομένου ότι στην παρούσα φάση η διαχείριση περιορίζεται στην εναπόθεση των αποβλήτων σε ΧΥΤΑ. Είναι προφανές ότι σε περίπτωση όπου η επεξεργασία που λαμβάνει χώρα στα ΑΣΑ του Δήμου ήταν διαφορετική (πχ αναερόβια χώνευση), οι επιπτώσεις θα διέφεραν αναλόγως. Η διαφοροποίηση αυτή, θα μπορούσε να αναλυθεί περεταίρω σε μελλοντικό στάδιο του έργου, αλλά η έλλειψη πραγματικών δεδομένων, στην παρούσα φάση θα οδηγούσε σε υποθετικά αποτελέσματα και προφανώς σε μη ασφαλή συμπεράσματα.

Τέλος, επισημαίνεται ότι με την μορφή που θα παρουσιαστούν εν τέλει τα αποτελέσματα της ΑΚΖ του Ξηραντήρα, το στάδιο της εναπόθεσης στον ΧΥΤΑ θα διαχωρίζεται εμφανώς από τα υπόλοιπα στάδια του συστήματος, και έτσι, θα μπορεί να υπάρξει μια πρώτη εικόνα για το πόσο επηρεάζει τα τελικά αποτελέσματα.

3.2 Περιγραφή και βασικές παράμετροι κατασκευής του Ξηραντήρα

3.2.1 Περιγραφή Ξηραντήρα.

Ο υπό μελέτη Ξηραντήρας αποτελείται από τα ακόλουθα δομικά μέρη.

1. Θάλαμος ξήρανσης

Ο θάλαμος ξήρανσης (Chamber) αποτελεί βασικό δομικό μέρος του Ξηραντήρα καθώς πέριξ αυτού προσαρμόζονται όλα τα υπόλοιπα συνθετικά μέρη. Έχει κυλινδρικό σχήμα και στο ανώτερο τμήμα του φέρει περιμετρική διαμόρφωση για τη συναρμογή του υποδοχέα εντός του οποίου συσσωρεύεται η μάζα των διατροφικών αποβλήτων. Ειδικότερα, η περιμετρική διαμόρφωση αποσκοπεί στην ανάρτηση επί του σώματος του θαλάμου, του δακτυλίου στήριξης (supporting ring) του μεταλλικού πλέγματος που συγκροτεί τον υποδοχέα Διατροφικών Αποβλήτων.

Για την κατασκευή του θαλάμου, ως συνθετικό υλικό χρησιμοποιήθηκε πηλός τύπου 'Stoneware' (Spanish Clay). Η σκοπιμότητα της επιλογής του εν λόγω υλικού οφείλεται κυρίως στην ευχέρεια της κατά το δυνατόν πιστότερης κατασκευής του δομικού μέρους, σύμφωνα με το σχέδιο. Επιπλέον, το εν λόγω υλικό παρέχει το πλεονέκτημα της θερμικής μόνωσης.

2. Βάση

Η βάση (Base) αποτελεί βασικό δομικό στοιχείο του Ξηραντήρα καθώς επί αυτής προσαρμόζονται οι ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις του θερμικού καλωδίου και του ανεμιστήρα (πτερωτή και κινητήρας). Έχει αξονοσυμμετρικό κυλινδρικό σχήμα και στο ανώτερο τμήμα της συνδέεται με τη διάταξη του θαλάμου. Περιμετρικά, φέρει διαμόρφωση με διατομή τεταρτοκύκλιου για τη διάχυση του 'θερμού' αέρα, από την περιοχή θέρμανσης προς το χώρο του υποδοχέα. Για την κατασκευή της βάσης, ως συνθετικό υλικό χρησιμοποιήθηκε πηλός τύπου 'Stoneware' (Spanish Clay).

3. Υποδοχέας Διατροφικών Αποβλήτων

Οι ποσότητες νωπής μάζας των διατροφικών αποβλήτων, αφού συγκεντρωθούν από το χρήστη, θα διατάσσονται στο εσωτερικό του υποδοχέα (Collector) προκειμένου να ξηρανθούν. Ο υποδοχέας είναι ένας κύλινδρος με μεγάλη διάμετρο βάσης και αναλογικά μικρό ύψος και στο ανώτερο τμήμα του φέρει περιμετρική διαμόρφωση για τη σταθερή συναρμογή αυτού, αφενός με το θάλαμο (κάτω επιφάνεια), αφετέρου, με το πώμα (άνω επιφάνεια). Η παράπλευρη επιφάνεια του υποδοχέα, συγκροτεί το διάτρητο πλέγμα με διαστάσεις διακένων τέτοιες ώστε, αφενός να επιτρέπουν την ελεύθερη διάχυση του 'θερμού' αέρα προς τα

συσσωρευμένα σωματίδια ΔΑ, αφετέρου, να παρεμποδίζουν πιθανή διέλευση των σωματιδίων, δια μέσω των διακένων προς το συλλεκτήρα συμπυκνωμάτων.

Για την κατασκευή, τόσο του δακτυλίου ανάρτησης του πλέγματος επί του θαλάμου, όσο και του πλέγματος αυτό καθαυτό, χρησιμοποιήθηκε κράμα αλουμινίου του τύπου 'Aluminium 1060 Alloy'. Ο εν λόγω τύπος αλουμινίου, εκτός από την ανοξειδωτή φύση του, χαρακτηρίζεται από υψηλή δυνατότητα μορφοποίησης και σχετικά χαμηλό κόστος.

4. Συλλεκτήρας Συμπυκνωμάτων

Στο συλλεκτήρα συμπυκνωμάτων (Plenum) συγκεντρώνονται οι ποσότητες των υδρατμών που υγροποιήθηκαν κατά τη διαδρομή τους στο εσωτερικό του Ξηραντήρα, κυρίως λόγω της επαφής τους με τα ψυχρά τοιχώματα του θαλάμου. Ο συλλεκτήρας συμπυκνωμάτων είναι τοποθετημένος στο κατώτερο τμήμα του θαλάμου έτσι ώστε, οι ποσότητες των υγροποιημένων υδρατμών να συγκεντρώνονται σε αυτόν κατερχόμενες λόγω βαρύτητας από το επίπεδο του υποδοχέα, και είναι ένα αξονοσυμμετρικό στερεό μορφής 'πιάτου'.

Για την κατασκευή του συλλεκτήρα συμπυκνωμάτων, ως συνθετικό υλικό χρησιμοποιήθηκε πηλός τύπου 'Stoneware' (Spanish Clay).

5. Πώμα

Η χειρονακτική τροφοδοσία του υποδοχέα με τις ημερησίως παραγόμενες ποσότητες ΔΑ, καθώς επίσης και η αφαίρεση του υποδοχέα από το εσωτερικό του ΞΔΑ, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η απόληψη του τελικού 'ξηρού' προϊόντος, επιτυγχάνεται δια μέσω του πώματος (Lid). Το πώμα τοποθετείται στο ανώτερο τμήμα του ΞΔΑ και έχει κυκλικό σχήμα.

Για την κατασκευή του πώματος, ως συνθετικό υλικό χρησιμοποιήθηκε πηλός τύπου 'Stoneware' (Spanish Clay).

6. Θερμικός Δίσκος

Ο θερμικός δίσκος (Thermal Plate) αποτελείται από μια μεταλλική πλάκα κυκλικού σχήματος επί της οποίας προσαρμόζεται το θερμικό καλώδιο. Η λειτουργικότητά του, εκτός από τη στήριξη του καλωδίου αφορά και στην διατήρηση των θερμικών φορτίων στην περιοχή θέρμανσης του εισερχόμενου 'νωπού' αέρα, αλλά και στο χώρο αναρρόφησης του αέρα από τα διάκενα της βάσης. Ο θερμικός δίσκος προσαρμόζεται επί της βάσης του Ξηραντήρα μέσω τεσσάρων κοχλιών. Στο κεντρικό

τμήμα φέρει ευμεγέθη κυκλική οπή μέσω της οποίας διασφαλίζεται η απρόσκοπτη περιστροφή της πτερωτής του ανεμιστήρα.

Για την κατασκευή του θερμικού δίσκου, χρησιμοποιήθηκε κράμα αλουμινίου του τύπου 'Aluminum 1060 Alloy'.

7. Διάταξη Απόσμησης

Η χρήση του φίλτρου απόσμησης αφορά στη δέσμευση των ενώσεων που αποτελούν συνθετικό στοιχείο των απαερίων της ξήρανσης και είναι υπεύθυνες για την έκλυση δυσάρεστων οσμών. Το φίλτρο απόσμησης αποτελείται από τον υποδοχέα (Filter Cup) του μέσου απόσμησης και το πώμα (Filter Cup).

Η συνολική διάταξη του φίλτρου απόσμησης (υποδοχέας και πώμα), κατασκευάστηκε από θερμοσκληρυνόμενο πλαστικό και πιο συγκεκριμένα πολυπροπυλένιο (PP).

3.2.2 Περιγραφή υλικών.

1. Πηλός τύπου 'Stoneware'

Άργιλος, αργιλώδες χώμα ή πηλός είναι γενικά ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένυδρα αργιλιούχα φυλλοπυριτικά πετρώματα που περιέχουν διάφορες ποσότητες μετάλλων, μεταλλικών οξειδίων και οργανικών ενώσεων. Τα κεραμικά υλικά βασίζονται στο αργιλώδες χώμα, που είναι και η πρώτη ύλη της κατασκευής τους.

Τα βασικά συστατικά του πηλού είναι το αργίλιο, το πυρίτιο και νερό, και η επίσημη του ονομασία είναι ένυδρο πυριτικό αργίλιο ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_3 \cdot 2H_2O$). Η καθαρότερη μορφή αργίλου είναι ο καολίνης. Το Stoneware είναι ένας υψηλής ποιότητας, γκρίζος προς λευκός πορσελανοειδής πηλός ψημένος άνω των $1200^{\circ}C$ (Στους $900^{\circ}C$ βαθμούς ψήνεται ο δικός μας και θέλει 15 (περίπου) ημέρες στέγνωμα πριν). Σε αυτήν την θερμοκρασία ο πηλός υαλοποιείται. Αυτό σημαίνει ότι έχει γίνει μη-πορώδεις και σκληρός σαν πέτρα. Το αποτέλεσμα είναι ένα πολύ ανθεκτικό προϊόν που δεν ξεφλουδίζει, ιδανικό για κάθε χρήση. Το Stoneware έχει επίσης, πολύ καλές μονωτικές ιδιότητες.

2. Κράμα αλουμινίου του τύπου 'Aluminum 1060 Alloy'

Το αλουμίνιο είναι σχετικά μη ανθεκτικό αλλά πολύ όλκιμο μέταλλο. Το μέτρο ελαστικότητας του είναι περίπου το ένα τρίτο του χάλυβα, κάτι που πρακτικά σημαίνει ότι το αλουμίνιο παραμορφώνεται ελαστικά τρεις φορές περισσότερο από τον χάλυβα, κάτω από αντίστοιχη φόρτιση. Αυτή η ιδιότητα δεν βελτιώνεται

σημαντικά με την κραμάτωση. Επίσης το αλουμίνιο και τα κράματα του κρατούν την ολκιμότητα τους και δεν γίνονται ψαθυρά ακόμη και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, κάτι που δεν συμβαίνει με τον χάλυβα και το τιτάνιο. Σαν τα περισσότερα μέταλλα ενισχύεται με ψυχρηλασία. Ακόμη περισσότερο δε, ενισχύεται με κραμάτωση με διάφορα στοιχεία (Χρυσουλάκης, 2011). (υπάρχει και εδώ με την ίδια σύνταξη <http://www.podilates.gr/?q=node/11684&page=2&p=>)

Το σύστημα σχεδιασμού και ονοματολογίας των κραμάτων διαμόρφωσης αλουμινίου περιλαμβάνει τέσσερα ψηφία όπου το πρώτο ψηφίο δείχνει τα κύρια κραματικά στοιχεία, το δεύτερο ψηφίο δείχνει τις διάφορες μορφές του αρχικού κράματος, ενώ το τρίτο και τέταρτο ψηφίο τις διαφορετικές μορφές του κάθε κράματος. Τα βασικά κράματα φαίνονται ακολούθως:

- 1xxx Καθαρό Al (Al >99,00%)
- 2xxx Κράματα Al-Cu
- 3xxx Κράματα Al-Mn
- 4xxx Κράματα Al-Si
- 5xxx Κράματα Al-Mg
- 6xxx Κράματα Al-Mg-Si
- 7xxx Κράματα Al-Zn
- 8xxx Κράματα Al με άλλα στοιχεία

Η σειρά 1xxx αντιπροσωπεύει το εμπορικά καθαρό αλουμίνιο, από το βασικό 1100 (99,00% min. Al) μέχρι τα σχετικά καθαρότερα 1050/1350 (99,50% min. Al) και 1175 (99,75% min. Al). Συνεπώς το *Aluminium 1060 Alloy* είναι κράμα 99,60 % Αλουμίνιο (Al) και 0,4% κάποιο άλλο μέταλλο. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήθηκε μαγγάνιο (Mg).

Για την κατασκευή του ξηραντήρα, συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 2,1 κιλά Aluminium 1060 Alloy.

3. Πολυπροπυλένιο (PP).

Το πολυπροπυλένιο (PP) είναι ένα θερμοπλαστικό πολυμερές, τραχύ και ασυνήθιστα ανθεκτικό σε πολλά χημικά διαλυτικά, οξέα και βάσεις.

3.3 Διαχείριση απορριμμάτων στο Δήμο Παπάγου-Χολαργού

3.3.1 Παραγόμενα Αστικά Στερεά Απορρίμματα (ΑΣΑ)

Τα ΑΣΑ είναι οικιακά και παρεμφερή Στερεά Απόβλητα (ή αστικά απορρίμματα) και περιλαμβάνουν τα απόβλητα που παράγονται κυρίως από οικισμούς, αλλά και τα απόβλητα άλλων δραστηριοτήτων που προσομοιάζουν με αυτά. Οι κυριότερες πηγές παραγωγής οικιακών και παρεμφερών απορριμμάτων Σ.Α., είναι οι κατοικίες, τα εμπορικά καταστήματα και άλλες «αστικές δραστηριότητες (π.χ. εστιατόρια, καφετέριες, ξενοδοχεία κλπ). στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται και Σ.Α. που παράγονται από άλλες δραστηριότητες, αλλά προσομοιάζουν με τα αστικά απορρίμματα. Τέτοια είναι π.χ. ένα τμήμα των Νοσοκομειακών Στερεών Απορριμμάτων, απόβλητα ορισμένων βιομηχανιών κλπ.

3.3.2 Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία ΑΣΑ

Τα βασικά κλάσματα των ΑΣΑ που εκφράζουν και την ποιοτική τους σύσταση περιλαμβάνουν συγκεκριμένα υλικά τα οποία ακολουθούν την παρακάτω γενική κατηγοριοποίηση:

- *Οργανικό κλάσμα (ζυμώσιμα υλικά):* Περιλαμβάνονται τα βιοαποδομήσιμα υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης όπως υπολείμματα κουζίνας και κήπου (φρούτα - λαχανικά, υπολείμματα τροφών, κλαδέματα κ.α.)
- *Χαρτί - Χαρτόνι:* Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται όλα τα προϊόντα από χαρτί (κυρίως από έντυπα και υλικά συσκευασίας κ.α.) και χαρτόνι όλων των μεγεθών.
- *Μέταλλα:* Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται όλα τα μέταλλα, σιδηρούχα (υλικά που παρουσιάζουν μαγνητικές ιδιότητες) και μη σιδηρούχα μεταλλικά αντικείμενα (κυρίως από αλουμίνιο) όπως κουτάκια αναψυκτικών, δοχεία κ.α.
- *Γυαλί:* Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται όλα τα είδη γυαλιού σε οποιοδήποτε χρώμα και σχήμα (μπουκάλια, ποτήρια, καθρέπτες κ.α.).
- *Πλαστικά:* Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται όλα τα είδη πλαστικών και πολυμερών υλικών που συναντώνται στα απορρίμματα όπως φιάλες, σακούλες, υλικά συσκευασίας, σωλήνες, συσκευασίες tetra-pack (χυμοί, τρόφιμα), περιτυλίγματα κ.α. Τα σύνθετα υλικά όπως είναι το tetra-pack μπορεί να αποτελεί και αυτόνομη κατηγορία.
- *Δέρμα, ξύλο, λάστιχο, υφάσματα (Δ-Ξ-Λ-Υ):* Στην κατηγορία αυτή ανήκουν υλικά μεγάλης θερμογόνου αξίας (συνήθως είναι κατάλληλα για καύση και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαδικασίες και μονάδες βιοαποδόμησης), όπως ξύλινες συσκευασίες, δερμάτινα ρούχα, έπιπλα κ.α. Επίσης ανήκουν υλικά όπως ρούχα, παπούτσια κ.α.

- **Διάφορα/Υπόλοιπα:** Η κατηγορία αυτή αποτελείται από υλικά τα οποία δεν ανήκουν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες όπως τα ογκώδη (π.χ. στρώματα, έπιπλα κ.α.), αδρανή κ.λπ.

Η μέση ποσοστιαία συμμετοχή των ως άνω αναφερόμενων υλικών στα ΑΣΑ, σύμφωνα με τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΚΥΑ 50910/24727/2003), έχει ως εξής:

Πίνακας 2: Μέση ποιοτική σύσταση αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα (ΚΥΑ 50910/2003)

Υλικό	Ποσοστό % κ.β.
Ζυμώσιμα	47
Χαρτί	20
Πλαστικά	8,5
Μέταλλα	4,5
Γυαλί	4,5
Υπόλοιπα	15,5
Σύνολο	100

Ωστόσο, με την πάροδο των ετών, παράλληλα με τη μείωση του ποσοστού του οργανικού κλάσματος στα ΑΣΑ, έχει παρατηρηθεί αρκετά σημαντική αύξηση των άλλων ρευμάτων (χαρτί/χαρτόνι, γυαλί, πλαστικό, ύφασμα), προσδίδοντας έτσι βαθμιαία, μεγαλύτερη θερμαντική αξία στα απορρίμματα. Το γεγονός αυτό συνδέεται με τα συνεχώς νέα σχέδια κατανάλωσης και τις απαιτήσεις του σύγχρονου marketing που επιτάσσουν τη δημιουργία περισσότερο συσκευασμένων προϊόντων.

Οι αλλαγές στη σύνθεση των ΑΣΑ, που επισημάνθηκαν ανωτέρω, αποτυπώνονται και στα προσφάτως δημοσιευμένα στοιχεία του ΥΠΕΚΑ (2011), σύμφωνα με τα οποία η μέση ποιοτική σύσταση των ΑΣΑ στην Ελλάδα διαμορφώνεται πλέον ως εξής:

Πίνακας 3: Μέση ποιοτική σύσταση αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα (ΥΠΕΚΑ², 2011)

Υλικό	Ποσοστό % κ.β.
Ζυμώσιμα	40
Χαρτί	29
Πλαστικά	14
Μέταλλα	3
Γυαλί	3
Υπόλοιπα ³	11
Σύνολο	100

Η προαναφερθείσα σύσταση λαμβάνεται ότι προσεγγίζει ικανοποιητικά τη σύνθεση των παραγόμενων ΑΣΑ της εξεταζόμενης περιοχής, και για το λόγο αυτό υιοθετείται για την παρούσα μελέτη.

Αναφορικά με τα ποσοτικά στοιχεία, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα δεδομένα του Δήμου, η συνολική παραγωγή ΑΣΑ το 2011 υπολογίστηκε στους 22.563 τν. Πιο αναλυτικά, στον μπλε κάδο διαχωρίστηκαν 2.957 τν ενώ στον πράσινο κάδο κατέληξαν 19.606 τν σύμμεικτα ΑΣΑ.

Εκτιμώντας ότι στα παραγόμενα ΑΣΑ το οργανικό κλάσμα ισούται με 40%, και υπό τη θεώρηση ότι στον μπλε κάδο των συσκευασιών δεν εισέρχονται οργανικά απόβλητα, μπορούμε να υπολογίζουμε το ποσοστό του οργανικού που περιέχεται στα ΑΣΑ που καταλήγουν στους πράσινους κάδους των συμμείκτων (19.606 τν) από την εξίσωση:

$$\Pi = \frac{40\% \times 22.563}{19.606} = 46\%$$

3.3.3 Στοιχεία συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων.

Η περισυλλογή των συμμεικτων ΑΣΑ στον Δήμο Παπάγου – Χολαργού γίνεται με 12 απορριματοφόρα, τα οποία μεταφορτώνουν τα απορρίμματα σε (3 είναι αν θυμάμαι καλά) 4 φορτηγά μεταφόρτωσης. Τα απορριματοφόρα είναι οχήματα με συμπιεστή απορριμμάτων τύπου πρέσας, χωρητικότητας 16 κυβικών μέτρων (m³)

² <http://www.minenv.gr/anakyklosi/general/general.html>

³ Στην κατηγορία Υπόλοιπα εκτιμάται ότι συμπεριλαμβάνονται 3% απόβλητα κήπων και κλαδεμάτων

επί 2-αξονικού πλαισίου, με ωφέλιμο φορτίο περίπου 8 τόνους και μικτού φορτίου 15 τόνων.

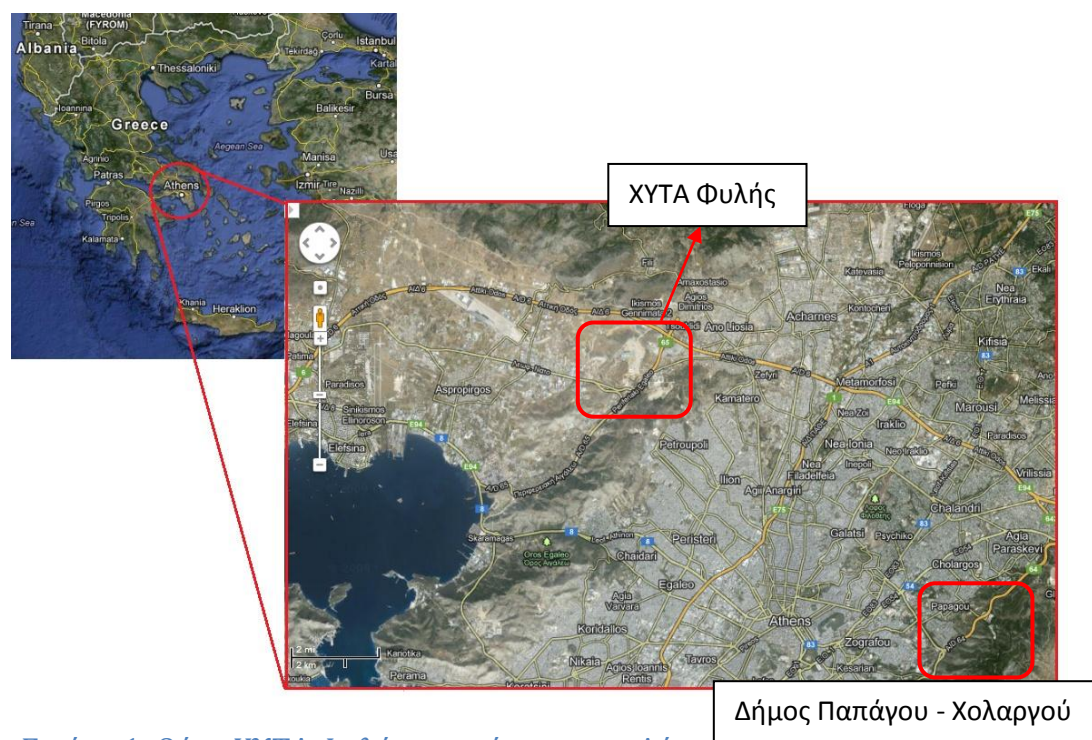
Σχετικά με τα φορτηγά μεταφόρτωσης, 3 από αυτά είναι χωρητικότητας (ωφέλιμο φορτίο) 16 τόνων και μικτού φορτίου περίπου 22 τόνων, ενώ το τέταρτο είναι χωρητικότητας (ωφέλιμο φορτίο) 20 τόνων και μικτού φορτίου περίπου 26 τόνων.

Τις καθημερινές τα απορριμματοφόρα κάνουν όλα από μία διαδρομή μέσα στον Δήμο, ενώ τα φορτηγά κάνουν από μία διαδρομή από το Δήμο μέχρι τον ΧΥΤΑ.

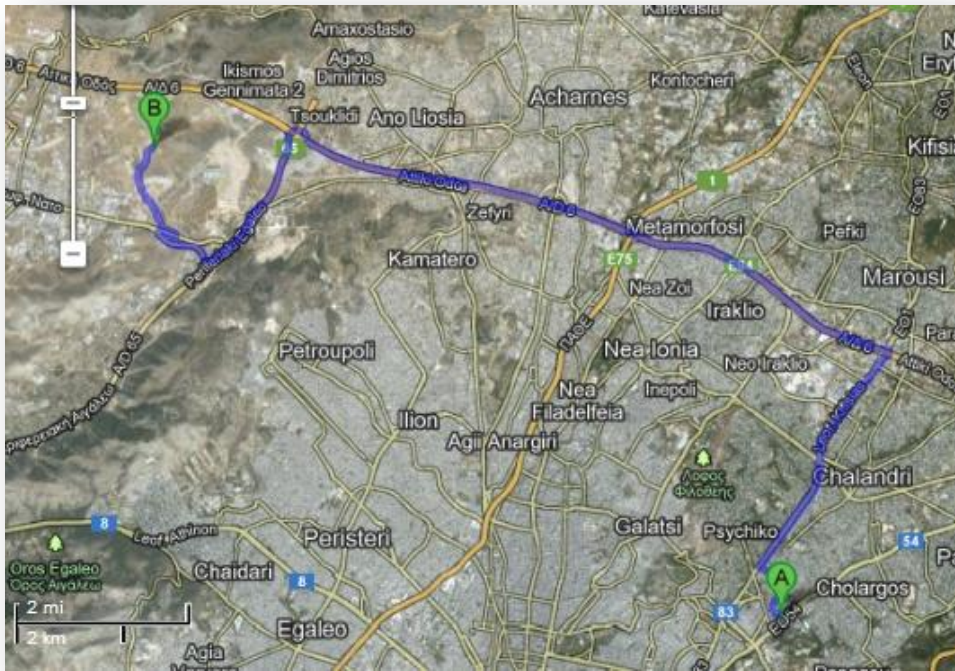
Τα Σάββατα λειτουργεί μόνο ένα απορριμματοφόρο μέσα στον Δήμο (μία διαδρομή), και ένα φορτηγό (16 τόνων) κάνει μία διαδρομή από το Δήμο μέχρι τον ΧΥΤΑ.

Τέλος, τις Κυριακές λειτουργούν 5 απορριμματοφόρα μέσα στον Δήμο, και η μεταφόρτωση γίνεται με ένα φορτηγό των 20 τόνων που κάνει μία διαδρομή από το Δήμο μέχρι τον ΧΥΤΑ.

Η θέση του ΧΥΤΑ Φυλής σε σχέση με τον Δήμο Παπάγου – Χολαργού φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, ενώ τα χαρακτηριστικά των απορριμματοφόρων, αλλά και των φορτηγών μεταφόρτωσης φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.



Εικόνα 1: Θέση ΧΥΤΑ Φυλής σε σχέση με τον Δήμο Παπάγου – χολαργού (πηγή: Google Earth)



Εικόνα 2: Διαδρομή που ακολουθούν τα φορτηγά μεταφόρτωσης από το Δήμο Παπάγου – Χολαργού στον ΧΥΤΑ Φυλής – 25χμ (πηγή: Google Earth)

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά των απορριματοφόρων και των φορτηγών μεταφόρτωσης του Δήμου Παπάγου - Χολαργού.

Κατηγορία	Τύπος Οχήματος	Καύσιμο	Ωφέλιμο Φορτίο (t)	Αριθμός φορτηγών με τα ίδια χαρακτηριστικά	Απόσταση ανά δρομολόγιο στα όρια του Δήμου [χλ/διαδρομή]	Απόσταση ανά δρομολόγιο προς ΧΥΤΑ [χλ/διαδρομή]
Απορριματοφόρα Νέου Τύπου	RT >14-20t Euro-5	Diesel	8	3	Καθημερινές: 2 χλ (λειτουργούν όλα) Σάββατα: 20 χλ (λειτουργεί μόνο το 1) Κυριακές: 5 χλ (λειτουργούν όλα)	0
Απορριματοφόρα Παλαιού Τύπου	RT >14-20t Euro-2	Diesel	8	9	Καθημερινές: 2 χλ (λειτουργούν όλα) Κυριακές: 5 χλ (λειτουργούν μόνο τα 2)	0
Φορτηγά μεταφόρτωσης Παλαιού Τύπου 1	RT >20-26t Euro-2	Diesel	16	3	0	Καθημερινές: 25 χλ (λειτουργούν όλα) Σάββατα: 25 χλ (λειτουργεί το 1)
Φορτηγά μεταφόρτωσης Παλαιού Τύπου 2	RT >20-26t Euro-2	Diesel	20	1	0	Καθημερινές: 25 χλ (λειτουργεί) Κυριακές: 25 χλ (λειτουργεί)

Τέλος, τονίζεται ότι από ανεξάρτητα απορριμματοφόρα γίνεται συλλογή των αποβλήτων συσκευασίας (ξεχωριστός μπλε κάδος).

3.3.4 Τελική επεξεργασία / διάθεση των ΑΣΑ

Τα ΑΣΑ μεταφέρονται και τελικώς εναποθέτονται στον ΧΥΤΑ Φυλής. Τα απορρίμματα που εναποτίθενται σε ένα ΧΥΤΑ υφίστανται μια σειρά αλλαγών, φυσικών, βιολογικών και χημικών που έχουν δύο κυρίως αποτελέσματα, ήτοι την παραγωγή στραγγισμάτων και την παραγωγή βιοαερίου.

Α) Παραγωγή βιοαερίου

Η βιολογική και βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών που υπάρχουν στα απορρίμματα, έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή αερίων (βιοαέριο). Ο ρυθμός παραγωγής και η σύνθεση των αερίων εξαρτώνται από μία σειρά παράγοντες όπως η σύνθεση των απορριμμάτων, η περιεκτικότητα σε υγρασία, η θερμοκρασία, ο βαθμός συμπίεσης, ο χρόνος που έχει περάσει από τη στιγμή της εναπόθεσης των απορριμμάτων κλπ. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα παραγόμενα αέρια αποτελούνται κατά 90% από CH_4 και CO_2 , ενώ περιέχουν επίσης πολύ μικρές ποσότητες NH_3 , CO , H_2 , H_2S , O_2 και N_2 .

Στην αρχή που η αποδόμηση των οργανικών ουσιών γίνεται σε αερόβιες συνθήκες, η περιεκτικότητα των αερίων σε CO_2 είναι ψηλή σε σχέση με το CH_4 . Με την πάροδο του χρόνου όμως, καθώς εξαντλείται η ποσότητα του αέρα που υπάρχει στα απορρίμματα και οι συνθήκες γίνονται αναερόβιες, αυξάνεται η περιεκτικότητα σε CO_2 . Η παραγωγή του βιοαερίου συνεχίζεται πολλά χρόνια μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ (πολλές φορές φθάνει τα 25 χρόνια ή και περισσότερο) εκτιμάται όμως ότι περίπου 30 - 60% της συνολικής ποσότητας παράγεται μέσα στα 2 πρώτα χρόνια και περίπου 70% μέσα στα 5 πρώτα χρόνια.

Το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον. Τους σοβαρότερους κινδύνους περικλείει η ύπαρξη του μεθανίου, το οποίο όταν υπάρχει στον αέρα σε συγκεντρώσεις 5% - 15% μπορεί να προκαλέσει εκρήξεις και πυρκαγιές. Στο ΧΥΤΑ, δεδομένου ότι η όλη διαδικασία είναι ελεγχόμενη, δεν υπάρχει τέτοιος κίνδυνος. Όταν όμως το μεθάνιο δεν έχει δυνατότητα διαφυγής προς την ατμόσφαιρα λόγω ύπαρξης αδιαπέραστου υλικού επικάλυψης των απορριμμάτων, τότε έχει την τάση να διαφεύγει διαμέσου κενών και ρωγμών στο υπέδαφος.

Συγκεκριμένα στον ΧΥΤΑ Φυλής, το βιοαέριο συλλέγεται και καίγεται σε πυρσό καύσης.

Β) Παραγωγή στραγγισμάτων

Τα στραγγίσματα δημιουργούνται κυρίως από την υγρασία των ΑΣΑ και την εισροή βρόχινου νερού στο χώρο διάθεσης των απορριμμάτων. Το βρόχινο νερό διαπερνά τα συσσωρευμένα απορρίμματα με αποτέλεσμα να διαλύονται διάφορες οργανικές και ανόργανες ουσίες τους και να συμπαρασύρονται στον πυθμένα ή στα πλάγια τοιχώματα του χώρου διάθεσης.

Το βασικό λοιπόν ρυπαντικό φορτίο των στραγγισμάτων, αποτελείται από τα υγρά που παράγονται κατά τη βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών των απορριμμάτων. Η ποσότητα όμως των στραγγισμάτων εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο χώρο διάθεσης ανά χρόνο, τον όγκο των απορριμμάτων που θάβονται κατά τη διάρκεια του χρόνου, από την επιφάνεια του χώρου εναπόθεσης, την ποιότητα του ολικού επικάλυψης, την εξατμισοδιαπνοή, την υγρασία των απορριμμάτων και τέλος από τα μέτρα που έχουν ληφθεί για την απομάκρυνση των ομβρίων υδάτων.

Συγκεκριμένα στον ΧΥΤΑ Φυλής, τα στραγγίσματα συλλέγονται και επεξεργάζονται αερόβια σε βιολογικό καθαρισμό. Οι εγκαταστάσεις παρουσιάζονται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 3: Εγκαταστάσεις ΧΥΤΑ Φυλής (πηγή: Google Earth)

3.4 Η επίδραση της χρήσης του Ξηραντήρα στο σύστημα συλλογής και διαχείρισης των ΑΣΑ του Δήμου.

Το σύστημα ξήρανσης των οικιακών οργανικών απορριμμάτων, στόχο έχει την επεξεργασία αποκλειστικά του οργανικού κλάσματος από τα απορρίμματα, και προϋποθέτει την χωριστή διαλογή των οργανικών αποβλήτων στην πηγή. Πριν την εισαγωγή των αποβλήτων στον ξηραντήρα, ο χρήστης τεμαχίζει και στραγγίζει τα απόβλητα, έτσι ώστε να φύγει η περίσσια της υγρασίας, και έπειτα τα τοποθετεί σε αυτόν. Ο Ξηραντήρας, δέχεται περίπου 1,32 κιλά αποβλήτων ημερησίως, και σχεδιάστηκε έτσι ώστε να λειτουργεί επί οκταώρου.

Η χρήση του ξηραντήρα, έχει οφέλη που προκύπτουν από την μείωση του όγκου κατά την μεταφορά προς τον ΧΥΤΑ, καθώς και τα πλεονεκτήματα από την εκτροπή των βιολογικών αποβλήτων από την ταφή.

Το υλικό που προκύπτει μετά την ξήρανση, έχει υψηλό θερμικό περιεχόμενο και στην παρούσα φάση συλλέγεται από μικρό φορτηγό και μεταφέρεται προς αποθήκευση στον σταθμό μεταφόρτωσης του Δήμου, ενώ παράλληλα μελετάται η περαιτέρω επεξεργασία του.

3.5 Ανάλυση Δεδομένων

3.5.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου

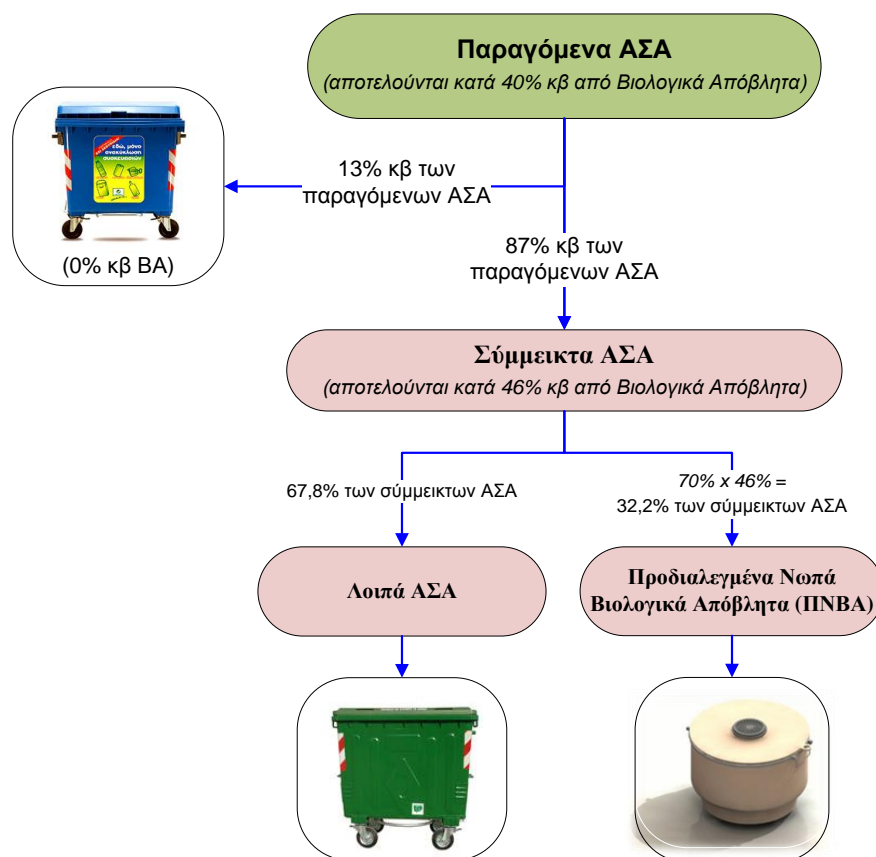
3.5.1.1 Λειτουργική Μονάδα (Functional Unit)

Η λειτουργική μονάδα που επιλέχθηκε είναι η επεξεργασία ενός τόνου σύμμεικτων ΑΣΑ, ώστε να μπορεί να υπάρξει συγκρισιμότητα με τις παρούσες συνθήκες όπου δεν υπάρχει χωριστή διαλογή βιοαποβλήτων στον Δήμο (αλλά και στην Ελλάδα γενικότερα – πλην ελαχίστων εξαιρέσεων).

Συνοπτικά, όλες οι υποθέσεις που έγιναν είναι:

- Τα παραγόμενα **ΑΣΑ** αποτελούνται κατά 40% κβ από Βιολογικά Απόβλητα (ΒΑ).
- Γίνεται εκτροπή των ανακυκλωσίμων κατά 13% επί των παραγόμενων **ΑΣΑ**.
- Τα σύμμεικτα **ΑΣΑ** (πλην των προδιαλεγμένων συσκευασιών) αποτελούνται κατά 46% κβ από ΒΑ.
- Από τα συνολικά παραγόμενα **Βιολογικά Απόβλητα**, ο χρήστης προδιαλέγει και οδηγεί για Ξήρανση το 70% κβ. Το υπόλοιπο 30% κβ καταλήγει στον πράσινο κάδο συμμείκτων νωπό.
- Συνεπώς, τα **Προδιαλεγμένα Νωπά Βιολογικά Απόβλητα** τα οποία ο χρήστης ξεχωρίζει για να τα ξηράνει, είναι το 70% του 46% των σύμμεικτων ΑΣΑ που υπό άλλες συνθήκες θα πήγαιναν στον πράσινο κάδο, ήτοι το 32,2% κβ. Τα υπόλοιπα 67,8% κβ των σύμμεικτων ΑΣΑ θα συνεχίσουν να οδηγούνται στον πράσινο κάδο.

Οι υποθέσεις καθώς και οι υπολογισμοί μετατροπών της λειτουργικής μονάδας ανά στάδιο του συστήματος υπό μελέτη φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 4: Υπολογισμοί μετατροπών της λειτουργικής μονάδας

3.5.1.2 Όρια του Συστήματος (System Boundaries)

Όπως προαναφέρθηκε, τα όρια του συστήματος περικλείουν την χρήση του ξηραντήρα, τα οφέλη που προκύπτουν από την μείωση του όγκου κατά την μεταφορά προς τον ΧΥΤΑ, καθώς και τα πλεονεκτήματα από την εκτροπή των βιολογικών αποβλήτων από την ταφή.

Πιο αναλυτικά, το υπό μελέτη σύστημα συμπεριλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Ο χρήστης διαχωρίζει τα βιολογικά απόβλητα (μέσο ποσοστό 70% των παραγομένων) και τα εισαγάγει στην Ξηραντήρα
2. Ο Ξηραντήρας τα ξηραίνει καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια.
3. Το υλικό που προκύπτει μετά την ξήρανση, έχει υψηλό θερμικό περιεχόμενο και στην παρούσα φάση συλλέγεται από μικρό φορτηγό, μεταφέρεται προς αποθήκευση στον σταθμό μεταφόρτωσης του Δήμου και μελετάται η περεταίρω επεξεργασία του.
4. Παράλληλα, τα υπόλοιπα ΑΣΑ συλλέγονται με απορριμματοφόρα, μεταφορτώνονται σε φορτηγά και μεταφέρονται στον ΧΥΤΑ Φυλής.

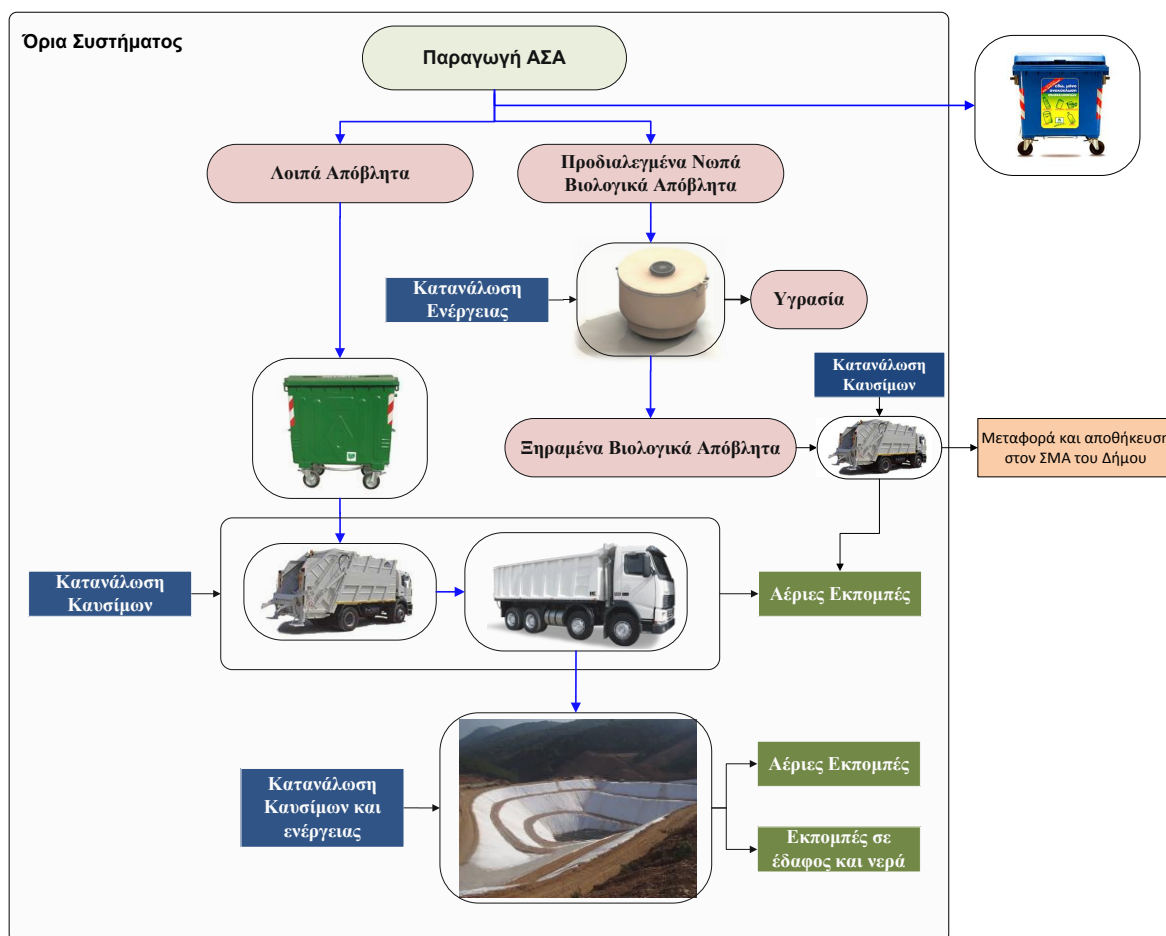
- Εκεί, εναποθέτονται στον ΧΥΤΑ, παράγοντας βιοαέριο το οποίο καίγεται, και στραγγίσματα τα οποία επεξεργάζονται αερόβια.

Σχετικά με την κατασκευή του Ξηραντήρα, γίνονται οι κάτωθι υποθέσεις:

- Το σύστημα έχει ένα κύκλο ζωής τουλάχιστον (worst case scenario) 10 χρόνια, και μπορεί να λειτουργήσει χωρίς να χρειαστεί κάποιο βασικό ανταλλακτικό εξάρτημα.
- Επιπλέον, μπορούμε με σχετική βεβαιότητα να εκτιμήσουμε ότι κατά την 10ετια αυτή, ο Ξηραντήρας θα έχει επεξεργαστεί περίπου 4,82 τόνους νωπής μάζας (1,32 κιλά / ημέρα – 365 μέρες το έτος – 10 έτη).

Οι υποθέσεις αυτές, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι εκπομπές από την κατασκευή του Ξηραντήρα, επιμερίζονται σε περίπου 4,82 τόνους διατροφικών υπολειμμάτων.

Τα όρια του υπό μελέτη συστήματος, φαίνονται εποπτικά στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 5: Όρια του υπό μελέτη συστήματος (System Boundaries)

3.5.2 Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis)

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν λήφθηκαν από τις παρακάτω πηγές:

- **Λειτουργία Ξηραντήρα:** Δεδομένα από την πιλοτική εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε.
- **Παραγωγή ΑΣΑ:** Δεδομένα από την υπηρεσία καθαριότητας του Δήμου Παπάγου – Χολαργού.
- **Συλλογή και μεταφορά:** Δεδομένα από την υπηρεσία καθαριότητας του Δήμου Παπάγου – Χολαργού (ετήσια). Η επεξεργασία των στοιχείων έγινε με το πρόγραμμα WasteSum LCID (Life Cycle Inventory database) που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE06 TCY/MA/000254 - *Management and Valorisation of Solid Domestic Waste for the Small Urban Communities in Morocco – WasteSUM* (NTUA, 2009). Το πρόγραμμα WasteSum βασίζεται στην μεθοδολογία EMER/EEA (πρώην EMEP/CORINAIR), η οποία εκτιμά αέριες εκπομπές βαρέων οχημάτων, με την εισαγωγή δεδομένων όπως ο τύπος των οχημάτων (Euro 1,2,3 κ.λπ), ο τύπος καυσίμου, η συνολική χωρητικότητα, την μέση διανυόμενη απόσταση, την μέση ταχύτητα, η μέση κατανάλωση καυσίμου κ.λπ.
- **Τελική εναπόθεση:** Δεδομένα από την υπηρεσία καθαριότητας του Δήμου Παπάγου – Χολαργού. Η επεξεργασία των στοιχείων έγινε επίσης με το πρόγραμμα WasteSum LCID (NTUA, 2009).

Για τον υπολογισμό της σύνθεσης και της ποσότητας βιοαερίου που παράγεται στον ΧΥΤΑ, το εν λόγω πρόγραμμα χρησιμοποιεί τις εξισώσεις του εργαλείου LandGEM (USEPA, 2005). Το πρόγραμμα WasteSum LCID, ανάλογα με την φύση των απορριμμάτων (ποσοστό οργανικών κ.λπ), μπορεί και αλλάζει αυτόματα βασικές παραμέτρους των εξισώσεων, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Για τις αέριες εκπομπές που τελικά προκύπτουν από την επεξεργασία (καύση) του βιοαερίου, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί δεδομένα (συντελεστές εκπομπών και ισοζύγια μάζας) από την βάση δεδομένων AP42 (USEPA AP42, 2006).

Αναφορικά με τα στραγγίσματα, στο πρόγραμμα γίνεται η θεώρηση ότι τα απόβλητα παράγουν συγκεκριμένο ρυπαντικό φορτίο καθ' όλη την διάρκεια της αποδόμησης του, το οποίο εξαρτάται από την σύσταση των απορριμμάτων. Με βάση το σκεπτικό αυτό, οι ποσότητες υπολογίζονται με την χρήση συντελεστών πλήρους αποδόμησης (Σκορδίλης, 1988).

Σχετικά με την αερόβια επεξεργασία των στραγγισμάτων, ακολουθείται στοιχειομετρική προσέγγιση, σε συνδυασμό με συντελεστές από την βιβλιογραφία (Mehmood et al, 2009).

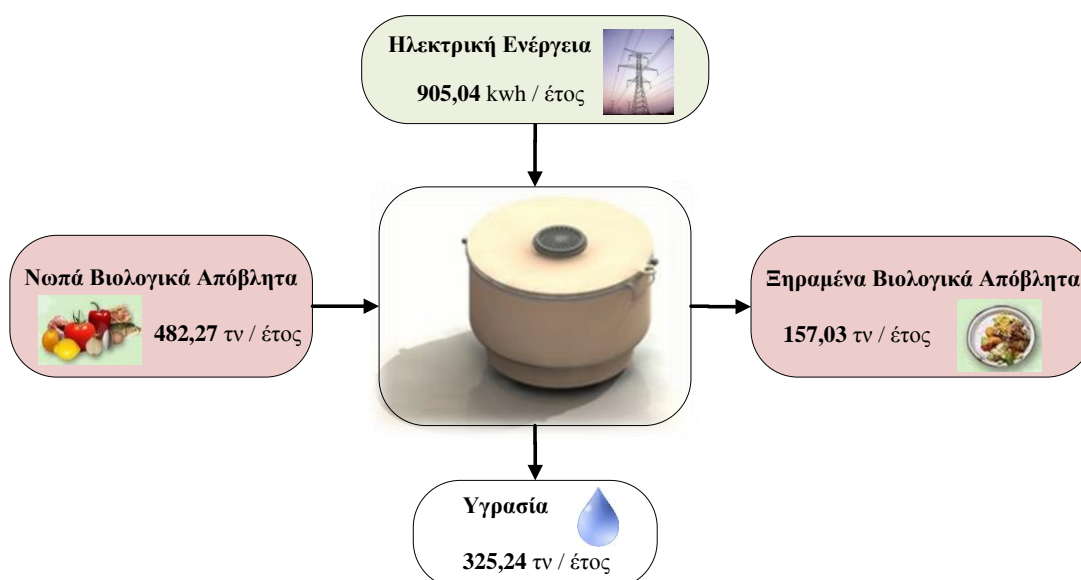
Σχετικά με την αξιοπιστία των πρωτογενών δεδομένων (διαδρομές, καταναλώσεις κ.λπ), τονίζεται ότι οι παραπάνω τιμές αποτελούν κυρίως μετρήσεις και όχι εκτιμήσεις και ως εκ τούτου αναμένεται να είναι αρκετά αξιόπιστες.

3.5.2.1 Στοιχεία για την λειτουργία του Ξηραντήρα

Τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας κατά την λειτουργία του Ξηραντήρα (μέσος όρος από πλήθος εφαρμογών) φαίνονται στο ακόλουθο πίνακα και σχηματικά στην ακόλουθη εικόνα.

Πίνακας 5: Ισοζύγια μάζας και ενέργειας για την λειτουργία του Ξηραντήρα

Ενεργειακή κατανάλωση (kwh / έτος)	Ισοζύγιο Μάζας			
	ΜΑΖΑ πριν την ξήρανση (tn / έτος)	ΜΑΖΑ κατόπιν ξήρανσης (tn / έτος)	Υγρασία (tn / έτος)	Μείωση μάζας (%)
905,04	482,27	157,03	325,24	-67,44%



Εικόνα 6: Εποπτική παρουσίαση των ισοζυγίων μάζας και ενέργειας για την λειτουργία του Ξηραντήρα

Από τα παραπάνω ισοζύγια, υπολογίζεται ότι η κατανάλωση ανά εισερχόμενη μονάδα μάζας είναι 1,877 kwh/tn νωπών βιολογικών αποβλήτων.

Συνεπώς, σε σχέση με την λειτουργική μονάδα, η κατανάλωση ενέργειας είναι (1,877 kwh x 0,322=) **0,604 kwh/tn σύμμεικτων ΑΣΑ**.

Εάν για οποιονδήποτε λόγο θα θέλαμε να υπολογίζουμε την κατανάλωση ανά τόνο παραγόμενων ΑΣΑ, θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την παραπάνω τιμή με 0,87, διότι 13% των ΑΣΑ εκτρέπονται στον μπλε κάδο.

3.5.2.2 Επιπτώσεις από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Για την λειτουργία του Ξηραντήρα καταναλώνεται ηλεκτρικό ρεύμα. Το ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας, καθώς και οι εκπομπές που προκύπτουν κατά την παραγωγή του φαίνονται στους ακόλουθους πίνακες.

Στο σημείο αυτό όμως θα πρέπει να τονιστεί ότι κατά την μεταφορά του ρεύματος μέσω του δικτύου υπάρχουν απώλειες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η κατανάλωση ενέργειας (πχ 1 kwh) να απαιτεί παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας (πχ 1,2 kwh). Γενικά, αυτό το ποσοστό απωλειών εξαρτάται από πλήθος παραγόντων. Στην εν λόγω μελέτη, το ποσοστό αυτό λήφθηκε 1,18, τιμή που προκύπτει από μέσες τιμές της Ελλάδας, και συμπεριλαμβάνεται στα δεδομένα που φαίνονται στον πίνακα των αερίων εκπομπών.

Πίνακας 6: Ενεργειακό μείγμα Ελλάδας (2009)⁴

Ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας (2009)		
Πηγή	GWh	Ποσοστό (%)
Λιγνίτης	34.188	55,7%
Πετρέλαιο	7.679	12,5%
Φυσικό Αέριο	11.023	18,0%
Βιοκαύσιμα	218	0,4%
Υδροηλεκτρικά	5.645	9,2%
Φωτοβολταϊκά	50	0,1%
Ανεμογεννήτριες	2.543	4,1%
Σύνολο	61.346	100,0%

⁴ Πηγή: International Energy Agency (I.E.A.) - http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=GR

Πίνακας 7: Βασικές αέριες εκπομπές από την παραγωγή Ενέργειας στην Ελλάδα

Αέριες Εκπομπές (gr/kwh)		
Ρύπος	Τιμή	Πηγή
CO ₂	1.168	[1]
SO ₂	3,904	[2]
NO _x	0,013	[3]
CH ₄	0,017	[3]
CO	0,110	[4]

[1] Απολογισμός ΔΕΗ για την Κλιματική Αλλαγή, 2007:
<http://www.dei.gr/Default.aspx?id=31381&nt=18&lang=1>

[2] Kaldellis et al (2004)

[3] US Energy Information Administration (2008)

[4] Εκτίμηση βάσει μέσων ευρωπαϊκών τιμών / SIMAPRO

Πίνακας 8: Υγρά απόβλητα από την παραγωγή Ενέργειας στην Ελλάδα⁵

Υγρά Απόβλητα (gr/kwh)	
Ρύπος	Τιμή
Θείο (Sulfate)	5,38
Πυρίτιο (Silicon)	5,43
Σίδηρο (Iron)	1,1
Ασβέστιο (Calcium)	3,16
Νάτριο (Sodium)	0,342
Αλουμίνιο (Aluminium)	0,74
Χλώριο (Chloride)	0,453
Μαγνήσιο (Magnesium)	0,474

Πέραν όμως των προαναφερθέντων ρύπων, κυρίως από τις καμινάδες των λιγνιτικών σταθμών εκλύονται και άλλοι ρύποι (πχ υδροφθόριο, βαρέα μέταλλα κ.λπ) σε μικρότερες ποσότητες, που δεν καταγράφονται όμως συστηματικά (τουλάχιστον όχι σε όλους τους σταθμούς) με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία. Ως εκ τούτου στην εν λόγω μελέτη, στοιχεία για υπόλοιπους ρύπους λήφθηκαν όπου ήταν δυνατόν από δημοσιευμένες βάσεις δεδομένων (Simapro, 2012 κ.α.).

⁵ Πηγή: SIMAPRO, 2012

3.5.2.3 Έμμεσα οφέλη από την λειτουργία του Ξηραντήρα

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η χρήση του ξηραντήρα έχει πολύ σημαντικά έμμεσα οφέλη, τα οποία αναλύονται ακολούθως.

1. Μείωση του όγκου κατά την μεταφορά των ΑΣΑ προς τον ΧΥΤΑ

Η μείωση της μάζας των απορριμμάτων που μεταφέρονται και τελικά καταλήγουν στον ΧΥΤΑ, υπολογίστηκε παραπάνω στο 32,2%. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η μείωση αυτή δεν συνεπάγεται αυτόματα και μείωση των δρομολογίων κατά το ίδιο ποσοστό, διότι αυτό είναι άμεση συνάρτηση του πλάνου δρομολογίων (Routing) που ακολουθείται. Συνεπώς μπορεί η μείωση στα απορρίμματα να οδηγήσει στην χρήση των ίδιων δρομολογίων, αλλά με μικρότερο ποσοστό πλήρωσης του απορριμματοφόρου. Γενικά, ακόμα και αυτό αποτελεί περιβαλλοντικό κέρδος διότι οι εκπομπές θα είναι μικρότερες λόγω του ελαφρύτερου φορτίου. Για την παρούσα μελέτη όμως μπορούμε να υποθέσουμε ότι με την μείωση των απορριμμάτων στους κάδους, πραγματοποιείται αυτόματα αναπροσαρμογή και βελτιστοποίηση του πλάνου δρομολογίων, έτσι ώστε το ποσοστό μείωσης να αντανακλάται 100% στην μείωση των δρομολογίων.

Επιπλέον, τα οργανικά απόβλητα μπορούν να κυμαίνονται από 100-450 kg/m³ (Αμπελιώτης, 2006), τιμές αρκετά υψηλότερες σε σχέση με τα υπόλοιπα κλάσματα των αστικών αποβλήτων όπως τα πλαστικά, το γυαλί κλπ. Η μέση τιμή που υπολογίστηκε από πλέον των χιλίων στατιστικών μετρήσεων στην Αγγλία ήταν περίπου 340 kg/m³ (WRAP, xxxx).

Στα απορριμματοφόρα, ο βαθμός συμπίεση εξαρτάται από το υλικό. Στα απορριμματοφόρα, σύμφωνα με εκτιμήσεις του ΕΣΔΝΑ, η συμπίεση των βιοαποβλήτων είναι περίπου 1,3 προς 1, ενώ των υπόλοιπων ΑΣΑ είναι περίπου 2,3 προς 1.

Βάση των παραπάνω, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 9α: Υπολογισμός της εξοικονόμησης απορριμματοφόρων (εντός Δήμου)

		Μάζα (tn/yr)	Ειδικό βάρος (kg/m ³)	Όγκος χωρίς συμπίεση (m ³ /yr)	Συντελεστής Συμπίεσης	Όγκος σε απορριμματοφόρο (m ³ /yr)	Εξοικονόμηση οχημάτων (χωρίς την συλλογή του ξηραμένου προϊόντος)	
ΔσΠ επιτυχία 70%	ΑΣΑ	19606,16	0,20	98030,80	2,3	42622,087	Καθημερινές	4
	Βιοαπόβλητα	6317,74	0,34	18691,53	1,3	14378,102	Σάββατα	0
	Μείωση όγκου (%)	32,22	-	19,07	-	33,73	Κυριακές	1
ΔσΠ επιτυχία 85%	ΑΣΑ	19606,16	0,20	98030,80	2,3	42622,087	Καθημερινές	5
	Βιοαπόβλητα	7671,54	0,34	22696,86	1,3	17459,124	Σάββατα	0
	Μείωση όγκου (%)	39,12	-	23,15	-	40,96	Κυριακές	2
ΔσΠ επιτυχία 100%	ΑΣΑ	19606,16	0,20	98030,80	2,3	42622,087	Καθημερινές	6
	Βιοαπόβλητα	9025,34	0,34	26702,19	1,3	20540,146	Σάββατα	0
	Μείωση όγκου (%)	46,03	-	27,24	-	48,19	Κυριακές	2

Πίνακας 10β: Εξοικονόμηση φορτηγών οχημάτων (μεταφόρτωση)

	Όγκος σε απορριμματοφόρο (m ³ /γρ)		Εξοικονόμηση οχημάτων	
		ΑΣΑ	42622,087	Καθημερινές
ΔσΠ επιτυχία 70%	Βιοαπόβλητα	14378,102	Σάββατα	0
	Μείωση όγκου (%)	33,73	Κυριακές	0
		ΑΣΑ	42622,087	Καθημερινές
ΔσΠ επιτυχία 85%	Βιοαπόβλητα	17459,124	Σάββατα	0
	Μείωση όγκου (%)	40,96	Κυριακές	0
		ΑΣΑ	42622,087	Καθημερινές
ΔσΠ επιτυχία 100%	Βιοαπόβλητα	20540,146	Σάββατα	0
	Μείωση όγκου (%)	48,19	Κυριακές	Απαιτείται όχημα των 16 tn αντί των 20 tn

Το ξηραμένο προϊόν, συλλέγεται από τα σπίτια και μεταφέρεται στον σταθμό μεταφόρτωσης του Δήμου. Κατά την ξήρανση, ο όγκος των απορριμμάτων μειώνεται περίπου 68%. Το υπόλοιπο 32%, με την ίδια λογική μπορούμε να υποθέσουμε ότι συλλέγεται με τον βέλτιστο τρόπο από ένα μικρό απορριμματοφόρο το οποίο θα δουλεύει μόνο καθημερινές, έτσι ώστε το ποσοστό μείωσης να αντανακλάται 100% στην μείωση των αναγκαίων δρομολογίων.

Συνεπώς, ανά ημέρα, για την περίπτωση της διαλογής 70%, προκύπτουν τα κάτωθι οφέλη:

- ✓ *Τις καθημερινές τα 12 απορριμματοφόρα που κάνουν όλα από μία διαδρομή μέσα στον Δήμο, θα μειωθούν κατά 3 (σύνολο 9, εκ των οποίων το ένα θα συλλέγει το υπόλειμμα της ξήρανσης), ενώ για την μεταφόρτωση δεν θα απαιτείται πλέον το φορτηγό (20 τόνων) και θα χρησιμοποιούνται μόνο τα τρία φορτηγά των 16 τόνων.*
- ✓ *Τα Σάββατα λειτουργεί μόνο ένα απορριμματοφόρο μέσα στον Δήμο (μία διαδρομή), και επίσης μόνο ένα φορτηγό (16 τόνων) κάνει μία διαδρομή από το Δήμο μέχρι τον ΧΥΤΑ. Δεν αναμένεται λοιπόν, κάποια αλλαγή.*
- ✓ *Τέλος, τις Κυριακές τα απορριμματοφόρα μέσα στον Δήμο δύνανται να μειωθούν κατά 1 (σύνολο 4), ενώ στην μεταφόρτωση όπου λειτουργεί μόνο ένα φορτηγό των 20 τόνων δεν αναμένεται κάποια αλλαγή.*

Σε κάθε περίπτωση μείωση απορριμματοφόρων, θεωρούμε ότι απομακρύνονται αυτά με την παλαιότερη τεχνολογία.

Τα αποτελέσματα χωρίς αλλά και με την χρήση του Ξηραντήρα, καθώς και το έμμεσο όφελος που προκύπτει, παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα.

2. Εκτροπή των βιολογικών αποβλήτων από την ταφή

Τα βιοαπόβλητα που προδιαλέγονται και οδηγούνται προς ξήρανση, εκτρέπονται πλήρως από τον ΧΥΤΑ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όλες οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον ΧΥΤΑ, να μειώνονται κατά 32,2%.

3.5.3 Εκτίμηση επιπτώσεων (Impact assessment) και Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Interpretation)

3.5.3.1 Υπολογισμός εκπομπών

Οι συνολικές εκπομπές ανά στάδιο του υπό μελέτη συστήματος, παρουσιάζονται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 11: Συνολικές Εκπομπές ανά Στάδιο του υπό μελέτη συστήματος

Ποσότητα Ρύπων ανά τόνο ΑΣΑ	Κατασκευή				Λειτουργία Ξηραντήρα	Εκτροπή των ΒΑ από τον ΧΥΤΑ				Μείωση των Δρομολογίων
	Stoneware Clay	Aluminium	PP	Άθροισμα	(Ενεργειακή Κατανάλωση)	Εκπομπές από επεξεργασία Βιοαερίου	Εκπομπές από επεξεργασία Στραγγισμάτων	Εκπομπές από γενική λειτουργία ΧΥΤΑ	Άθροισμα	
Ενέργεια (Mj)	6,92E-03	1,68E+00	4,66E-02	1,74E+00	2,57E-01	N/A	N/A	N/A	-2,32E+00	0,00E+00
Απόβλητα (kg)	6,46E-03	1,40E-04	1,07E-05	6,61E-03	6,04E-04	N/A	N/A	N/A	0,00E+00	0,00E+00
Κατανάλωση νερού (kg)	5,63E-03	2,00E+01	2,75E-02	2,00E+01	1,58E+02	N/A	N/A	N/A	0,00E+00	0,00E+00
Εκπομπές (kg)										
1,2,3-Trimethyl Benzene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-9,80E-05	-9,80E-05	-1,65E-07
1,2,4-Trimethyl Benzene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-2,81E-04	-2,81E-04	-4,74E-07
1,3-Butadiene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,08E-03	-1,08E-03	-1,82E-06
1-butene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-6,53E-04	-6,53E-04	-1,10E-06
1-hexene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,90E-04	-4,90E-04	-8,26E-07
1-pentene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,27E-04	-3,27E-04	-5,51E-07
3-Methylhexane (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,14E-04	-1,14E-04	-1,93E-07
Acetaldehyde (air)	0,00E+00	1,50E-07	0,00E+00	1,50E-07	1,09E-07	0,00E+00	0,00E+00	-1,31E-03	-1,31E-03	-2,20E-06
Acetone (air)	0,00E+00	8,42E-08	0,00E+00	8,42E-08	1,09E-07	0,00E+00	0,00E+00	-4,90E-04	-4,90E-04	-8,26E-07
Acetylene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,31E-03	-1,31E-03	-2,20E-06
Acrolein (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-5,78E-04	-5,78E-04	-9,75E-07
Aluminium (air)	0,00E+00	3,93E-05	0,00E+00	3,93E-05	2,31E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Aluminium (water)	0,00E+00	1,28E-03	2,71E-10	1,28E-03	3,00E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ammonia - NH3 (air)	0,00E+00	2,06E-05	0,00E+00	2,06E-05	6,35E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ammonia - NH3 (water)	0,00E+00	1,27E-05	2,27E-09	1,27E-05	5,61E-07	0,00E+00	-1,91E-04	0,00E+00	-1,91E-04	0,00E+00

Ποσότητα Ρύπων ανά τόνο ΑΣΑ	Κατασκευή				Λειτουργία Ξηραντήρα	Εκτροπή των ΒΑ από τον ΧΥΤΑ				Μείωση των Δρομολογίων
	Stoneware Clay	Aluminium	PP	Άθροισμα	(Ενεργειακή Κατανάλωση)	Εκπομπές από επεξεργασία Βιοαερίου	Εκπομπές από επεξεργασία Στραγγισμάτων	Εκπομπές από γενική λειτουργία ΧΥΤΑ	Άθροισμα	
<i>Barium (water)</i>	1,84E-07	5,43E-06	0,00E+00	5,62E-06	1,83E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Benzaldehyde (air)</i>	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,47E-04	-4,47E-04	-7,55E-07
<i>Benzene (air)</i>	0,00E+00	1,57E-06	0,00E+00	1,57E-06	1,45E-07	0,00E+00	0,00E+00	-2,29E-05	-2,29E-05	-3,86E-08
<i>Butane (air)</i>	0,00E+00	4,24E-06	0,00E+00	4,24E-06	1,01E-06	0,00E+00	0,00E+00	-4,90E-05	-4,90E-05	-8,26E-08
<i>Butyraldehyde (air)</i>	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-2,87E-04	-2,87E-04	-4,85E-07
<i>Calcium (water)</i>	0,00E+00	1,03E-03	0,00E+00	1,03E-03	3,27E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Carbon Dioxide - CO2 (air)</i>	1,18E-01	4,58E-04	1,12E-03	1,19E-01	7,06E-01	-1,50E+02	0,00E+00	-2,87E+00	-1,53E+02	-9,98E-02
<i>Carbon Dioxide - CO2 biogenic (air)</i>	0,00E+00	2,43E-02	0,00E+00	2,43E-02	0,00E+00	-2,50E+01	-9,86E-01	0,00E+00	-2,59E+01	0,00E+00
<i>Carbon Monoxide - CO (air)</i>	5,99E-05	2,89E-04	4,08E-06	3,53E-04	6,65E-05	-3,01E-02	0,00E+00	-1,68E-02	-4,70E-02	-2,08E-04
<i>Chloride (water)</i>	0,00E+00	2,95E-03	1,02E-07	2,95E-03	3,70E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>COD (water)</i>	0,00E+00	1,22E-03	1,60E-07	1,22E-03	1,15E-06	0,00E+00	-2,39E-01	0,00E+00	-2,39E-01	0,00E+00
<i>Decane (air)</i>	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-5,85E-04	-5,85E-04	-9,86E-07
<i>Ethane (air)</i>	0,00E+00	2,60E-05	0,00E+00	2,60E-05	3,87E-07	0,00E+00	0,00E+00	-9,80E-06	-9,80E-06	-1,65E-08
<i>Ethylbenzene (air)</i>	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,63E-04	-1,63E-04	-2,75E-07
<i>Ethylene (air)</i>	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,92E-03	-3,92E-03	-6,61E-06
<i>Flouride (air)</i>	5,07E-05	0,00E+00	0,00E+00	5,07E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Flouride (water)</i>	0,00E+00	1,66E-04	2,40E-12	1,66E-04	1,73E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Formaldehyde (air)</i>	0,00E+00	1,03E-06	0,00E+00	1,03E-06	4,37E-07	0,00E+00	0,00E+00	-1,96E-03	-1,96E-03	-3,31E-06
<i>Hydrogen flouride - HF (air)</i>	3,19E-09	2,18E-08	9,96E-10	2,59E-08	1,43E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Hydrogen sulfide - H2S (air)</i>	0,00E+00	2,60E-06	3,69E-12	2,60E-06	4,00E-08	-1,39E-03	0,00E+00	0,00E+00	-1,39E-03	0,00E+00

Ποσότητα Ρύπων ανά τόνο ΑΣΑ	Κατασκευή				Λειτουργία Ξηραντήρα	Εκτροπή των ΒΑ από τον ΧΥΤΑ				Μείωση των Δρομολογίων
	Stoneware Clay	Aluminium	PP	Άθροισμα	(Ενεργειακή Κατανάλωση)	Εκπομπές από επεξεργασία Βιοαερίου	Εκπομπές από επεξεργασία Στραγγισμάτων	Εκπομπές από γενική λειτουργία ΧΥΤΑ	Άθροισμα	
Iron (water)	0,00E+00	2,72E-04	1,21E-11	2,72E-04	5,08E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Isobutane (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,57E-05	-4,57E-05	-7,71E-08
Isobutene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-5,55E-04	-5,55E-04	-9,36E-07
Isopentane (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,92E-04	-3,92E-04	-6,61E-07
Lead (air)	0,00E+00	1,12E-06	1,33E-12	1,12E-06	7,25E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Lead (water)	1,84E-07	3,96E-07	0,00E+00	5,80E-07	2,87E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mercury (air)	0,00E+00	3,14E-08	7,89E-13	3,14E-08	2,89E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Methane - CH4 (air)	0,00E+00	8,98E-04	7,89E-06	9,06E-04	1,03E-05	0,00E+00	0,00E+00	-1,31E-03	-1,31E-03	-2,20E-06
Methane - CH4 biogenic (air)	0,00E+00	1,01E-04	0,00E+00	1,01E-04	4,86E-06	-9,10E+00	0,00E+00	0,00E+00	-9,10E+00	0,00E+00
Nitrogen oxides - NOx (as NO2) (air)	3,92E-04	9,08E-04	2,20E-06	1,30E-03	7,86E-06	-2,58E-02	-2,07E-03	-7,76E-03	-3,56E-02	-1,18E-03
Nitrous oxide - N2O (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pentane (air)	0,00E+00	5,39E-06	0,00E+00	5,39E-06	1,47E-06	0,00E+00	0,00E+00	-2,61E-05	-2,61E-05	-4,41E-08
PM10 (air)	0,00E+00	4,35E-04	3,97E-07	4,35E-04	7,31E-05	-9,74E-03	0,00E+00	-4,53E-03	-1,43E-02	-2,21E-05
PM2.5 (air)	0,00E+00	1,98E-04	1,79E-07	1,98E-04	3,29E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-9,96E-06
Propane (air)	0,00E+00	5,61E-06	0,00E+00	5,61E-06	1,06E-06	0,00E+00	0,00E+00	-3,27E-05	-3,27E-05	-5,51E-08
Propionaldehyde (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,08E-04	-4,08E-04	-6,89E-07
Propylene (air)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-9,80E-04	-9,80E-04	-1,65E-06
Silicon (air)	0,00E+00	1,73E-05	0,00E+00	1,73E-05	2,30E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Silicon (water)	0,00E+00	5,67E-03	0,00E+00	5,67E-03	6,23E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sodium (water)	0,00E+00	3,35E-03	3,90E-05	3,39E-03	2,11E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Styrene (air)	0,00E+00	4,83E-10	0,00E+00	4,83E-10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,83E-04	-1,83E-04	-3,08E-07

Ποσότητα Ρύπων ανά τόνο ΑΣΑ	Κατασκευή				Λειτουργία Ξηραντήρα	Εκτροπή των ΒΑ από τον ΧΥΤΑ				Μείωση των Δρομολογίων
	Stoneware Clay	Aluminium	PP	Άθροισμα	(Ενεργειακή Κατανάλωση)	Εκπομπές από επεξεργασία Βιοαερίου	Εκπομπές από επεξεργασία Στραγγισμάτων	Εκπομπές από γενική λειτουργία ΧΥΤΑ	Άθροισμα	
<i>Sulfate (water)</i>	0,00E+00	1,64E-03	6,22E-07	1,64E-03	1,09E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Sulfur dioxide - SO2 (air)</i>	1,20E-04	1,71E-03	2,53E-06	1,83E-03	2,36E-03	-7,19E-03	0,00E+00	-1,34E-03	-8,53E-03	-3,19E-06
<i>Sulfur oxides - SOx (air)</i>	1,38E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,38E-05	3,08E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Titanium (water)</i>	0,00E+00	4,60E-04	0,00E+00	4,60E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Toluene (air)</i>	0,00E+00	9,19E-07	0,00E+00	9,19E-07	3,20E-07	0,00E+00	0,00E+00	-3,27E-06	-3,27E-06	-5,51E-09
<i>Toluene (water)</i>	0,00E+00	3,10E-07	0,00E+00	3,10E-07	6,83E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<i>Zinc (water)</i>	6,92E-07	2,54E-06	6,48E-11	3,23E-06	6,23E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

3.5.3.2 Κατηγοριοποίηση - Χαρακτηρισμός (Characterization)

Όπως έχει προαναφερθεί και αναλυθεί, για την εκτίμηση των επιπτώσεων χρησιμοποιείται η μέθοδος CML Baseline 2000 στην οποία συμπεριλαμβάνονται και δείκτες για την τοξικότητα σε ανθρώπους και οικοσυστήματα.

Οι ρύποι λοιπόν που παρουσιάστηκαν στον προηγούμενο πίνακα, χωρίζονται σε κατηγορίες και πολλαπλασιαζόμενοι με τους δείκτες που δίνονται από την μέθοδο CML Baseline 2000 προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Πίνακας 12: Αποτελέσματα από την AKZ (κατηγορίες επίδρασης)

Επιπτώσεις (κιλά / ανά τόνο ΑΣΑ)	Κατασκευή				Λειτουργία Ξηραντήρα	Εκτροπή των ΒΑ από τον ΧΥΤΑ				Μείωση των Δρομολογίων	Άθροισμα
	Stoneware Clay	Aluminium	PP	Άθροισμα	(Ενεργειακή Κατανάλωση)	Εκπομπές από επεξεργασία Βιοαερίου	Εκπομπές από επεξεργασία Στραγγισμάτων	Εκπομπές από γενική λειτουργία ΧΥΤΑ	Άθροισμα		
Ozone layer depletion kg CFC-11 eq	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,000
Global Warming (GWP100) kg CO2 eq.	1,18E-01	2,29E-02	1,31E-03	1,42E-01	7,06E-01	-1,50E+02	0,00E+00	-2,90E+00	-1,53E+02	-9,98E-02	-152,080
Human Toxicity (HTP inf) kg p-DCB eq.	7,14E-04	9,80E-03	7,72E-06	1,05E-02	6,96E-04	-3,93E-02	-2,48E-03	-2,49E+00	-2,53E+00	-5,61E-03	-2,527
Freshwater Aquatic Ecotoxicity (FAETP inf) kg p-DCB eq.	4,57E-07	1,97E-05	6,86E-09	2,02E-05	1,29E-05	0,00E+00	0,00E+00	-3,16E-01	-3,16E-01	-5,34E-04	-0,317
Marine Aquatic Ecotoxicity (MAETP inf) kg p-DCB eq.	3,43E-02	7,33E-01	4,06E-03	7,71E-01	7,07E-02	0,00E+00	0,00E+00	-3,30E-01	-3,30E-01	-5,57E-04	0,511
Terrestrial Ecotoxicity (TETP inf) kg p-DCB eq.	2,89E-06	8,97E-04	2,23E-08	9,00E-04	8,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	-1,13E-02	-1,13E-02	-1,90E-05	-0,010
Photochemical Oxidation kg ethylene eq.	1,62E-06	9,09E-04	5,76E-06	9,16E-04	9,23E-05	-8,14E-04	0,00E+00	-1,08E-02	-1,16E-02	-2,47E-05	-0,011
Acidification (incl. fate) kg SO2 eq.	1,96E-04	2,46E-03	1,85E-06	2,66E-03	1,32E-03	-1,29E-02	-1,04E-03	-3,88E-03	-1,78E-02	-5,91E-04	-0,014
Eutrophication (incl. fate) kg NOx eq.	4,70E-05	1,40E-04	2,68E-07	1,88E-04	1,16E-06	-3,10E-03	-5,58E-03	-9,32E-04	-9,60E-03	-1,42E-04	-0,010

Όπως παρατηρείται στον παραπάνω πίνακα, οι τιμές ανά κατηγορία (πλην της κατηγορίας Marine Aquatic Ecotoxicity) είναι αρνητικές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα έμμεσα οφέλη από την χρήση του Ξηραντήρα αντισταθμίζουν και μάλιστα κατά κύριο λόγο υπερκαλύπτουν τις επιπτώσεις από την κατασκευή και την χρήση του. Συνεπώς, σε μία πρώτη ανάγνωση, σε σχέση με την παρούσα κατάσταση, **η χρήση του Ξηραντήρα έχει κατά πλειοψηφία θετικές επιπτώσεις.**

Όσο αφορά την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου, το συνολικό αποτέλεσμα σε ισοδύναμα CO₂ είναι -152 κιλά ανά τόνο ΑΣΑ και οφείλεται κυρίως από την αποφυγή αερίων του θερμοκηπίου στον ΧΥΤΑ, αλλά και την αποφυγή εκπομπών των μηχανών εσωτερικής καύσης (Diesel), τόσο στον ΧΥΤΑ, όσο και κατά την μεταφορά.

Η συνολική συμβολή στην όξυνση είναι -14 g ισοδύναμα SO₂ ανά τόνο ΑΣΑ. Οι αρνητικές επιπτώσεις οφείλονται κυρίως στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι θετικές (αρνητικό πρόσημο) στην αποφυγή εκπομπών από την επεξεργασία του βιοαερίου στο ΧΥΤΑ.

Στον ευτροφισμό, η συνολική συμβολή είναι -10 g ισοδύναμα NO_x ανά τόνο ΑΣΑ και θεωρείται αμελητέα. Αναφορικά με την εξασθένηση της στοιβάδας του όζοντος, κανένας ρύπος δεν προέκυψε να την επηρεάζει και ως εκ τούτου δεν αναμένεται καμία αρνητική ή και θετική συμβολή στην κατηγορία αυτή.

Η συνολική συμβολή στο φωτοχημικό φαινόμενο είναι -11 g ισοδύναμα Αιθυλενίου ανά τόνο ΑΣΑ. Οι αρνητικές επιπτώσεις οφείλονται κυρίως στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και στην παραγωγή Αλουμινίου (ο κύριος ρύπος είναι τα υπολείμματα νατρίου στα υγρά απόβλητα). Οι θετικές (αρνητικό πρόσημο) οφείλονται κυρίως στην αποφυγή εκπομπών από την γενικότερη λειτουργία του ΧΥΤΑ (χρήση μηχανημάτων εκσκαφής κ.λπ.).

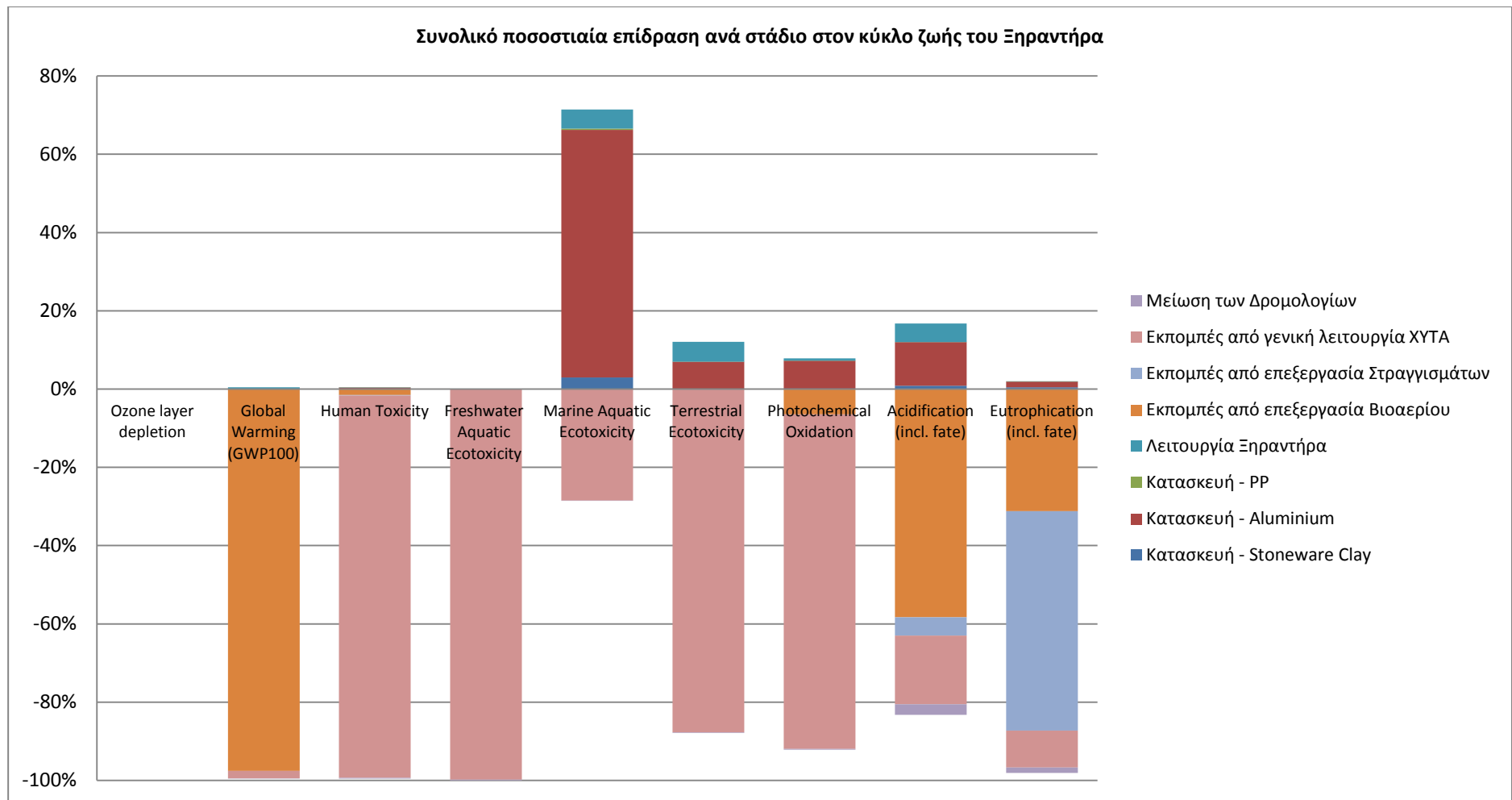
Επίσης σημαντικό αποτέλεσμα θεωρείται αυτό της τοξικότητας προς τους ανθρώπους, με κέρδος -2,527 κιλά ισοδύναμες μονάδες 1,4-2-ch-benzene (p-DCB) ανά τόνο ΑΣΑ. Η αρκετά μεγάλη αποφυγή αυτή οφείλεται κυρίως στις εκπομπές των μηχανημάτων από την γενικότερη λειτουργία του ΧΥΤ, οι οποίες και αποφεύγονται.

Η μόνη αρνητική επίπτωση που παρουσιάζει η χρήση του ξηραντήρα εντοπίζεται στην κατηγορία Τοξικότητα Θαλάσσιου Νερού με 0,511 κιλά ισοδύναμες μονάδες 1,4-2-ch-benzene (p-DCB) ανά τόνο ΑΣΑ, τιμή εν γένει αρκετά χαμηλή, όπως θα φανεί και στην φάση της κανονικοποίησης. Γενικότερα, η θετική αυτή τιμή οφείλεται κυρίως στις εκπομπές υδροφθορίου και βαρέων μετάλλων κατά την παραγωγή αλουμινίου και την καύση λιθάνθρακα και λιγνίτη για την παραγωγή

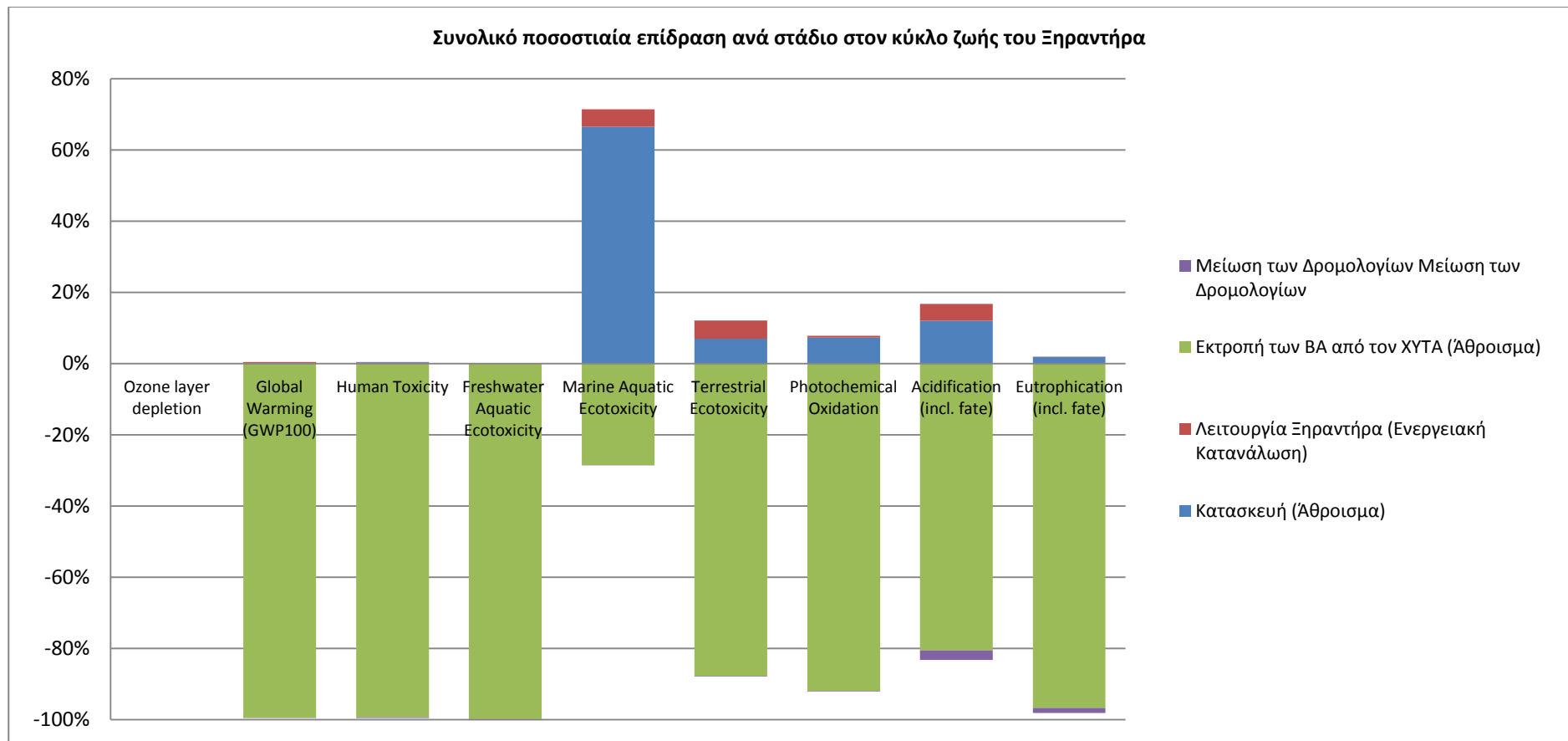
ηλεκτρικής ενέργειας. Ειδικά για την Ελλάδα, η εξαιρετικά χαμηλή θερμογόνος δύναμη του λιγνίτη συνεπάγεται συνήθως πολύ χαμηλούς βαθμούς απόδοσης, που πέφτουν και στο 28% σε κάποιες περιπτώσεις. Αποτέλεσμα αυτού του χαμηλού βαθμού απόδοσης είναι οι εν γένει υψηλές αέριες εκπομπές.

Το σημαντικότερο αποτέλεσμα που προκύπτει από την ανάλυση αυτή καθώς και από την κανονικοποίηση που ακολουθεί είναι ότι οι θετικές επιπτώσεις στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι πολύ σημαντικές από την χρήση του Ξηραντήρα, ακόμα και στην περίπτωση όπου το υπόλειμμα από ξήρανση δεν αξιοποιείται περαιτέρω. Το όφελος αυτό ξεπερνά τα 152 κιλά CO₂ ανά τόνο ΑΣΑ, σε βάθος χρόνου 100ετίας.

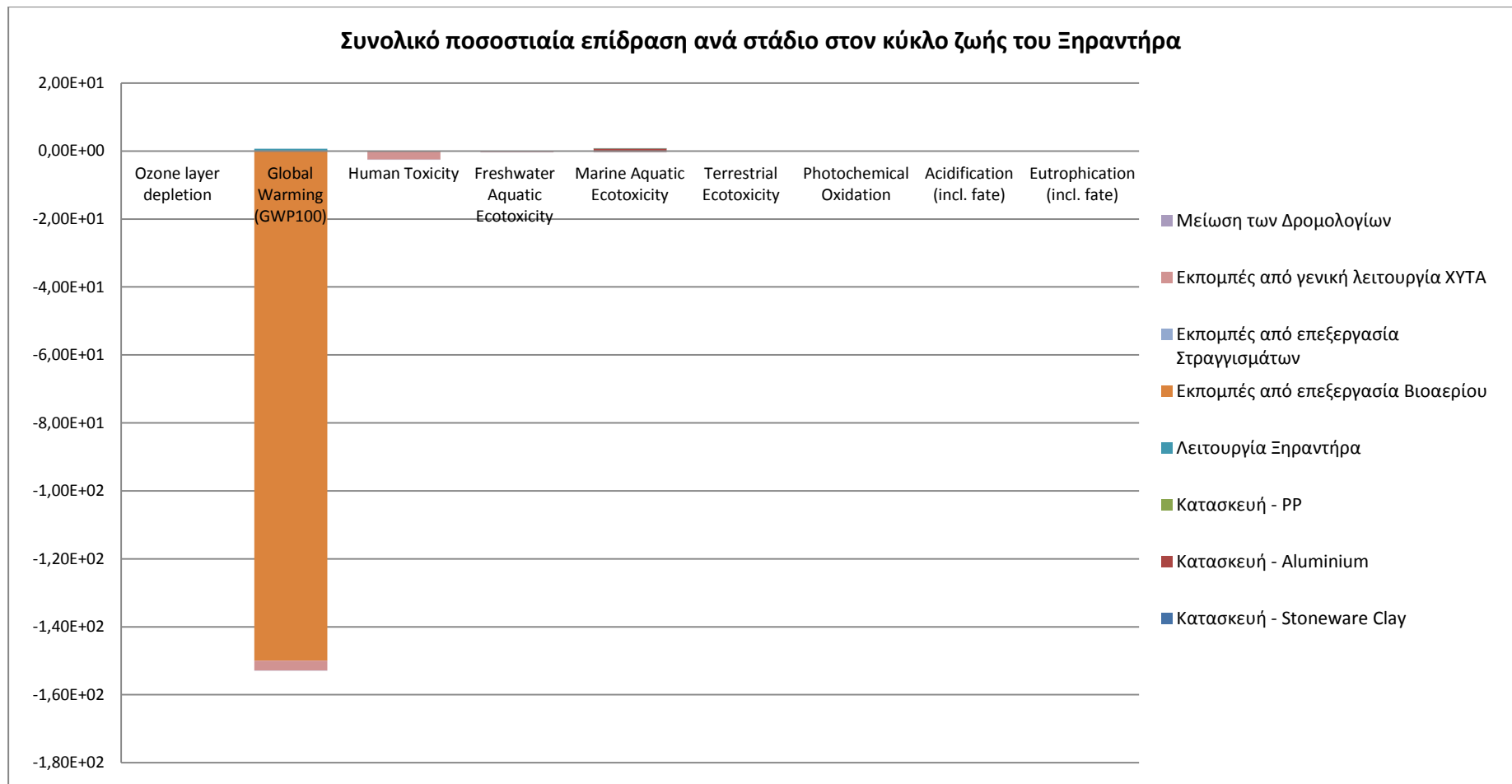
Ακολούθως, παρουσιάζονται τα παραπάνω αποτελέσματα με την μορφή σχεδιαγραμμάτων.



Σχήμα 2: Συνολική ποσοστιαία επίδραση ανά στάδιο στον κύκλο ζωής του Ξηραντήρα (αναλυτικά)

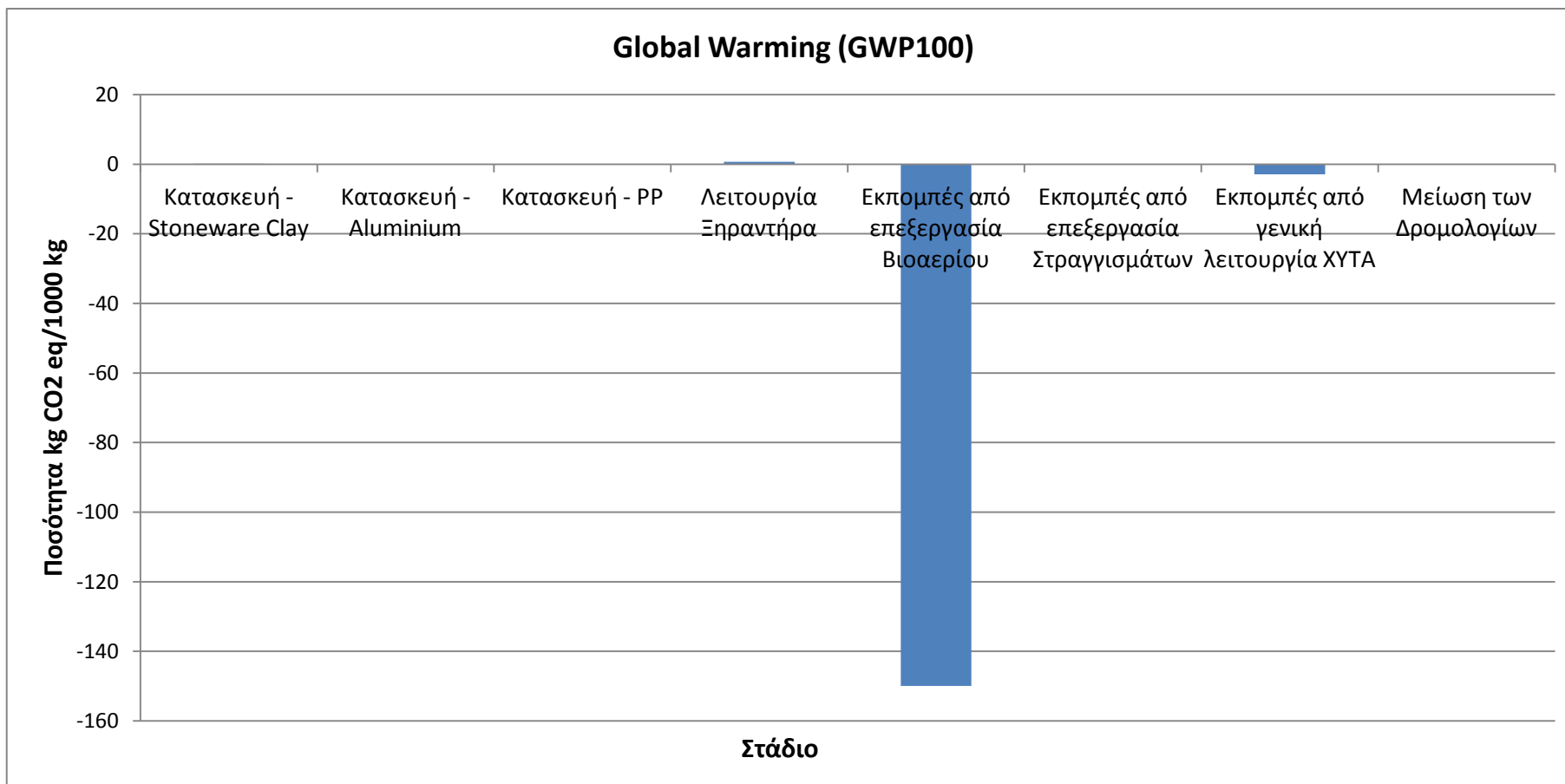


Σχήμα 3: Συνολική ποσοστιαία επίδραση ανά στάδιο στον κύκλο ζωής του Ξηραντήρα (συνοπτικά)

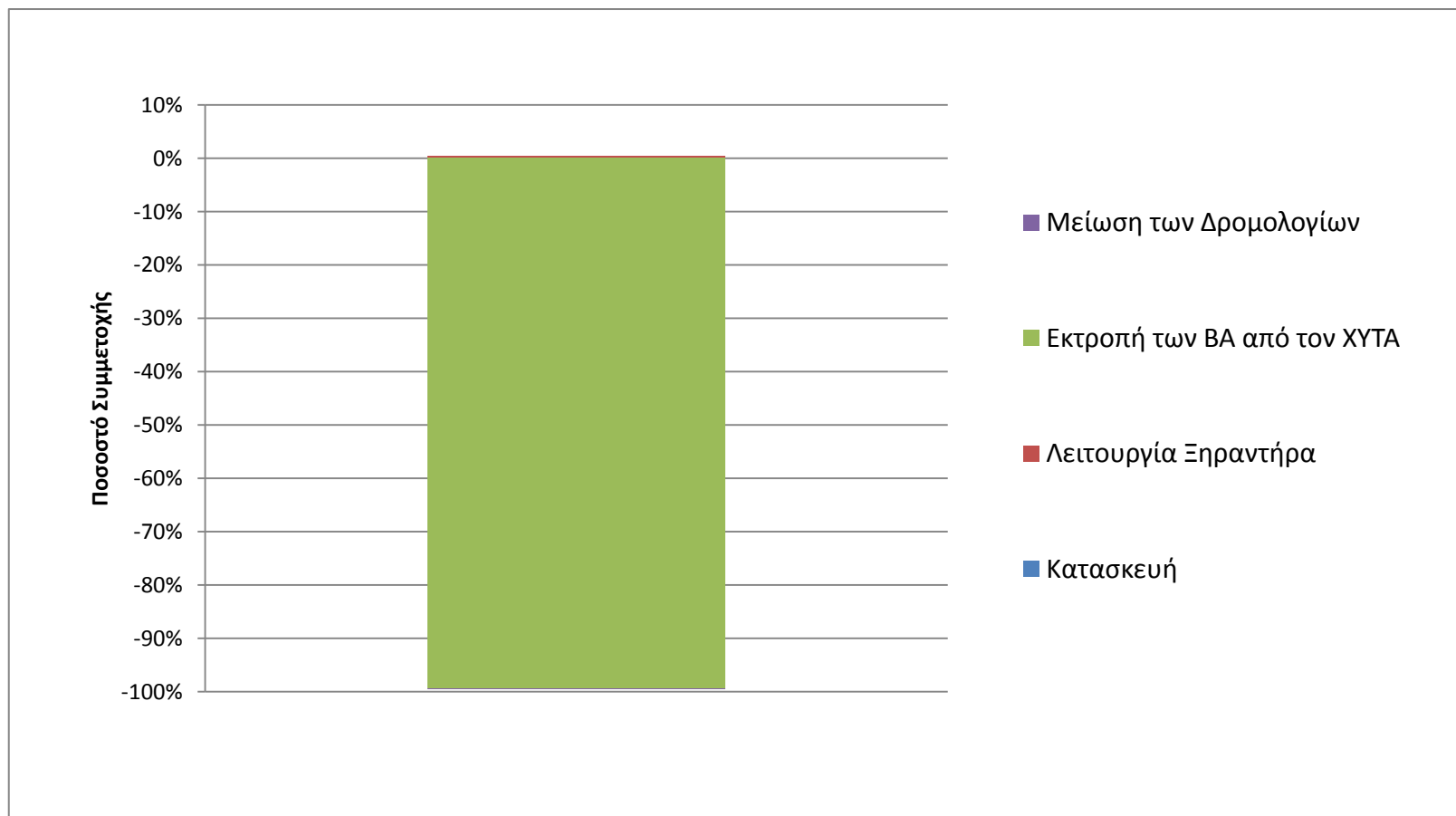


Σχήμα 4: Συνολική επίδραση ανά στάδιο (μη συγκρίσιμες τιμές)

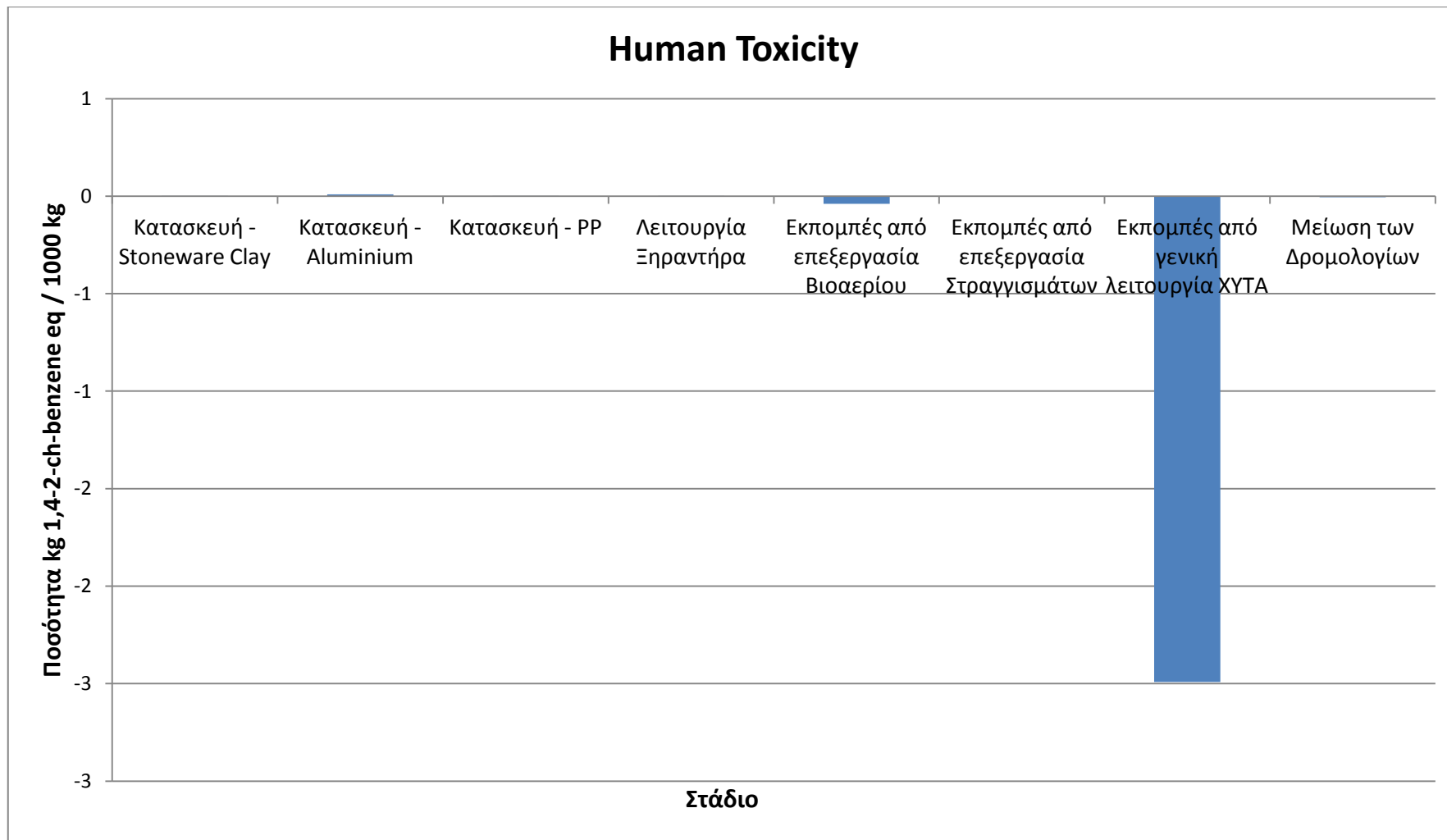
Στην συνέχεια, παρουσιάζονται αναλυτικά γραφήματα που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων.



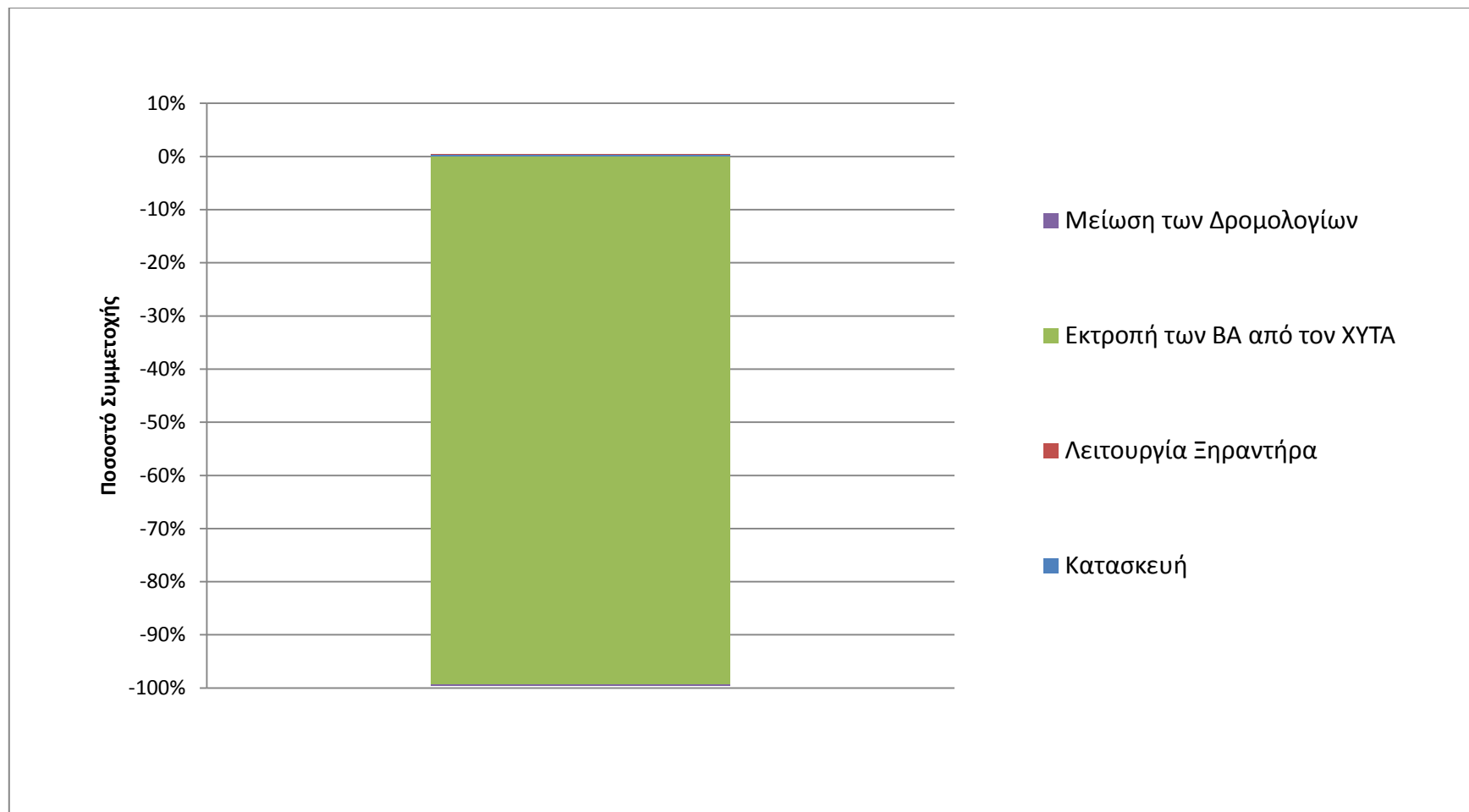
Σχήμα 5: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία Global Warming



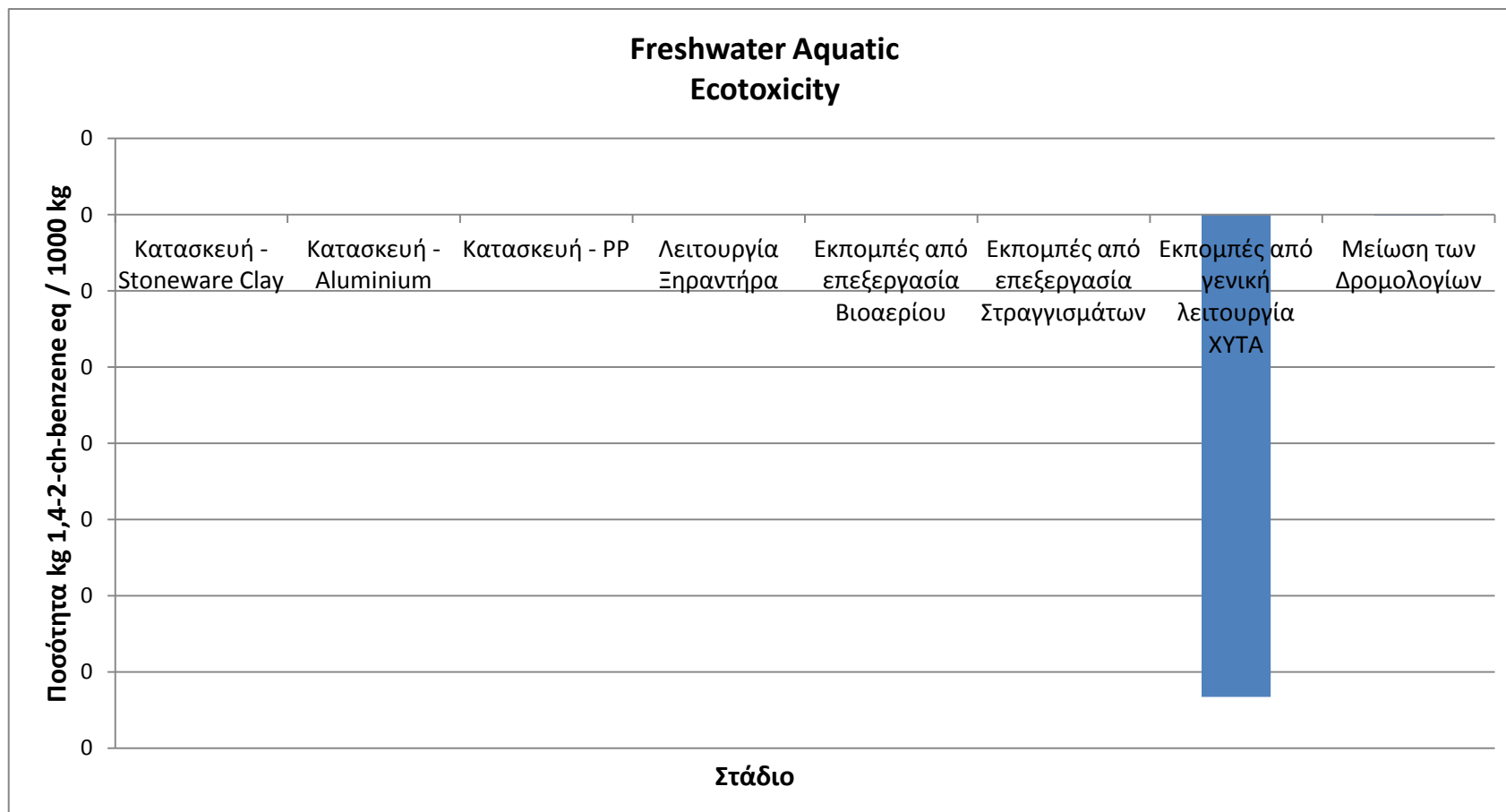
Σχήμα 6: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία Global Warming



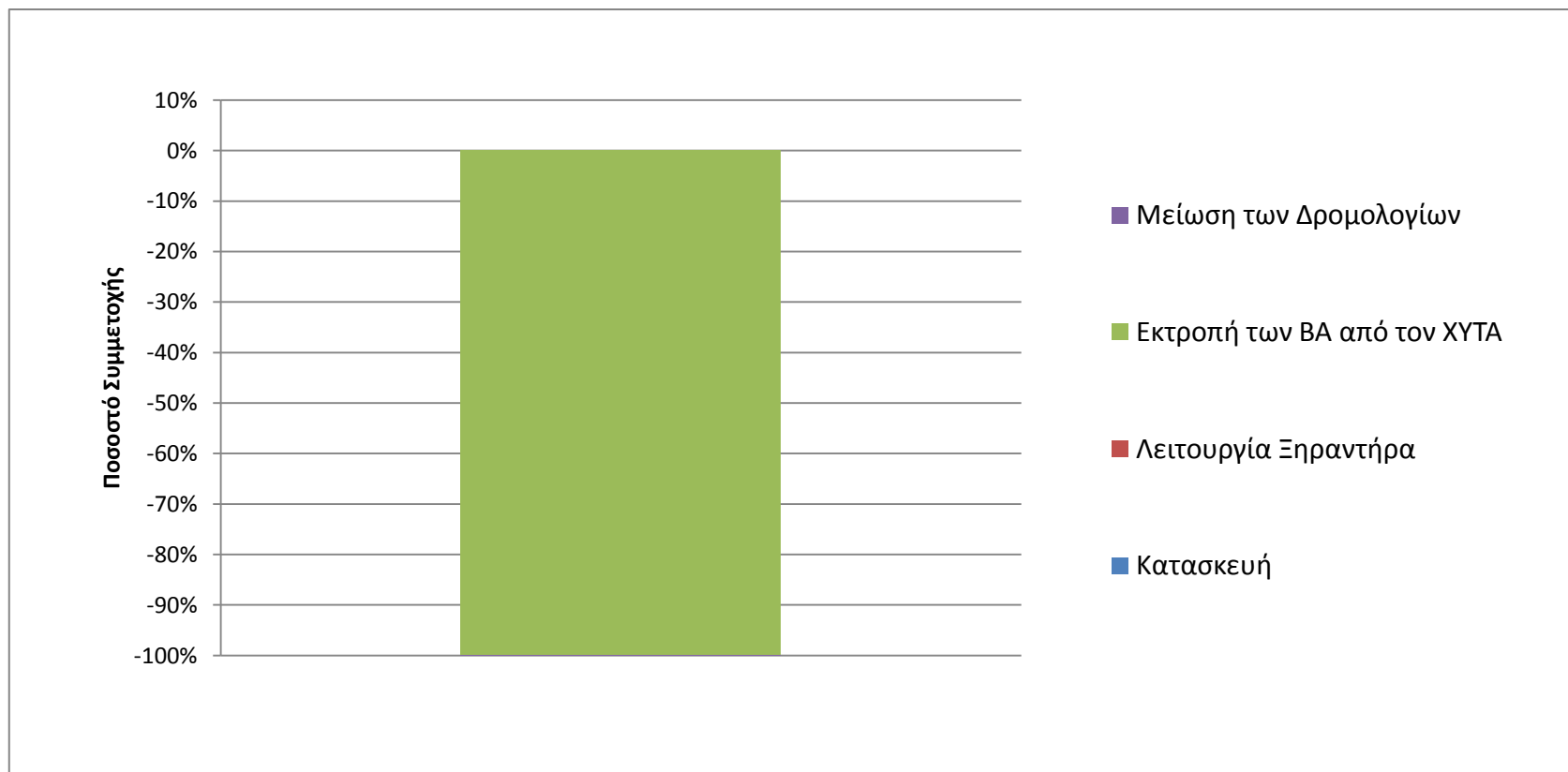
Σχήμα 7: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία Human Toxicity



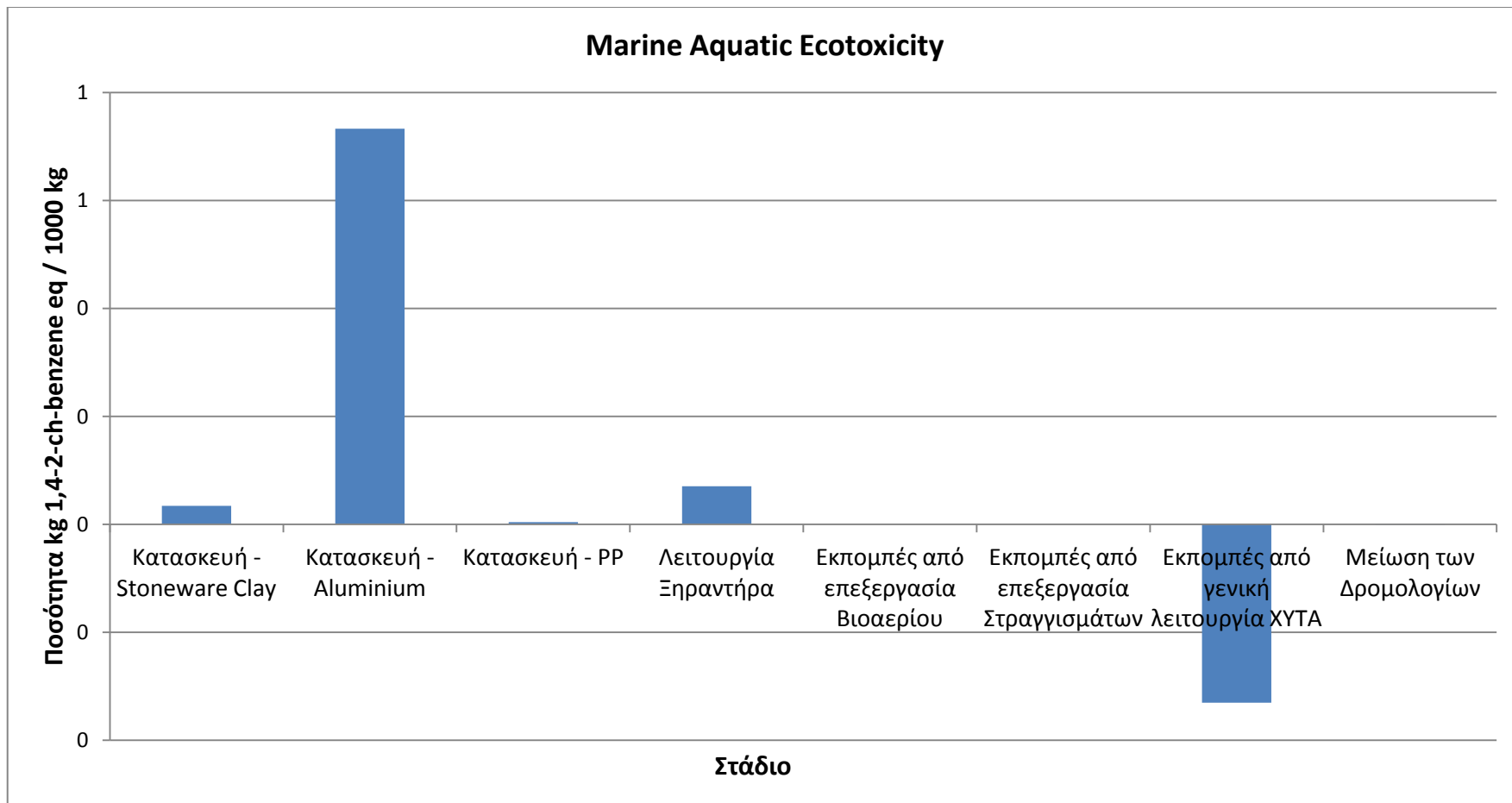
Σχήμα 8: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία Human Toxicity



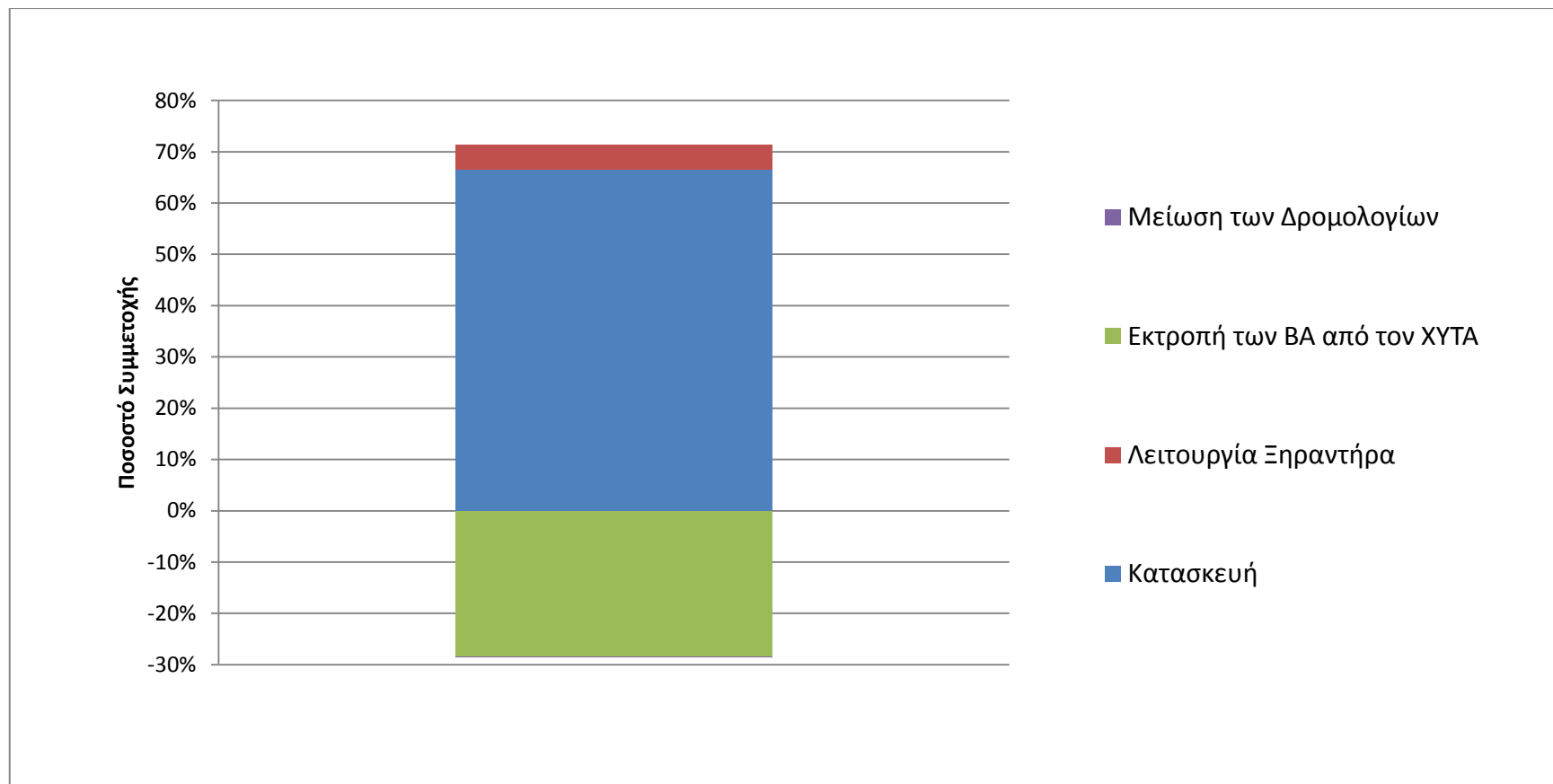
Σχήμα 9: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία Freshwater Aquatic Ecotoxicity



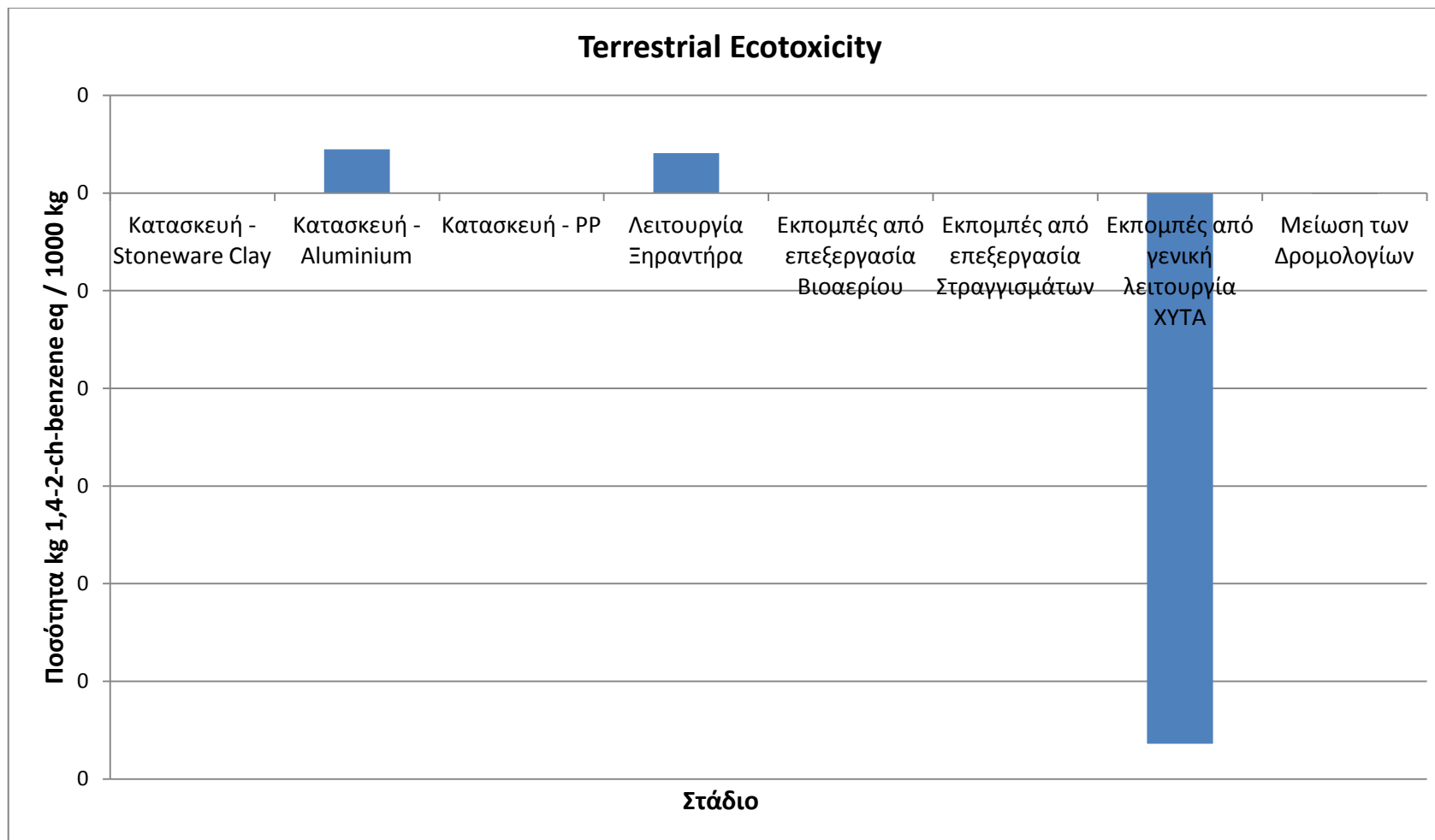
Σχήμα 10: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία Freshwater Aquatic Ecotoxicity



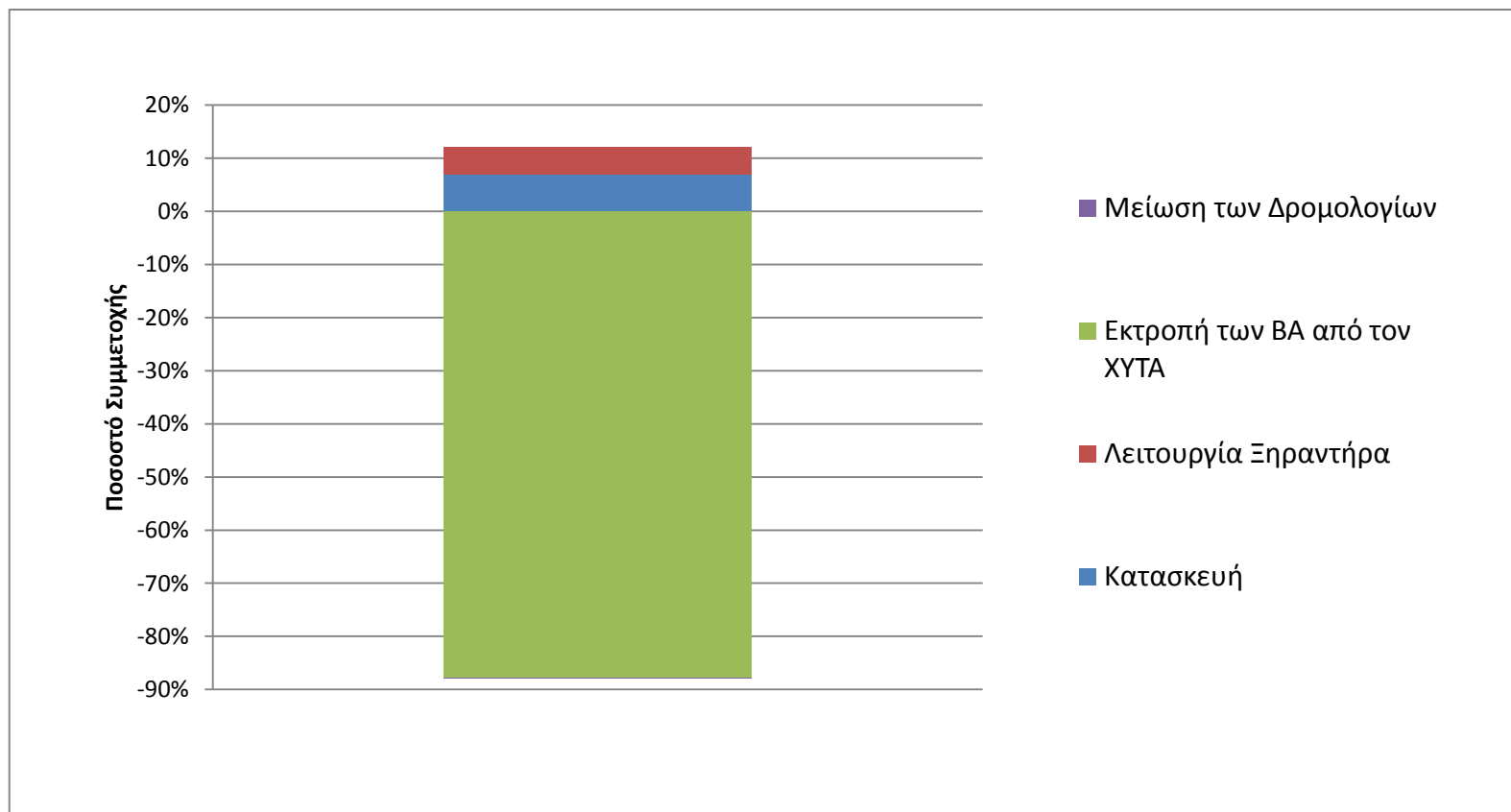
Σχήμα 11: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία Marine Aquatic Ecotoxicity



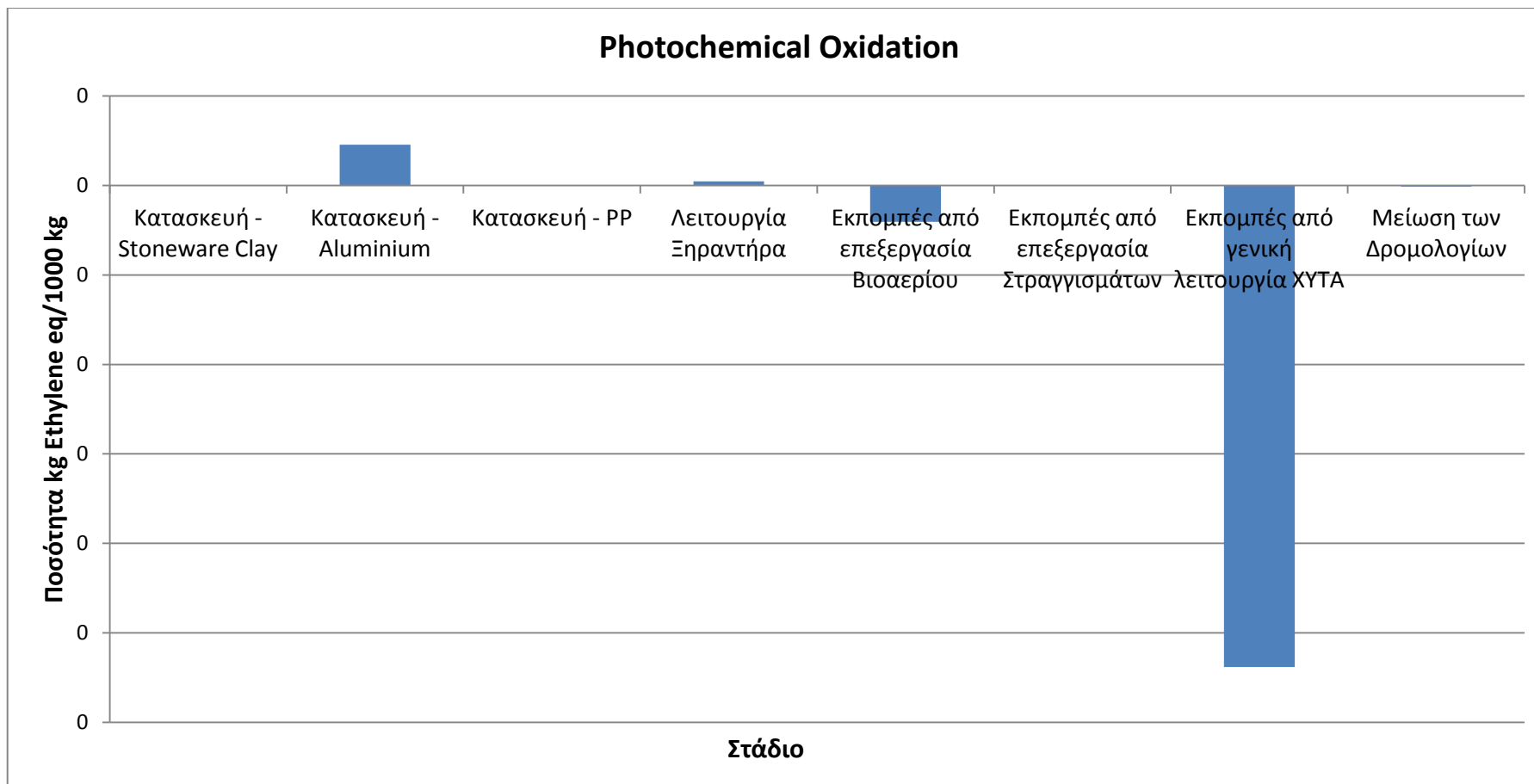
Σχήμα 12: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία Marine Aquatic Ecotoxicity



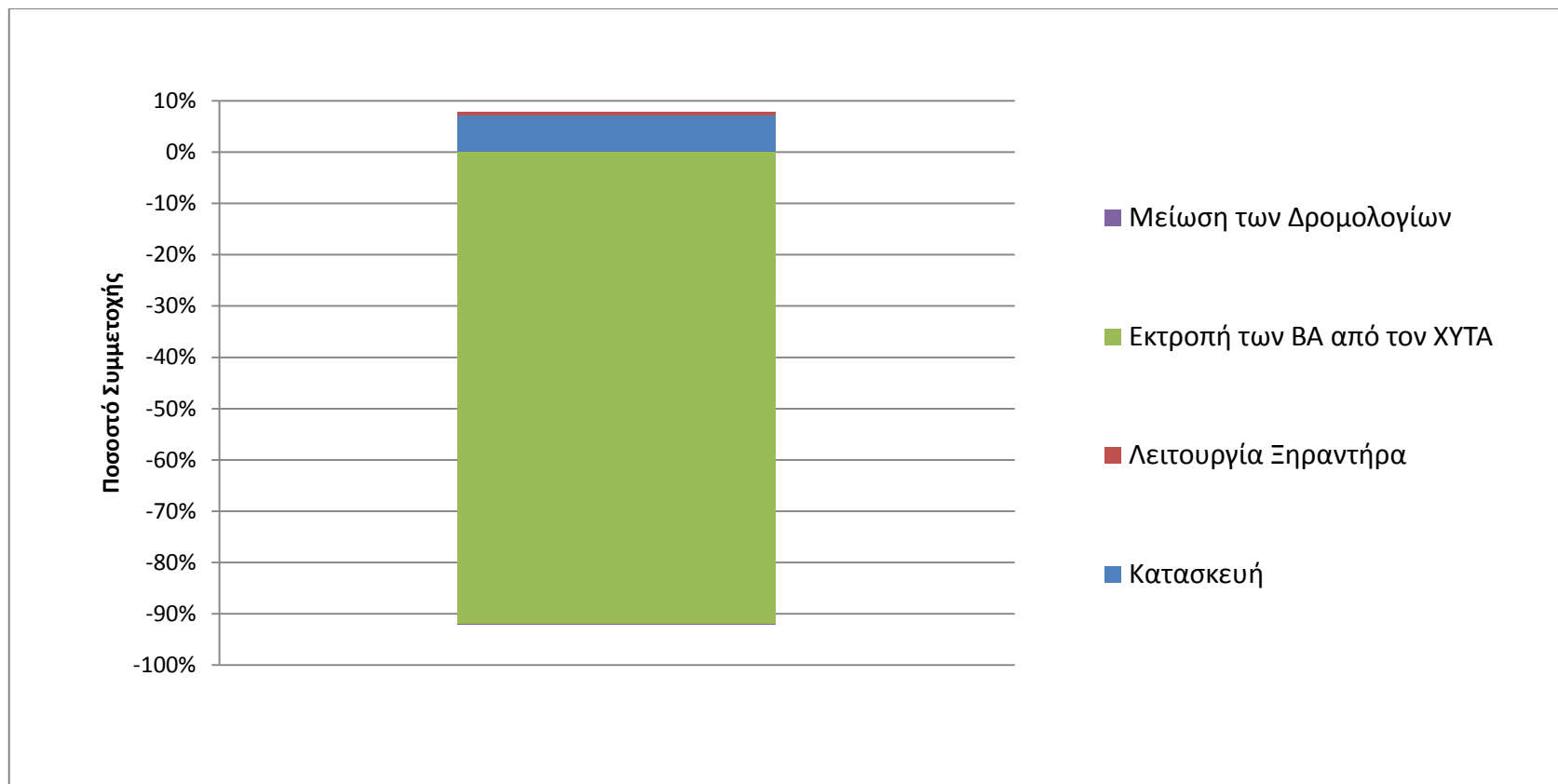
Σχήμα 13: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία Terrestrial Ecotoxicity



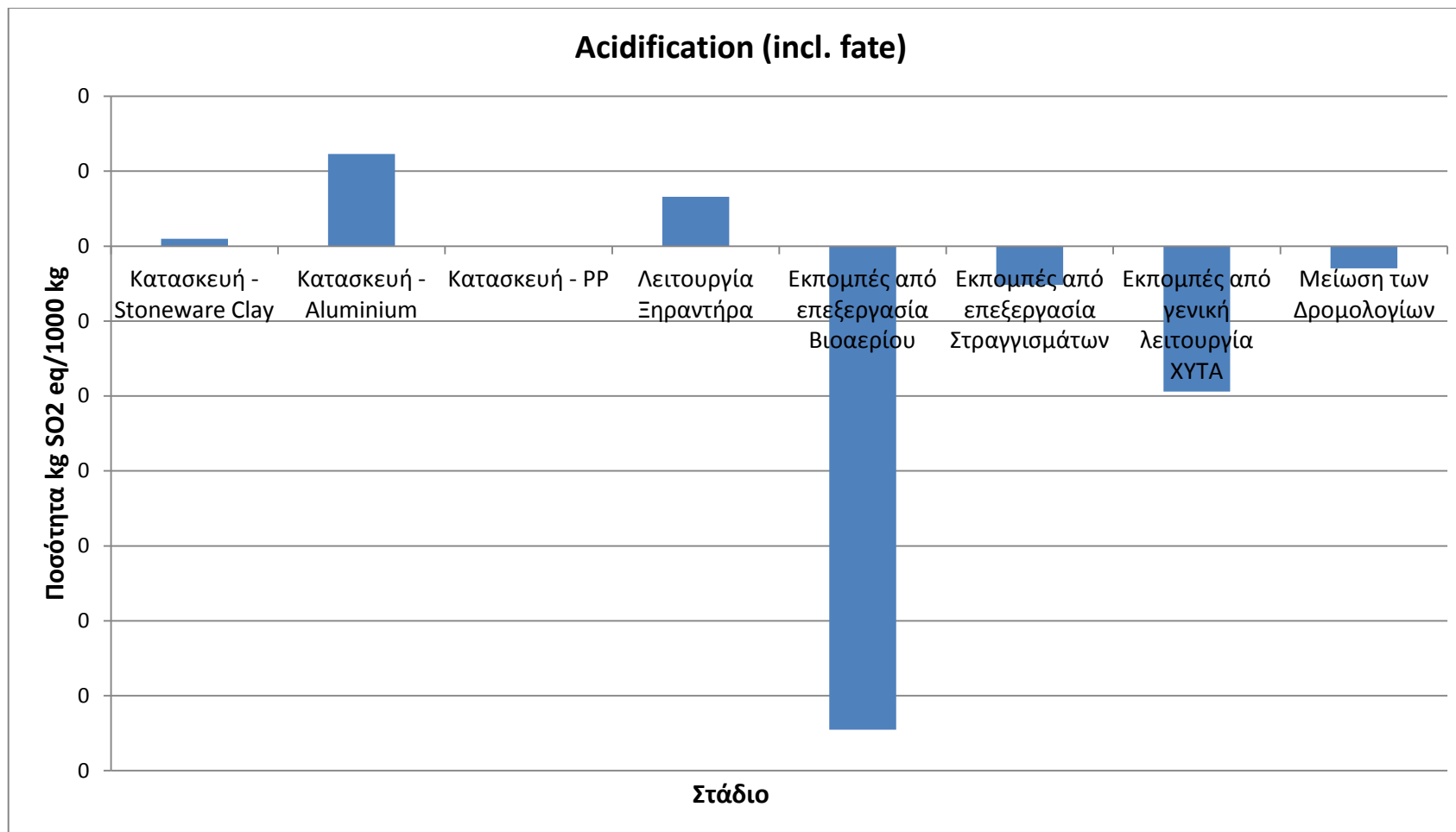
Σχήμα 14: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία Terrestrial Ecotoxicity



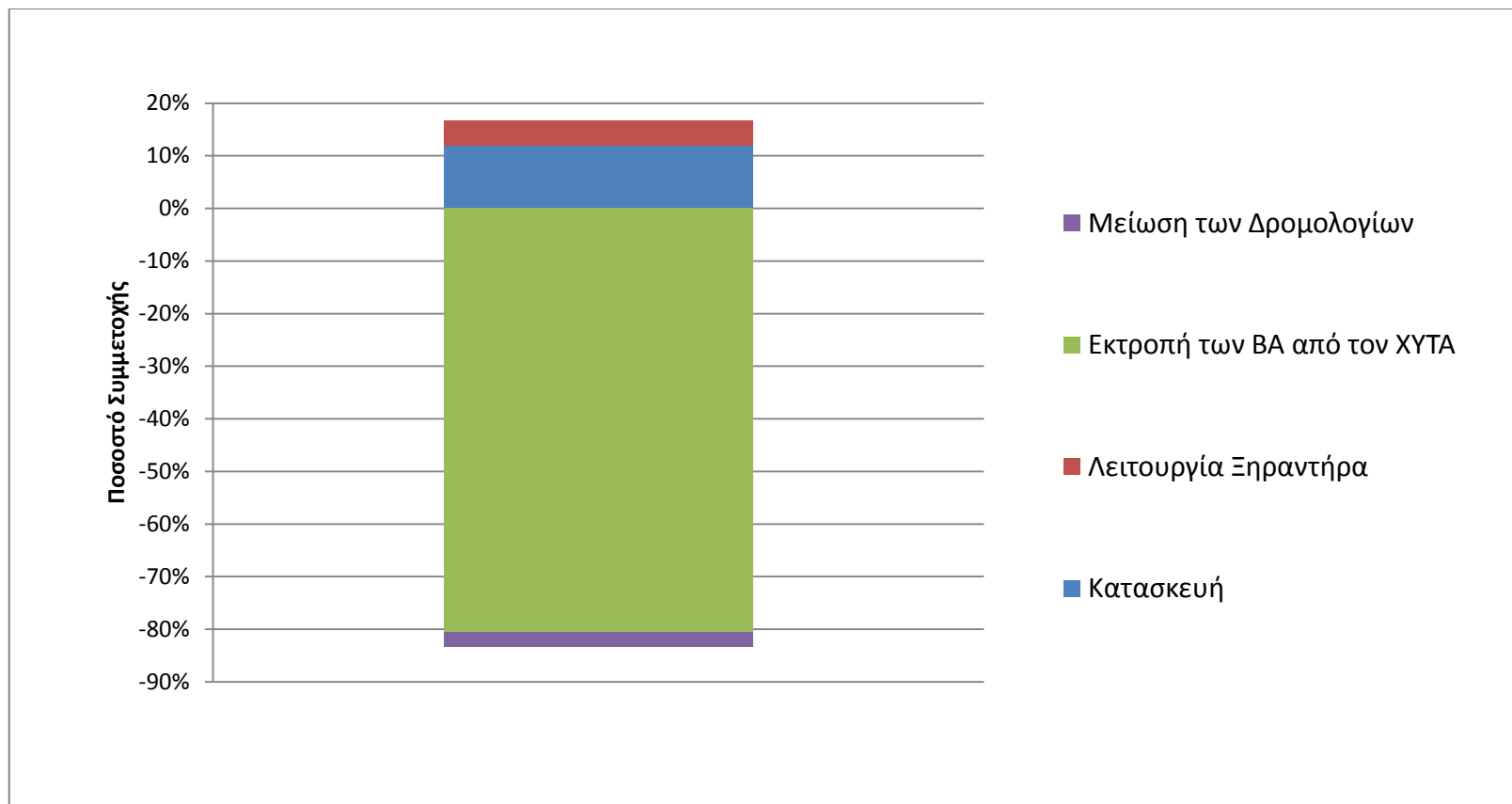
Σχήμα 15: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία Photochemical Oxidation



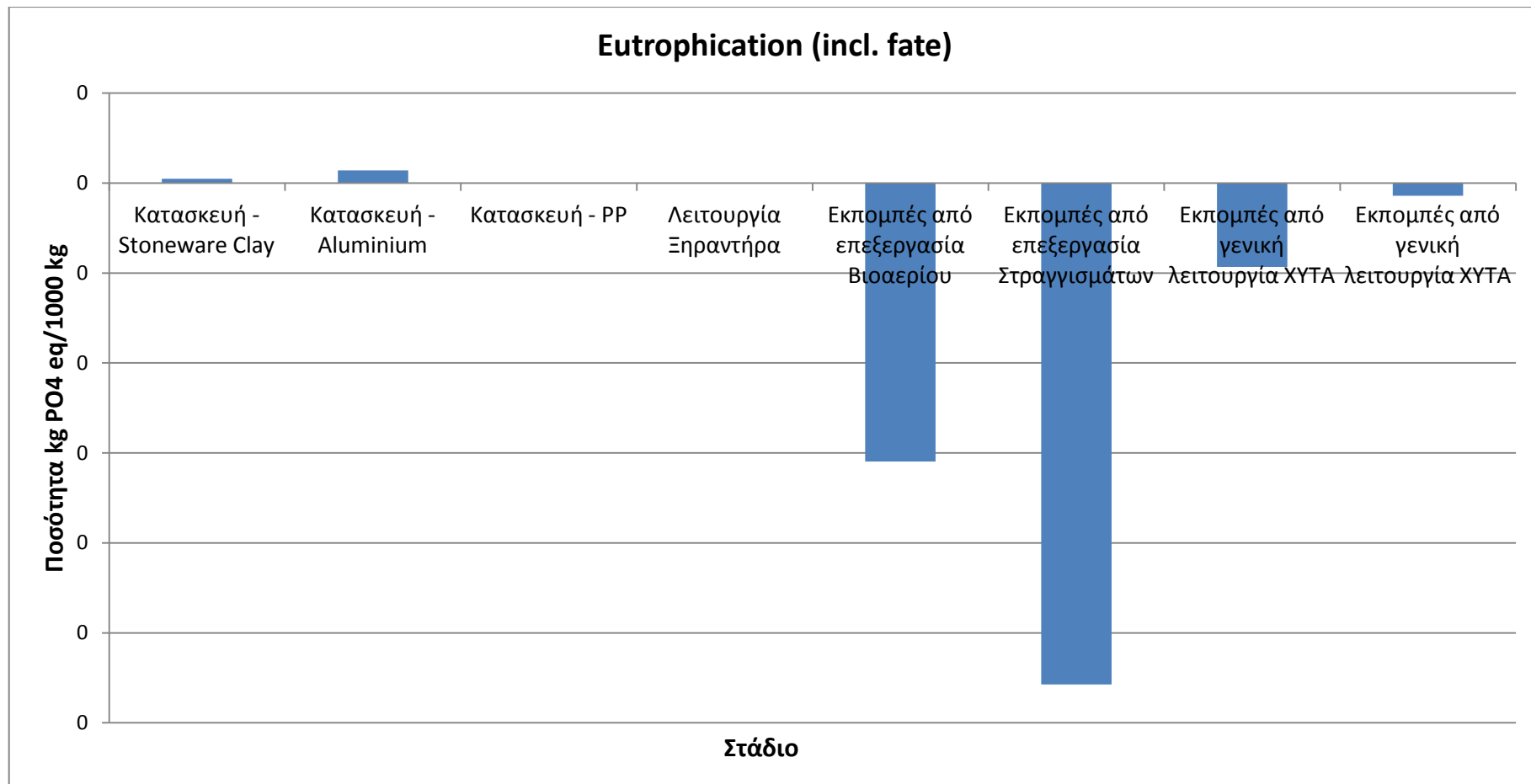
Σχήμα 16: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία Photochemical Oxidation



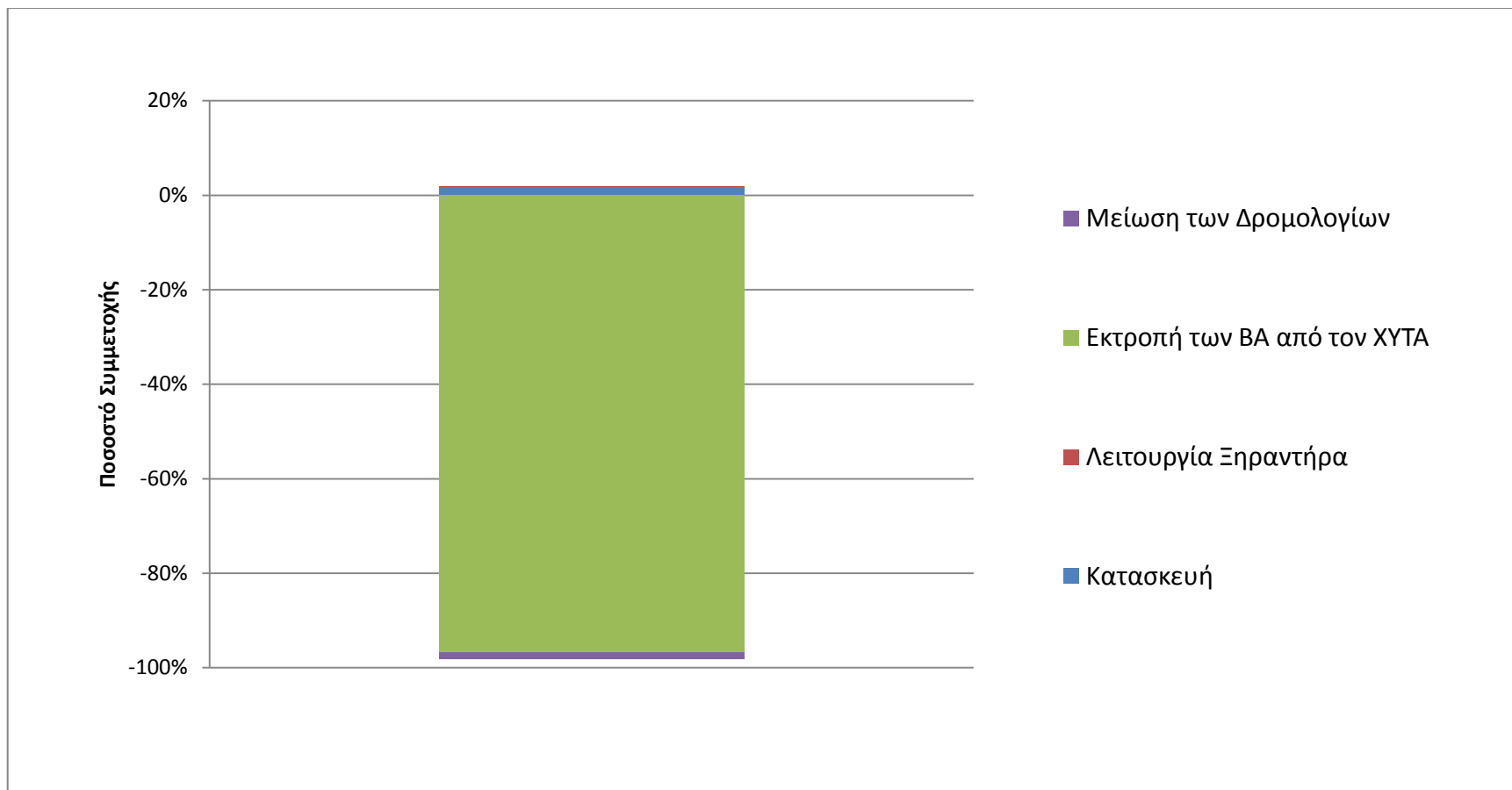
Σχήμα 17: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία Acidification



Σχήμα 18: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία Acidification



Σχήμα 19: Επίδραση ανά στάδιο στην κατηγορία Eutrophication



Σχήμα 20: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στην κατηγορία Eutrophication

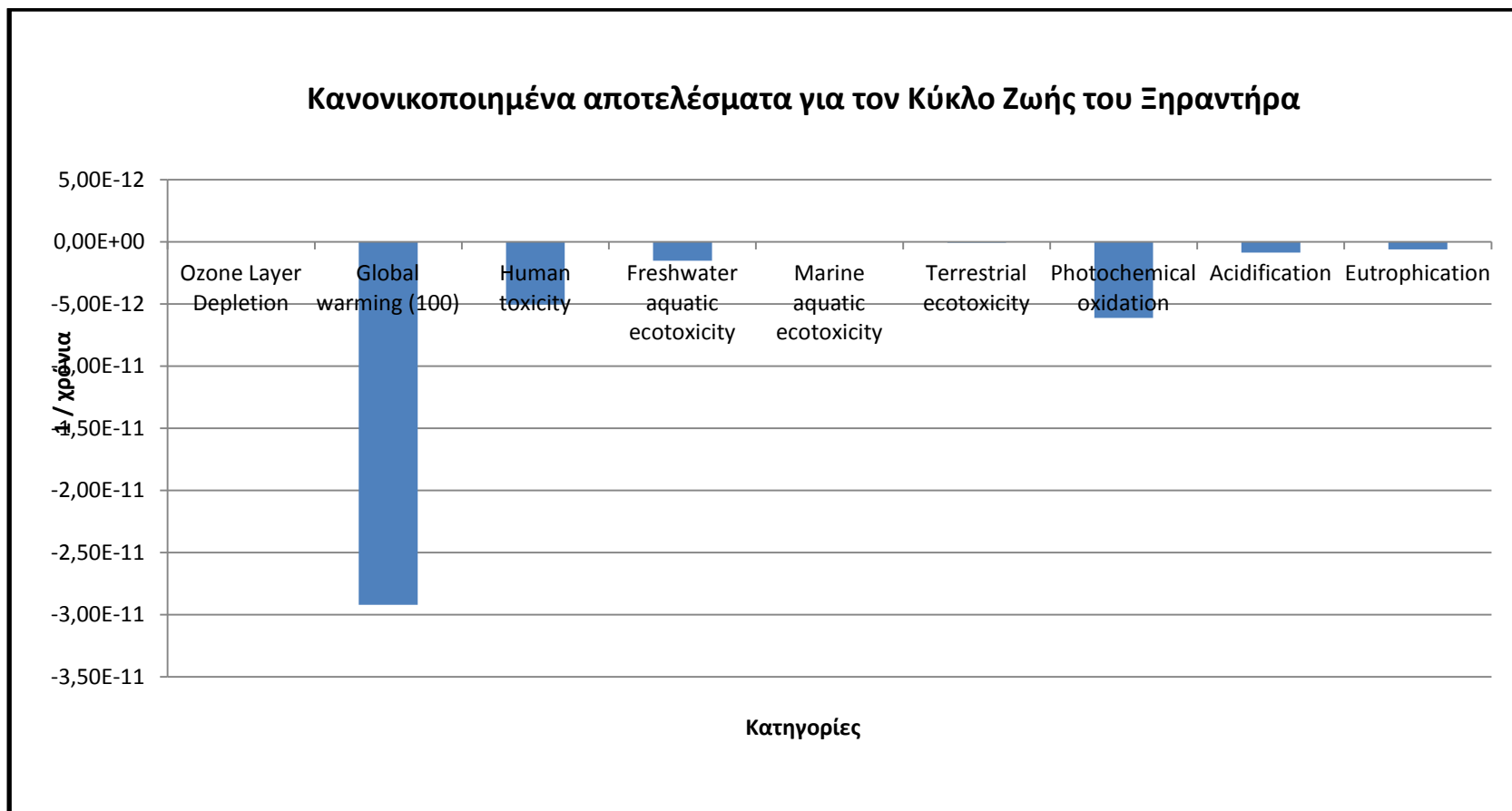
3.5.3.3 Κανονικοποίηση (Normalization)

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, μετά την κανονικοποίηση, όλες οι κατηγορίες επιπτώσεων έχουν την ίδια μονάδα (1/yr) γεγονός που επιτρέπει τη ευκολότερη μεταξύ τους σύγκρισή.

Τα κανονικοποιημένα αποτελέσματα φαίνονται στο ακόλουθο πίνακα και σχεδιάγραμμα.

Πίνακας 13: Παρουσίαση των κανονικοποιημένων αποτελεσμάτων

Κατηγορία	Κανονικοποιημένες τιμές, 1 /yr (Τιμές αναφοράς: EU25, 2000)
Ozone Layer Depletion	0,00E+00
Global warming (100)	-2,92E-11
Human toxicity	-5,05E-12
Freshwater aquatic ecotoxicity	-1,52E-12
Marine aquatic ecotoxicity	1,15E-14
Terrestrial ecotoxicity	-8,25E-14
Photochemical oxidation	-6,12E-12
Acidification	-8,58E-13
Eutrophication	-6,25E-13



Σχήμα 21: Εποπτική παρουσίαση των κανονικοποιημένων αποτελεσμάτων (1/έτος)

Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ότι, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι θετικές επιπτώσεις στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι πολύ σημαντικές από την χρήση του Ξηραντήρα, ακόμα και στην περίπτωση όπου το υπόλειμμα από ξήρανση δεν αξιοποιείται περαιτέρω. Επίσης η χρήση του Ξηραντήρα έχει σημαντικά θετική επίδραση στην τοξικότητα, και κυρίως αυτής προς τους ανθρώπους, αλλά και στο φωτοχημικό φαινόμενο όπου οι θετικές συνέπειες οφείλονται κυρίως στην αποφυγή εκπομπών από την γενικότερη λειτουργία του ΧΥΤΑ (χρήση μηχανημάτων εκσκαφής κ.λπ.).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι αρνητικές επιπτώσεις στην κατηγορία Τοξικότητα Θαλάσσιου Νερού είναι συγκριτικά αμελητέες.

3.5.3.4 Ανάλυση Ευαισθησίας

Ακολούθως, παρουσιάζεται η ανάλυση ευαισθησίας που πραγματοποιήθηκε. Για την ανάλυση θεωρήθηκαν 3 βασικές παράμετροι οι οποίες δύναται να επηρεάσουν το σύστημα, ήτοι:

- Η ηλεκτρική κατανάλωση κατά την λειτουργία του Ξηραντήρα
- Το ποσοστό που ο χρήσης προδιαλέγει τα βιοαπόβλητα, και
- Η διάρκεια ζωής του Ξηραντήρα

Για την ηλεκτρική κατανάλωση, θεωρήθηκε ένα εύρος διακύμανσης $\pm 20\%$.

Για το ποσοστό προδιαλογής όπου η αρχική θεώρηση ήταν 70%, το εύρος κυμάνθηκε από 100% έως 40%. Το 100% είναι γενικά μία τιμή που δύσκολα να μπορέσει να επιτευχθεί, αλλά χρησιμοποιήθηκε ως μέγιστο άνω όριο.

Για την διάρκεια ζωής του Ξηραντήρα, όπου η αρχική θεώρηση ήταν 10 έτη, θεωρήθηκε ένα εύρος διακύμανσης $\pm 20\%$, ήτοι 8 και 12 έτη αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 14: Αποτελέσματα της Ανάλυσης Ευαισθησίας του συστήματος

Παράγοντας	Μεταβολή	Ποσοστό	Αποτελέσματα Επιπτώσεων								
			Ozone Layer Depletion	Global warming (100)	Human toxicity	Freshwater aquatic ecotoxicity	Marine aquatic ecotoxicity	Terrestrial ecotoxicity	Photochemical oxidation	Acidification	Eutrophication
Ηλεκτρική Κατανάλωση	20%	20%	0,000	-151,939	-2,527	-0,317	0,525	-0,009	-0,011	-0,014	-0,010
	0%	0%	0,000	-152,080	-2,527	-0,317	0,511	-0,010	-0,011	-0,014	-0,010
	-20%	-20%	0,000	-152,221	-2,527	-0,317	0,497	-0,010	-0,011	-0,015	-0,010
Προδιαλογή Οργανικών	100%	43%	0,000	-217,456	-3,610	-0,453	0,710	-0,014	-0,015	-0,021	-0,014
	70%	0%	0,000	-152,080	-2,527	-0,317	0,511	-0,010	-0,011	-0,014	-0,010
	40%	-43%	0,000	-86,996	-1,445	-0,181	0,284	-0,006	-0,006	-0,008	-0,005
Έτη Ζωής	12	20%	0,000	-152,245	-2,529	-0,317	0,368	-0,010	-0,011	-0,015	-0,010
	10	0%	0,000	-152,080	-2,527	-0,317	0,511	-0,010	-0,011	-0,014	-0,010
	8	-20%	0,000	-152,186	-2,524	-0,317	0,690	-0,010	-0,010	-0,014	-0,010

Παράγοντας	Μεταβολή	Ποσοστό	Ποσοστά μεταβολής								
			Ozone Layer Depletion	Global warming (100)	Human toxicity	Freshwater aquatic ecotoxicity	Marine aquatic ecotoxicity	Terrestrial ecotoxicity	Photochemical oxidation	Acidification	Eutrophication
Ηλεκτρική Κατανάλωση	20%	20%	0%	0%	0%	0%	-3%	1%	0%	1%	0%
	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-20%	-20%	0%	0%	0%	0%	3%	-1%	0%	-1%	0%
Προδιαλογή Οργανικών	100%	43%	0%	-43%	-43%	-43%	-39%	-45%	-43%	-45%	-43%
	70%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40%	-43%	0%	43%	43%	43%	44%	42%	43%	41%	43%
Έτη Ζωής	12	20%	0%	0%	0%	0%	-28%	-3%	-2%	-5%	0%
	10	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-20%	0%	0%	0%	0%	35%	1%	2%	3%	0%

Από τα παραπάνω προκύπτουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- ✓ Η μεταβολή της ηλεκτρικής κατανάλωσης, επηρεάζει έντονα αλλά γραμμικά κυρίως την κατηγορία της Τοξικότητας του Θαλάσσιου Νερού. Αυτό συμβαίνει διότι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η τιμή της οφείλεται κυρίως στις εκπομπές υδροφθορίου και βαρέων μετάλλων την καύση λιθάνθρακα και λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✓ Η μεταβολή του ποσοστού προδιαλογής επηρεάζει αναμενόμενα και αναλογικά όλες κατηγορίες.
- ✓ Η μεταβολή της διάρκειας ζωής του Ξηραντήρα, επηρεάζει έντονα αλλά γραμμικά επίσης κυρίως την κατηγορία της Τοξικότητας του Θαλάσσιου Νερού. Αυτό συμβαίνει διότι μικραίνοντας την διάρκεια ζωής του Ξηραντήρα, αναμένεται να επεξεργαστεί μικρότερες ποσότητες ΒΑ. Συνεπώς όλες οι επιπτώσεις της κατασκευής του επιμερίζονται σε μικρότερο τონάζ, και άρα αυξάνονται οι επιπτώσεις ανά τόνο. Αναφορικά με την κατηγορία που επηρεάζεται, αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω των εκπομπών που ευθύνονται για την τοξικότητα κατά την επεξεργασία του αλουμινίου, το οποίο χρησιμοποιείται στην κατασκευή του Ξηραντήρα.

Στο σημείο αυτό υπενθυμίζεται ότι τα παραπάνω αποτελέσματα τοξικότητας σαν ποσοστιαία συμμετοχή στην ΑΚΖ είναι σημαντικά, αλλά σαν ποσότητες που παράγονται τόσο ανά τόνο σύμμεικτων ΑΣΑ όσο και ΒΑ, μπορούν να θεωρηθούν αμελητέες.

4 ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

Βιβλιογραφία

1. Αμπελιώτης Κ. (2006), Διαχείριση πόσιμου νερού, λυμάτων και στερεών αποβλήτων, Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα.
2. CML (Centre for Environmental Studies) (2010), CML-IA Characterisation Factors Database, University of Leiden, Netherlands
3. ISO 14044 (2006), Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines, International Organisation for Standardisation (ISO), Geneva
4. ISO 14040 (2006), Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, International Organisation for Standardisation (ISO), Geneva
5. Κορωναίος Χρ. (2008), Ανάλυση Κύκλου Ζωής: Η ολοκληρωμένη Περιβαλλοντική Προσέγγιση στην Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη, Σημειώσεις - Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) του Ε.Μ.Π. “Περιβάλλον και Ανάπτυξη”.
6. NTUA (2009), WasteSum LCID (Life Cycle Inventory database), LIFE06 TCY/MA/000254 - Management and Valorisation of Solid Domestic Waste for the Small Urban Communities in Morocco – WasteSUM
7. Pennington D.W., Potting J., Finnveden G., Lindeijer E., Jolliet O., Rydberg T. and G. Rebitzer (2004), A Life cycle assessment: Part 2: Current impact assessment practice, *Environment International*, 30(5), July 2004, pp. 721-739.
8. PRé Consultants (2000), Eco-indicator 99 - A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, Government of the Netherlands, Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment.
9. Kaldellis J.K., Voutsinas M., Paliatsos A.G. & Koronakis P.S. (2004), Temporal Evolution of the Sulphur Oxides Emissions from the Greek Electricity Generation Sector, *Environmental Technology*, 25:12, 1371-1384
10. Mehmooda M.K., E. Adetutub, D.B. Nedwella and A.S. Ball (2008), In situ microbial treatment of landfill leachate using aerated lagoons, *Bioresource Technology*, Volume 100, Issue 10, May 2009, Pages 2741-2744
11. Μουσιόπουλος, Ν. (1999), Ανάλυση Κύκλου Ζωής, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
12. SETAC (2002), Life-Cycle Impact Assessment: Striving towards Best Practice, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC).

13. Skordilis, (1998), Biological Degradation of MSW and Leachate production, Technicals and Chronicles, Volume 8-1, pp 43-45, Athens.
14. Στέλιου Μ. (2005), Ανάλυση κύκλου ζωής ελαιολάδου στην Κύπρο, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
15. US EPA AP 42 (2006), AP 42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors Volume I, Fifth Edition. Available from: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>
16. US EPA (2005), Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User's Guide, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory.
17. US Energy Information Administration (2008), Worldwide Electricity Emission Factors - Data from 2000.
18. Χρυσουλάκης Π. (2011), Κράματα Αλουμινίου- Ονοματολογία, Σημειώσεις - Επιστήμη και Τεχνολογία Αλουμινίου – Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Ιστοσελίδες

1. SimaPro, Λογισμικό εργαλείο - <http://www.pre-sustainability.com> - <http://www.pre.nl>
2. Απολογισμός ΔΕΗ για την Κλιματική Αλλαγή, 2007 - <http://www.dei.gr/Default.aspx?id=31381&nt=18&lang=1>

5 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 15: Παράδειγμα της μορφής που παρουσιάζονται οι συντελεστές στην μέθοδο CML Baseline 2000 για ενδεικτικούς αέριους ρύπους

Characterisation factors											
Approach:	baseline (CML, 2000)			Problem oriented approach: baseline (CML, 1999)	Problem oriented approach: baseline (CML, 1999)	Problem oriented approach: baseline (CML, 1999)	Problem oriented approach: baseline (CML, 1999)	Problem oriented approach: baseline (CML, 1999)	Problem oriented approach: baseline (CML, 1999)	Problem oriented approach: non baseline (CML, 1999)	
impact category:	air			global warming (GWP100)	human toxicity (HTP inf)	Freshwater aquatic ecotoxicity (FAETP inf)	Marine aquatic ecotoxicity (MAETP inf)	Terrestrial ecotoxicity (TETP inf)	photochemical oxidation (high NOx)	acidification (incl. fate, average Europe total, A&B)	eutrophication (fate not included, average Europe total, A&B)
alternatives:				GWP100 (IPCC, 2007)	HTP inf. (Huijbregts, 1999 & 2000)	FAETP inf. (Huijbregts, 1999 & 2000)	MAETP inf. (Huijbregts, 1999 & 2000)	TETP inf. (Huijbregts, 1999 & 2000)	POCP (Jenkin & Hayman, 1999; Derwent et al. 1998; high NOx)	AP (Huijbregts, 1999; average Europe total, A&B)	EP (Huijbregts, 1999; average Europe total, A&B)
Substance	cas no. cas no. unit	(other format)		kg CO2 eq.	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	kg ethylene eq.	kg SO2 eq.	kg NOx eq.
dust (PM10)	PM10	PM10	kg		8,2E-01						
Carbon dioxide	124-38-9	124-38-9	kg	1,0E+00							
nitrogen oxides (as NO2)	11104-93-1	11104-93-1	kg		1,2E+00					5,00E-01	1,30E-01
sulphur dioxide	7446-09-5	7446-09-5	kg		9,6E-02				4,8E-02	1,20E+00	
mercury (II) ion	14302-87-5	14302-87-5	kg		6,0E+03	3,2E+02	1,2E+06	2,8E+04			
cadmium (II) ion	22537-48-0	22537-48-0	kg		1,5E+05	2,9E+02	1,1E+06	8,1E+01			
thallium	7440-28-0	7440-28-0	kg		4,3E+05	1,6E+03	2,6E+07	3,4E+02			
antimony	7440-36-0	7440-36-0	kg		6,7E+03	3,7E+00	3,3E+04	6,1E-01			
arsenic (V) ion	17428-41-0	17428-41-0	kg		3,5E+05	5,0E+01	2,3E+05	1,6E+03			
lead (II) ion	14280-50-3	14280-50-3	kg		4,7E+02	2,4E+00	7,0E+03	1,6E+01			
chromium (III) ion	16065-83-1	16065-83-1	kg		6,5E+02	1,9E+00	5,2E+03	3,0E+03			
cobalt	7440-48-4	7440-48-4	kg		1,7E+04	6,4E+02	5,4E+06	1,1E+02			
copper (II) ion	15158-11-9	15158-11-9	kg		4,3E+03	2,2E+02	8,9E+05	7,0E+00			
Manganese (II) ion	16397-91-4	16397-91-4	kg								
nickel (II) ion	14701-22-5	14701-22-5	kg		3,5E+04	6,3E+02	3,8E+06	1,2E+02			
vanadium (III) ion	22541-77-1	22541-77-1	kg		6,2E+03	1,7E+03	1,2E+07	6,7E+02			
hydrogen chloride	7647-01-0	7647-01-0	kg		5,0E-01						
hydrogen fluoride	7664-39-3	7664-39-3	kg		2,9E+03	4,6E+00	4,1E+07	2,9E-03			

Πίνακας 16: Αποτελέσματα χωρίς αλλά και με την χρήση του Ξηραντήρα, καθώς και το έμμεσο όφελος που προκύπτει (πηγή: WasteSum LCI ΈΤΟΣ??)

Ρύπος	Χωρίς την χρήση Ξηραντήρα (gr/τόνο ΑΣΑ)			Με την χρήση Ξηραντήρα (gr/τόνο ΑΣΑ)			Μείωση
	Πόλη	Μεταφορά στον ΧΥΤΑ	Άθροισμα	Πόλη	Μεταφορά στον ΧΥΤΑ	Άθροισμα	
CO2	8,57E+01	3,80E+02	4,65E+02	7,22E+01	2,93E+02	3,66E+02	-21,4%
CH4	1,82E-03	7,55E-03	9,37E-03	1,33E-03	5,84E-03	7,17E-03	-23,5%
CO	1,27E-01	7,71E-01	8,97E-01	9,41E-02	5,95E-01	6,90E-01	-23,2%
SO2	2,74E-03	1,21E-02	1,49E-02	2,31E-03	9,38E-03	1,17E-02	-21,4%
NO2	6,92E-01	4,50E+00	5,19E+00	5,33E-01	3,48E+00	4,01E+00	-22,8%
PM10	1,30E-02	8,43E-02	9,73E-02	1,01E-02	6,51E-02	7,52E-02	-22,7%
1,2,3-Trimethyl Benzene	4,36E-02	1,81E-01	2,25E-01	3,19E-02	1,40E-01	1,72E-01	-23,5%
1,2,4-trimethylbenzene	1,36E-04	5,67E-04	7,03E-04	9,98E-05	4,38E-04	5,38E-04	-23,5%
1,3-Butadiene	3,91E-04	1,62E-03	2,01E-03	2,86E-04	1,26E-03	1,54E-03	-23,5%
1-butene	1,50E-03	6,23E-03	7,73E-03	1,10E-03	4,82E-03	5,91E-03	-23,5%
1-hexene	9,09E-04	3,78E-03	4,69E-03	6,65E-04	2,92E-03	3,58E-03	-23,5%
1-pentene	6,81E-04	2,83E-03	3,51E-03	4,99E-04	2,19E-03	2,69E-03	-23,5%
3-Methylhexane	4,54E-04	1,89E-03	2,34E-03	3,33E-04	1,46E-03	1,79E-03	-23,5%
Acetaldehyde	1,59E-04	6,61E-04	8,20E-04	1,16E-04	5,11E-04	6,27E-04	-23,5%
Acetone	1,82E-03	7,55E-03	9,37E-03	1,33E-03	5,84E-03	7,17E-03	-23,5%
Acetylene	6,81E-04	2,83E-03	3,51E-03	4,99E-04	2,19E-03	2,69E-03	-23,5%
Acrolein	1,82E-03	7,55E-03	9,37E-03	1,33E-03	5,84E-03	7,17E-03	-23,5%
Benzaldehyde	8,04E-04	3,34E-03	4,15E-03	5,89E-04	2,58E-03	3,17E-03	-23,5%
Benzene	6,22E-04	2,59E-03	3,21E-03	4,56E-04	2,00E-03	2,46E-03	-23,5%
Butane	3,18E-05	1,32E-04	1,64E-04	2,33E-05	1,02E-04	1,25E-04	-23,5%
Butyraldehyde	6,81E-05	2,83E-04	3,51E-04	4,99E-05	2,19E-04	2,69E-04	-23,5%
Decane	4,00E-04	1,66E-03	2,06E-03	2,93E-04	1,28E-03	1,58E-03	-23,5%
Ethane	8,13E-04	3,38E-03	4,19E-03	5,96E-04	2,61E-03	3,21E-03	-23,5%
Ethylbenzene	1,36E-05	5,67E-05	7,03E-05	9,98E-06	4,38E-05	5,38E-05	-23,5%
Ethylene	2,27E-04	9,44E-04	1,17E-03	1,66E-04	7,30E-04	8,96E-04	-23,5%
Formaldehyde	5,45E-03	2,27E-02	2,81E-02	3,99E-03	1,75E-02	2,15E-02	-23,5%
Isobutane	2,73E-03	1,13E-02	1,41E-02	2,00E-03	8,76E-03	1,08E-02	-23,5%
Isobutene	6,36E-05	2,64E-04	3,28E-04	4,66E-05	2,04E-04	2,51E-04	-23,5%
Isopentane	7,72E-04	3,21E-03	3,98E-03	5,66E-04	2,48E-03	3,05E-03	-23,5%
Pentane	5,45E-04	2,27E-03	2,81E-03	3,99E-04	1,75E-03	2,15E-03	-23,5%
Propane	3,63E-05	1,51E-04	1,87E-04	2,66E-05	1,17E-04	1,43E-04	-23,5%
Propionaldehyde	4,54E-05	1,89E-04	2,34E-04	3,33E-05	1,46E-04	1,79E-04	-23,5%
Propylene	5,68E-04	2,36E-03	2,93E-03	4,16E-04	1,82E-03	2,24E-03	-23,5%
Styrene	1,36E-03	5,67E-03	7,03E-03	9,98E-04	4,38E-03	5,38E-03	-23,5%
Toluene	2,54E-04	1,06E-03	1,31E-03	1,86E-04	8,17E-04	1,00E-03	-23,5%
Μέσο Ποσοστό Μείωσης							-23,3%