



Πανεπιστήμιο Πειραιώς
Σχολή Οικονομικών, Επιχειρηματικών
& Διεθνών Σπουδών
Τμήμα Οργάνωσης & Διοίκησης
Επιχειρήσεων
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στη Διοίκηση
Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα με
Διεθνή Προσανατολισμό (MBA TQM
International)

***ΕΚΤΙΜΗΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ
ΚΙΝΔΥΝΟΥ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ***

Διπλωματική εργασία

Ελισάβετ Κ. Κομνηνού

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών ΕΜΠ

A.M.: ΜΔΕ-ΟΠ1410

Επιβλέπων: Γεωργακέλλος Δημήτριος

Καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς

Πειραιάς, Ιούνιος 2016

*Αφιερωμένη στον πατέρα μου,
τον πιο αξιόλογο και εργατικό
οικονομολόγο που έχω γνωρίσει*

Η εργασία αυτή εκπονείται για εκπαιδευτικούς λόγους και μπορεί να περιέχει στοιχεία ελλιπούς ακρίβειας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΕΙΚΟΝΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
Abstract.....	9
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής εργασίας.....	12
1.2 Σκοπός και σημασία της παρούσας έρευνας.....	13
1.3 Βασικά ερευνητικά ερωτήματα	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	16
2.1 Μεθοδολογίες εκτίμησης και αξιολόγησης περιβαλλοντικού κινδύνου	18
2.1.1 Στάδια αξιολόγησης περιβαλλοντικού κινδύνου	19
2.1.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) – Εργαλείο αξιολόγησης κινδύνων	22
2.2 Μεθοδολογίες ανάλυσης περιβαλλοντικών επιπτώσεων	25
2.2.1 Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	26
2.2.2 Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση	30
2.2.2.1 Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	31
2.2.2.2 Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση.....	34
2.3 Συνδυασμός μεθοδολογιών εκτίμησης και αξιολόγησης κινδύνου και περιβαλλοντικών επιπτώσεων	36
2.4 Νομοθεσία ευρωπαϊκού και ελληνικού δικαίου	41
2.5 Επισκόπηση εφαρμογών σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	65
4.1 Περιγραφή τοποθεσίας και αποτύπωση φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος στην περιοχή του σταθμού	66
4.1.1 Φυσικό Περιβάλλον.....	68
4.1.1.1 Κλιματολογικά δεδομένα	69
4.1.1.2 Θερμοκρασιακά δεδομένα	69
4.1.1.3 Σχετική Υγρασία	70
4.1.1.4 Ανεμολογικά δεδομένα.....	71
4.1.1.5 Ηλιοφάνεια	73
4.1.1.6 Υετός - Βροχοπτώσεις.....	74
4.1.2 Ανθρωπογενές περιβάλλον	75
4.1.2.1 Δημογραφικές Τάσεις.....	75

4.1.2.2 Απασχόληση.....	78
4.1.2.3 Οικονομική Δραστηριότητα	79
4.2 Περιγραφή Μονάδας IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄	83
4.2.1 Γενικά στοιχεία	83
4.2.2 Στοιχεία παραγωγικής διαδικασίας.....	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	96
5.1 Παρουσίαση δεδομένων Μονάδας IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄	96
5.2 Επεξεργασία δεδομένων	105
5.3 Εκτίμηση και αξιολόγηση περιβαλλοντικού κινδύνου με τη χρήση του FMEA	107
5.4 Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) Μονάδας IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄	110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	118
6.1 Συμπεράσματα.....	118
6.2 Υφιστάμενα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος	119
6.3 Προτάσεις.....	125
6.4 Επίλογος	131
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	134

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΕΙΚΟΝΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1. Πίνακας διαδικασίας FMEA.....	25
Πίνακας 2. Μέση μηνιαία σχετική υγρασία [%].....	70
Πίνακας 3. Κατευθύνσεις και εντάσεις (Beaufort) ανέμων στο μετεωρολογικό σταθμό Τρίπολης.....	72
Πίνακας 4. Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/m ² .mo]....	73
Πίνακας 5. Πληθυσμός Δήμου Μεγαλόπολης και Π.Ε. Αρκαδίας μετά τις απογραφές 2011, 2001,1991.....	76
Πίνακας 6. Κατανομή Πληθυσμού Δήμου Μεγαλόπολης βάσει επιπέδου εκπαίδευσης.....	77
Πίνακας 7. Οικονομικά ενεργός και μη ενεργός μόνιμος πληθυσμός Δήμου Μεγαλόπολης.....	78
Πίνακας 8. Ανάπτυξη γεωργίας Νομού Αρκαδίας & Περιφέρειας Πελοποννήσου.....	80
Πίνακας 9. Κτηνοτροφικός τομέας Νομού Αρκαδίας & Περιφέρειας Πελοποννήσου.....	81
Πίνακας 10. Βασικά στοιχεία εγκατάστασης Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄.....	96
Πίνακας 11. Ετήσιες εισροές πρώτων υλών στη μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ (Μέρος 1).....	97
Πίνακας 12. Ετήσιες εισροές πρώτων υλών στη μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ (Μέρος 2).....	97
Πίνακας 13. Ετήσιες εκροές ηλεκτρικής ενέργειας από τη Μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ (Μέρος 1).....	100
Πίνακας 14. Ετήσιες εκροές ηλεκτρικής ενέργειας & Βαθμός απόδοσης της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ (Μέρος 2).....	100
Πίνακας 15. Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄.....	100
Πίνακας 16. Ετήσιες ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων από τη λειτουργία της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ (Μέρος 1).....	102
Πίνακας 17. Ετήσιες ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων από τη λειτουργία της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ (Μέρος 2).....	103
Πίνακας 18. Ετήσιες ποσότητες εκπεμπόμενου Διοξειδίου του Άνθρακα (CO ₂) από τη λειτουργία της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄.....	104
Πίνακας 19. Μέσες τιμές & Τυπικές αποκλίσεις ποσοτήτων πρώτων υλών.....	107
Πίνακας 20. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές εκπομπών αέριων ρύπων.....	108
Πίνακας 21. Εφαρμογή μεθοδολογίας FMEA στη παραγωγική διαδικασία της Μονάδας IV...	109
Πίνακας 22. Εισροές – Εκροές της Μονάδας IV για την παραγωγή 1 MWh ηλεκτρικής ενέργειας.....	111
Πίνακας 23. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση ή εκπομπή στοιχείων ανά MWh παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	114

Πίνακας 24. Συντελεστές βαρύτητας & συνολικά αποτελέσματα ανά κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων.....	115
Πίνακας 25. Συντελεστές βαρύτητας & συνολικά αποτελέσματα ανά κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων χωρίς υπολογισμό της εκμετάλλευσης βιομηχανικής περιοχής.....	115
Πίνακας 26. Δείκτες αερίων εκπομπών για νέες λιγνιτικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	128
Πίνακας 27. Δείκτες αερίων εκπομπών για νέες λιγνιτικές μονάδες και τη Μονάδα IV παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	128
Πίνακας 28. Μήτρα κινδύνων για τη Μονάδα IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄.....	129
ΕΙΚΟΝΕΣ	
Εικόνα 1. Στάδια μεθοδολογιών αξιολόγησης περιβαλλοντικών κινδύνων.....	22
Εικόνα 2. Βασικά στάδια του πλαισίου Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ).....	27
Εικόνα 3. Μακέτα Μονάδας IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β.....	65
Εικόνα 4. Μονάδα IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β.....	65
Εικόνα 5. Νομός Αρκαδίας - Χάρτης Πελοποννήσου.....	67
Εικόνα 6. Γεωγραφική Θέση των Ατμοηλεκτρικών σταθμών της ΔΕΗ Α.Ε. στη Μεγαλόπολη και η ροή του Αλφειού Ποταμού.....	68
Εικόνα 7. Χρωματική Κατανομή αιολικής έντασης στην Ελλάδα.....	73
Εικόνα 8. Χρωματική Κατανομή ηλιακής έντασης στην ελλαδικό χώρο.....	74
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	
Διάγραμμα 1. Διάγραμμα κατανομής μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας στο μετεωρολογικό σταθμό Τρίπολης.....	71
Διάγραμμα 2. Κατανομή μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας.....	71
Διάγραμμα 3. Ροδόγραμμα Ανέμου (% συχνότητα εμφάνισης) (ένταση ανέμου σε κλίμακα Beaufort) στο μετεωρολογικό σταθμό Τρίπολης.....	72
Διάγραμμα 4. Κατανομή μέσου μηνιαίου ύψους βροχής (mm).....	75
Διάγραμμα 5. Απασχολησιμότητα πληθυσμού Περιφέρειας Πελοποννήσου & Τάσεις.....	79
Διάγραμμα 6. Διάγραμμα ροής Εργοστασίου ηλεκτρικής ενέργειας.....	85
Διάγραμμα 7. Εργοστάσιο ηλεκτρικής ενέργειας με πύργο ψύξης και καύσιμο το λιγνίτη.....	86
Διάγραμμα 8. Χαρτογράφηση διεργασιών της επιχειρηματικής δραστηριότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄.....	93
Διάγραμμα 9. Χρονοσειρά εισροών βασικής πρώτης ύλης, λιγνίτη, μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄.....	98
Διάγραμμα 10. Χρονοσειρά εισροών δευτερεύοντος καυσίμου, diesel, μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄.....	98

Διάγραμμα 11. Χρονοσειρές εκροών παραχθείσας ενέργειας, εξαχθείσας ενέργειας και ενεργειακής κατανάλωσης Μονάδας IV.....	101
Διάγραμμα 12. Χρονοσειρές ποσοτήτων εκπεμπόμενων ρύπων από τη Μονάδα IV.....	103
Διάγραμμα 13. Χρονοσειρά ποσοτήτων εκπεμπόμενου διοξειδίου του θείου (SO ₂) από τη μονάδα IV.....	104
Διάγραμμα 14. Χρονοσειρά εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) από τη Μονάδα IV....	105
Διάγραμμα 15. Επίδραση των έργων βελτίωσης του Συγκροτήματος Αποθείωσης.....	121

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το περιβάλλον έχει εισέλθει τις τελευταίες δεκαετίες στην καθημερινότητα των επιχειρήσεων, αποτελώντας έναν παράγοντα αμφίδρομης επιρροής της λειτουργίας τους. Μια ή οι περισσότερες δραστηριότητες τους είναι πιθανόν να το επηρεάζουν, αλλά και να επηρεάζονται από αυτό σε τέτοιο βαθμό που η διοίκηση τους να επιλέγει ανθρώπους και μεθόδους που θα βοηθήσουν στη μείωση της αμφίδρομης αυτής επίδρασης.

Με βάση την ανωτέρω διάσταση, στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας, επιλέγεται να εκτιμηθεί και να αξιολογηθεί μια επιχειρηματική δραστηριότητα με απώτερο σκοπό την ανακάλυψη των περιβαλλοντικών κινδύνων που ελλοχεύουν από την ανάπτυξη της παραγωγικής διαδικασίας και των διεργασιών της.

Η εξεύρεση τρόπου σύνδεσης και αξιοποίησης των εργαλείων διαφορετικών μεθοδολογιών εκτίμησης και αξιολόγησης περιβαλλοντικού κινδύνου και περιβαλλοντικών επιπτώσεων αποτελεί το πρωταρχικό στόχο του εγχειρήματος αυτού, όπου σε δεύτερο επίπεδο εξειδικεύεται στην εφαρμογή της συνδυασμένης μεθόδου σε μία μελέτη περίπτωσης προκειμένου να παρουσιαστεί η ρεαλιστική πλευρά της ερευνητικής αυτής προσπάθειας και να διατυπωθούν στη συνέχεια εκ των συμπερασμάτων πιθανές προτάσεις διαχείρισης των περιβαλλοντικών κινδύνων που προέκυψαν. Το ρεαλιστικό πεδίο εφαρμογής θα παράσχει η επιχειρηματική δραστηριότητα της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ Α.Ε.) που συντελείται στη Μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο το λιγνίτη.

Τα ανωτέρω αντικείμενα υπόκεινται στην ομπρέλα των επιστημονικών πεδίων που εξετάστηκαν στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος στη Διοίκηση Επιχειρήσεων και τη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας του Πανεπιστημίου Πειραιώς, φοιτήτρια του οποίου υπήρξε η συντάκτρια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντικός Κίνδυνος, Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις, Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ), Μονάδα IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄, Εκπομπές, Περιβαλλοντική Διαχείριση, Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος, Διαχείριση κινδύνου.

Abstract

At the last decades the environment has become a significant factor of businesses' everyday life, as a result of two-way influence that is created between that and their activities. For that reason, management team chooses to recruit people and techniques in order to eliminate the resulted effects.

Based on this dimension, in the context of this project was selected a business' environment evaluation and assessment aiming to discovering the environmental risks posed by the development of the production procedure and processes.

Finding how could be connected and used different methodologies' tools of environmental risk's and impacts' evaluation and assessment are the primary objectives of this research, where at the second level are specialized on a case study, where the combined method will be applied, presenting the realistic side of this research effort. Concluding the application will be proposed alternative environmental risk management's solutions. Case study's field will be Public Power Corporation's (PPC) lignite-fired power plant, which occurs in Unit IV in Megalopolis.

The researched subjects are under the umbrella of scientific fields considered in the Postgraduate Program MBA-Total Quality Management International at University of Piraeus, where the author of this master thesis was student.

Keywords: Environmental Risk, Environmental Impacts, Life Cycle Assessment (LCA), Unit IV Megalopolis B, Emissions, Environmental Management, Environmental protection measures, Risk Management.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο μεταπτυχιακός κύκλος των σπουδών που τελειώνει με την παρούσα διπλωματική εργασία δεν θα μπορούσε να κλείσει χωρίς να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που ήταν δίπλα μου τόσο σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος όσο και κατά το χρονικό διάστημα εκπόνησης της διπλωματικής μου.

Θέλω, κατ' αρχάς, να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ. Δημήτρη Γεωργακέλλο, καθηγητή Πανεπιστήμιου Πειραιώς, υπό την επίβλεψη του οποίου εκπονήθηκε η εργασία αυτή. Τον ευχαριστώ για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου, για την αγαστή συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος, για την πολύτιμη καθοδήγηση του, την υπομονή και τις πολύ χρήσιμες συμβουλές του. Υπήρξε πάντα ένας άνθρωπος στον οποίο μπορούσα να απευθυνθώ και να με βοηθήσει για τις επιλογές μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους ανθρώπους της ΔΕΗ, την κ. Καλτσή, την κ. Χρήστου, την κ. Πατμανίδου και την κ. Γιαννούλη, για το χρόνο και τα στοιχεία που μου διέθεσαν, καθώς επίσης και για την άμεση ανταπόκριση στο αίτημά μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, ακόμα, τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος - που μέσα από την ξεχωριστή εμπειρία της φοίτησης στο συγκεκριμένο μεταπτυχιακό με βοήθησαν να αγγίξω αντικείμενα επιστημονικών πεδίων, αγνώστων μέχρι εκείνη τη στιγμή, και να εμπλουτίσω τις γνώσεις μου σε αυτά – και τους συμφοιτητές μου, που μέσα από την καθημερινή συνεργασία που είχαμε, πήρα μαθήματα σύνθεσης διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, διαλλακτικότητας, συντονισμού και διαχείρισης προσωπικοτήτων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου και τον σύντροφό μου, που ήταν δίπλα μου σε όλο το διάστημα αυτό, για την ηθική και υλική υποστήριξη τους, την υπομονή τους σε όλες τις δύσκολες στιγμές και τη χαρά τους στις επιτυχίες. Δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω, επίσης, τους φίλους και συνεργάτες για τη βοήθειά τους σε στιγμές που τους χρειάστηκα ή που ήταν εκεί πρόθυμοι να βοηθήσουν χωρίς καν να τους το ζητήσω.

Η εμπειρία αυτή ήταν ένα πολύ σημαντικό δίδαγμα για την προσωπικότητα και την επαγγελματική μου σταδιοδρομία. Ευχαριστώ όλους όσους με βοήθησαν να ολοκληρώσω το πρόγραμμα επιτυχώς.

Αργος, Ιούνιος 2016

Ελισάβετ Κ. Κομνηνού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής εργασίας

Το αντικείμενο της εργασίας αφορά στην εκτίμηση και αξιολόγηση του περιβαλλοντικού κινδύνου που μπορεί να προκαλείται στο πλαίσιο λειτουργίας μιας επιχειρησιακής δραστηριότητας.

Συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα θα προσπαθήσει να αποτυπώσει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση εκτίμησης και αξιολόγησης των περιβαλλοντικών κινδύνων μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται στα αντικείμενα της εκτίμησης, αξιολόγησης και διαχείρισης περιβαλλοντικών κινδύνων και τη χρήση των καταλληλότερων από αυτών για το σκοπό της εργασίας.

Ωστόσο, προκειμένου η τοποθέτηση στο αντικείμενο αυτό να καταλήξει σε απτά αποτελέσματα επιλέγεται να μελετηθεί μία περίπτωση συγκεκριμένης βιομηχανικής δραστηριότητας, στην οποία θα εφαρμοστεί η μεθοδολογία με στόχο να διερευνηθεί η πιθανότητα εμφάνισης περιβαλλοντικών κινδύνων από τη λειτουργία της, να γίνει η αξιολόγησή τους και να προταθούν δράσεις διαχείρισης ή/και μείωσης της πιθανότητας αυτής ή των επιπτώσεων που θα φέρει η έκθεση στους κινδύνους.

Η βιομηχανική δραστηριότητα της μελέτης περίπτωσης που επιλέγεται είναι εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατική πηγή ενέργειας και συγκεκριμένα ατμοηλεκτρικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο το λιγνίτη.

Η έρευνα της διπλωματικής εργασίας βασίζεται στις περιοχές που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος και συγκεκριμένα στη διαχείριση περιβάλλοντος και περιβαλλοντικών κινδύνων, τη μέτρηση των επιχειρηματικών επιδόσεων και περιοχές κοστολόγησης και γενικής οικονομικής θεωρίας.

Ως πρόσθετες περιοχές στις ανωτέρω εισέρχονται, λόγω της απόκτησης προπτυχιακού διπλώματος ηλεκτρολόγου μηχανικού της ερευνήτριας, οι ερευνητικές περιοχές της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, της θερμοδυναμικής, της διαχείρισης ενεργειακών συστημάτων, της περιβαλλοντικής πολιτικής και κλιματικής αλλαγής. Η παρουσία των συγκεκριμένων περιοχών απαντάται κυρίως στις ενότητες της έρευνας που ασχολούνται με τη μελέτη περίπτωσης της εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ως αποτέλεσμα του συνδυασμού των ανωτέρω πεδίων προέκυψε η ενασχόληση με το συγκεκριμένο αντικείμενο, αλλά και βάσει της αυξανόμενης ανάγκης μιας επιχείρησης να εξετάζει ως κρίσιμο παράγοντα, για τη δημιουργία της, τη λειτουργία της, τη συμμόρφωση της με τη νομοθεσία και την εικόνα της στους πελάτες της, το περιβάλλον και τη διαχείριση των δραστηριοτήτων της με στόχο τη μείωση της εκμετάλλευσης και μόλυνσής του.

1.2 Σκοπός και σημασία της παρούσας έρευνας

Μια επιχείρηση απαρτίζεται από επιχειρησιακές δραστηριότητες, οι οποίες μπορεί να έρχονται σε επαφή με το περιβάλλον είτε αυτό αφορά τον ανθρώπινο παράγοντα στο πεδίο της δραστηριότητας ή στο εξωτερικό αυτής είτε αφορά το φυσικό περιβάλλον. Η επαφή αυτή πρέπει να εξετάζεται ως προς την πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων από την έκθεση του περιβάλλοντος στους παράγοντες που εκπέμπει η δραστηριότητα και θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε επιπτώσεις άσχημες για το περιβάλλον με στόχο τη διαχείριση αυτών.

Η παρούσα ερευνητική εργασία ευελπιστεί να αποτελέσει το σύγγραμμα που θα συνοψίσει και θα τεκμηριώσει μία ολοκληρωμένη μεθοδολογία εκτίμησης και αξιολόγησης των περιβαλλοντικών κινδύνων που ενέχει η δραστηριότητα μιας επιχείρησης, χρήσιμη τόσο για τα ερευνητικά κείμενα που θα ακολουθήσουν στο συγκεκριμένο αντικείμενο όσο και για τις επιχειρήσεις και τις δραστηριότητές τους που θα θελήσουν να εφαρμόσουν τα μεθοδολογικά εργαλεία στο πεδίο της λειτουργίας τους.

Τα γεγονότα του επιχειρηματικού κόσμου που έχουν παρουσιαστεί κατά το τελευταίο χρονικό διάστημα στον ελληνικό και διεθνή χώρο και σχετίζονται με εκθέσεις του περιβάλλοντος σε κρίσιμους παράγοντες επιχειρησιακών δραστηριοτήτων έρχονται να επιστεγάσουν την επιλογή του θέματος. Τα μεγέθη των αντίκτυπων που η έκθεση έφερε ή πρόκειται να φέρει είτε στο περιβάλλον είτε στις επιχειρήσεις που παρουσίασαν το πρόβλημα εφιστούν την προσοχή στις διοικήσεις των επιχειρηματικών λειτουργιών. Παραδείγματα αυτών μπορεί να είναι οι απώλειες ανθρώπινης ζωής που επέφεραν, η μόλυνση του περιβάλλοντος, η καταστροφή εγκαταστάσεων, τα πρόστιμα για έλλειψη ελέγχου παραγόμενων ρύπων, η απώλεια φήμης των επιχειρήσεων και η απώλεια πελατών τους.

Τα γεγονότα αυτά θα μπορούσαν να είχαν προληφθεί με την εφαρμογή κάποιων μέτρων αξιολόγησης και διαχείρισης της λειτουργίας της δραστηριότητας, προστασίας του περιβάλλοντος και εφαρμογής της νομοθεσίας (ενεργητικά μέτρα) ή/και μέτρων άμεσης αντιμετώπισης (διορθωτικά μέτρα), χωρίς να έρθει ως επακόλουθο ένα κατασταλτικό μέτρο από την πολιτεία λόγω έλλειψης χρήσης των προηγούμενων μέτρων εκτίμησης και αξιολόγησης των κινδύνων από την επιχείρηση.

Προς αυτήν την κατεύθυνση και βοηθητικώς στις λειτουργίες μιας επιχείρησης θα κινηθεί η διπλωματική εργασία, όπου με την ολοκλήρωσή της σκοπεύει να προσφέρει τα μέγιστα που επιθυμεί στο αντικείμενο της εκτίμησης και αξιολόγησης περιβαλλοντικών κινδύνων, ένα αντικείμενο που είναι άκρως επίκαιρο.

1.3 Βασικά ερευνητικά ερωτήματα

Σε αυτό το αρχικό σημείο της έρευνας τίθενται τα βασικά ερωτήματα, τα οποία θα προσπαθήσει να απαντήσει, προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι σκοποί και οι στόχοι της εργασίας στον αναγνώστη, να αποτυπωθούν οι σκέψεις του ερευνητή και να βοηθήσουν τον ίδιο να σχεδιάσει την έρευνα του με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθούν τα αποτελέσματα που αναμένει στο τέλος της. Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα για την παρούσα εργασία συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1^ο Ερευνητικό ερώτημα: Ποιες είναι οι εναλλακτικές μεθοδολογίες για την εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών κινδύνων και επιπτώσεων μιας δραστηριότητας εν λειτουργία; Ποιες μπορούν να συνδυαστούν και ποια είναι η καταλληλότερη σε κάθε περίπτωση;

2^ο Ερευνητικό ερώτημα: Τίθενται εμπόδια ή περιορισμοί κατά το συνδυασμό των μεθοδολογιών;

3^ο Ερευνητικό ερώτημα: Υπάρχει ολοκληρωμένη μεθοδολογία που προσεγγίζει τον κίνδυνο που ίσως προξενεί μία επιχείρηση στο περιβάλλον, αλλά και που προτείνει δράσεις για τη διαχείρισή του;

4^ο Ερευνητικό ερώτημα: Μπορεί η ολοκληρωμένη μεθοδολογία να εφαρμοστεί σε μία μελέτη περίπτωσης βιομηχανικής εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας;

Οι ερωτήσεις που αποτυπώνονται αποτελούν ερωτήσεις γενικής επισκόπησης της εργασίας, καθώς τα ερωτήματα που γεννώνται σε κάθε στάδιο εκπόνησης της έρευνας είναι πολλά, αλλά και πιο ειδικά στο σημείο που εξετάζεται κάθε φορά είτε αυτό αφορά μεθοδολογίες και πως χρησιμοποιείται η καθεμία είτε στοιχεία που απαιτούνται για την εξέταση της μελέτης περίπτωσης και την καλύτερη εφαρμογή της μεθοδολογίας που θα σχεδιαστεί στη συγκεκριμένη εγκατάσταση.

Οι απαντήσεις που καλείται να δώσει η ερευνητική εργασία στις ανωτέρω ερωτήσεις θα είναι καταλυτικές για την αξιολόγηση παρόμοιων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και την προσθήκη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας στη σχετική βιβλιογραφία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Κατά την αναζήτηση της διεθνούς βιβλιογραφίας για το αντικείμενο των περιβαλλοντικών κινδύνων οι ορισμοί που τίθενται για την έννοια κίνδυνος υπόκεινται στον εξής διευκρινιστικό διαχωρισμό: του κινδύνου με την αγγλική ορολογία hazard και του κινδύνου με τον όρο risk. Σύμφωνα με τις ερευνητικές εργασίες και πηγές που μελετήθηκαν (EPA; Hope B.K., 2006; Smith K., 2013; Wessberg N. et. al., 2008; Whyte A.V and Burton I., 1980; Wikipedia), ως κίνδυνος με τον αγγλικό όρο hazard ορίζεται οποιαδήποτε φυσική ή ανθρωπογενής διεργασία ή συμβάν - φαινόμενο ή παράγοντας – βιολογικός, χημικός, περιβαλλοντικός ή φυσικός - που είναι ευλόγως πιθανό να προκαλέσει απώλειες σε περίπτωση απουσίας του ελέγχου του α) σε ανθρώπους - θάνατο, τραυματισμό, ασθένεια, ψυχολογικό στρες, β) σε αγαθά - ζημιά σε περιουσία, οικονομική απώλεια πόρων και υπηρεσιών, οικονομική αποδιοργάνωση - αποδόμηση κοινωνίας, γ) στο περιβάλλον - απώλεια χλωρίδας και πανίδας, μόλυνση, υποβάθμιση της ποιότητας. Η ορολογία hazard χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό στρεσογόνων παραγόντων που αναγνωρίζονται λόγω των εγγενών τους επιδράσεων προς το περιβάλλον.

Από την άλλη όψη και βάσει της επισκόπησης των ανωτέρω πηγών, ο κίνδυνος με την αγγλική ορολογία risk έχει την πρόσθετη εφαρμογή της στατιστικής πιθανότητας εμφάνισης ενός συγκεκριμένου κινδύνου. Ορίζεται ως η πιθανότητα αναμενόμενης απώλειας ή βλάβης ή κινδύνου λόγω έκθεσης σε κίνδυνο (hazard) ή διαφορετικά η πιθανότητα έκθεσης επί τη συνέπεια από το ανεπιθύμητο ή επικίνδυνο συμβάν (hazard). Επιπλέον, ο κίνδυνος (hazard) δεν ενέχει κανέναν κίνδυνο (risk), εάν δεν υπάρχει έκθεση στην πηγή - κίνδυνο (hazard). Με μαθηματική εξίσωση τα ανωτέρω αποτυπώνονται ως Κίνδυνος (risk) = Πιθανότητα x Ευπάθεια x Συνέπειες, όπου πιθανότητα είναι το μέτρο της πιθανότητας να προκύψει ένας περιβαλλοντικός κίνδυνος (hazard) και υπολογίζεται ως η συχνότητα εμφάνισης της πηγής του κινδύνου (hazard). Η ευπάθεια προκύπτει από δύο στοιχεία, εκείνο της ευαισθησίας του περιβάλλοντος στη διαταραχή που προκύπτει και το άλλο της διατήρησης της κατάστασής του. Οι συνέπειες ορίζονται ως η επίπτωση στο περιβάλλον ή η κοινωνική βλάβη/βελτίωση που

μπορεί να προκύψει από κίνδυνο (hazard). Στις πιο απλές περιπτώσεις η ανωτέρω εξίσωση παίρνει τη μορφή Κινδύνος (risk) = Επικινδυνότητα x Δόση (έκθεσης).

Ο κίνδυνος (risk) είναι, εν τέλει, η πιθανότητα ένας κίνδυνος (hazard) να μετατραπεί σε καταστροφή, όπου καταστροφή (disaster) ορίζεται το πραγματικό αποτέλεσμα, η σοβαρή, δηλαδή, διατάραξη της λειτουργίας μιας κοινότητας ή κοινωνίας, όπως εκτεταμένες ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές ή περιβαλλοντικές ζημιές ή επιπτώσεις που υπερβαίνουν την ικανότητα της πληγείσας κοινότητας ή κοινωνίας να τις αντιμετωπίσει χρησιμοποιώντας τους δικούς της πόρους (Bhagavathi A.).

Ολοκληρώνοντας την επισκόπηση των ορολογιών και εισερχόμενοι στον όρο του περιβαλλοντικού κινδύνου της παρούσας εργασίας, προκύπτει ότι ο Περιβαλλοντικός κίνδυνος (Environmental risk) ή Οικολογικός κίνδυνος (Ecological risk) αποτελεί την πιθανότητα έκθεσης σε κίνδυνο (hazard), η οποία ενέχει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, τις συνθήκες διαβίωσης και το περιβάλλον, το έδαφος, τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα, τον αέρα, το κλίμα, τη χλωρίδα και την πανίδα, καθώς και τη βιοποικιλότητα, τη δομή μιας κοινότητας, τα κτίρια, τα τοπία και την πολιτιστική κληρονομιά, αλλά και επιπτώσεις από την αλληλεπίδραση των στοιχείων αυτών (Wessberg N. et. al., 2008; EPA, 1992).

Η γενική, όμως, ορολογία εξειδικεύεται στο πεδίο των επιχειρήσεων με τον Περιβαλλοντικό Κίνδυνο (Environmental risk) να ορίζεται ως η πιθανότητα μια επιχειρηματική δραστηριότητα να οδηγήσει σε μια αλλαγή στο status quo της οικολογικής ισορροπίας στην περιοχή στην οποία πραγματοποιείται (InvestorWords). Οι επιχειρηματικοί κίνδυνοι μπορεί να περιλαμβάνουν κινδύνους από λύματα, τυχαίες απελευθερώσεις χημικών προϊόντων, αμιαντούχων υλικών, μολύβδου και ραδονίου σε πόσιμο νερό, εκπομπές, απόβλητα, εξάντληση των πόρων, όπως επίσης ό,τι σχετίζεται με απειλές οικολογικών ζητημάτων, με οικοτόπους και υγροτόπους με απειλούμενα είδη, με την ποιότητα του αέρα, με τα θέματα βιομηχανικής υγιεινής και τις επιδράσεις που προκύπτουν από τις δραστηριότητες ενός οργανισμού. (ECS; BusinessDictionary; EcologyDictionary).

2.1 Μεθοδολογίες εκτίμησης και αξιολόγησης περιβαλλοντικού κινδύνου

Στις περισσότερες χώρες του κόσμου, οι εταιρείες υποχρεούνται να διεξάγουν εκτεταμένες εκτιμήσεις των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις δραστηριότητες τους που συνιστούν δυνητικό κίνδυνο είτε για να λάβουν την έγκριση έναρξης λειτουργίας τους είτε την ανανέωση της άδειας λειτουργίας τους είτε για προκαθορισμένο έλεγχο λειτουργίας κάτω από συγκεκριμένους όρους από τις κρατικές υπηρεσίες. Ωστόσο, μεγαλύτερη σημασία έχει δοθεί στην εκπόνηση μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την ανάπτυξη μεθοδολογιών εκτίμησής τους πριν τη δημιουργία μιας επιχειρηματικής δραστηριότητας και όχι τόσο στην αξιολόγηση της πιθανότητας εμφάνισης κινδύνων κατά τη λειτουργία της ή στη διαρκή ανάλυση της περιβαλλοντικής επίδοσής της και των πιθανών εκπομπών της, κάτι που συμβαίνει μόνο σε εκούσια και συνειδητή χρήση συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης ή σε εκπόνηση μελέτης αξιολόγησης κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment/Analysis – LCA) προϊόντος ή διεργασίας από την επιχείρηση ή σε έκτακτο έλεγχο από τις αρχές λόγω καταγγελιών ιδιωτών για τη δραστηριότητα της επιχείρησης που προφανώς έχουν δει ότι προσβάλλει την περιοχή.

Από την ανωτέρω θέση παρατηρείται η δυνατότητα να αξιοποιηθούν κι άλλες μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στο διεθνές ερευνητικό, νομοθετικό και επιχειρηματικό περιβάλλον στο πλαίσιο της ανάπτυξης της μεθοδολογίας αξιολόγησης των περιβαλλοντικών κινδύνων.

Οι μεθοδολογίες αξιολόγησης περιβαλλοντικού κινδύνου ακολουθούν σε γενικό κανόνα κάποια συγκεκριμένα βήματα. Η αξιολόγηση περιβαλλοντικού κινδύνου είναι η διαδικασία οργάνωσης και ποσοτικής ή ποιοτικής ανάλυσης δεδομένων που επιχειρεί να κατανοήσει τις δραστηριότητες και τα γεγονότα που μπορεί να έχουν συμβεί, συμβαίνουν ή μπορεί να συμβούν προκειμένου να εντοπίσει τους πιθανούς στρεσογόνους παράγοντες και να εκτιμήσει τον κίνδυνο (πιθανότητα) αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία ή/και το περιβάλλον ύστερα από έκθεση στους ανωτέρω παράγοντες κινδύνου. Σε μία ολοκληρωμένη μεθοδολογία αξιολόγησης υπάγεται και η εκτίμηση εναλλακτικών λύσεων για τη μείωση των κινδύνων (συμπεριλαμβανομένου

του προβλεπόμενου κόστους και των αναμενόμενων επιπέδων μείωσης των κινδύνων από την πραγματοποίηση των λύσεων) (EPA, 1992; Kibria, G, 2012; Questia; Wikipedia). Αναλυτικότερα ακολουθούν τα στάδια της αξιολόγησης περιβαλλοντικού κινδύνου της πλειοψηφίας των γνωστότερων καθιερωμένων διεθνώς μεθοδολογιών (Achour M.H. et.al., 2005; EPA, 1992; Hope B.K., 2006; Kibria, G, 2012; Tchankova L., 2002; Wessberg N. et.al, 2008).

2.1.1 Στάδια αξιολόγησης περιβαλλοντικού κινδύνου

Η διαδικασία εκτίμησης του περιβαλλοντικού κινδύνου έχει ως αρχικό στάδιο τη διατύπωση του προβλήματος, τον καθορισμό ουσιαστικά του πεδίου της έρευνας. Σε αυτή την πρώτη φάση της αξιολόγησης καθορίζονται και αποσαφηνίζονται οι στόχοι της ανάλυσης, τα όρια και το εύρος της, καθώς και η συλλογή και η εστίαση των πληροφοριών που απαιτούνται. Ο στόχος της ανάλυσης, για παράδειγμα, σε περιπτώσεις που σχετίζονται με εγκρίσεις αδειών λειτουργίας ή υποχρεώσεις διατήρησης συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης μπορεί να αφορά την εκτίμηση των περιβαλλοντικών κινδύνων που προκαλούνται από δραστηριότητες σε συγκεκριμένη βιομηχανική περιοχή. Σημαντικές συνιστώσες του πεδίου ορισμού είναι:

- η περιγραφή του περιβάλλοντος του, για παράδειγμα του περιβάλλοντος της βιομηχανικής εγκατάστασης που μελετάται,
- η αναφορά στα στοιχεία εκείνα που θα μπορούσαν να αποτελέσουν τους στρεσογόνους παράγοντες της μελέτης περίπτωσης της αξιολόγησης,
- οι θέσεις πιθανής έκθεσης – επαφής των παραγόντων με το περιβάλλον και οι ποσότητες των παραγόντων. Θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη ποσότητες σημαντικών στρεσογόνων παραγόντων γνωστών για τους πιθανούς κινδύνους που ενέχουν, αλλά και παραγόντων που αν και μπορεί να μην αποτελούν στρεσογόνους παράγοντες εξ αρχής η συγκέντρωσή τους αν είναι μεγάλη να τους τοποθετεί σε αυτήν την κατηγορία.
- Πρόσθετες πληροφορίες που κρίνονται επίσης χρήσιμες για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών κινδύνων όπως δελτία ασφαλείας εργαζομένων, κανονισμοί λειτουργίας και νομοθεσίες πρέπει να συλλεχθούν σε αυτό το στάδιο.

Πρόκειται, ουσιαστικά, για μία φάση σχεδιασμού που στοχεύει να προσδιορίσει τους μείζονες παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε μια συγκεκριμένη αξιολόγηση και πολύ συχνά συνδέεται με το κανονιστικό και πολιτικό πλαίσιο της αξιολόγησης. Το αποτέλεσμα της φάσης αυτής είναι ένα μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί στην επόμενη φάση και περιγράφει τους τύπους των δεδομένων και των αναλυτικών εργαλείων που απαιτούνται για τη συνέχεια.

Η επόμενη φάση αφορά την αναγνώριση των κινδύνων. Σε αυτό το στάδιο, το οποίο αποτελεί σε κάποιες μεθοδολογίες και ενσωματωμένο μέρος της πρώτης φάσης, οι συμμετέχοντες στην έρευνα τίθενται σε μία ομαδική διαδικασία καταιγισμού ιδεών (brainstorming), ώστε να διατυπωθούν ενδεχόμενες καταστάσεις τυχαίων εκπομπών ή γενικώς δυνητικών περιπτώσεων εμφάνισης επικινδυνότητας. Ο σκοπός είναι να συγκεντρωθεί μία λίστα από τον εξοπλισμό και τις δραστηριότητες που μπορεί να αποτελούν πηγές εκπομπών, η οποία λόγω των συμμετεχόντων και των διαφορετικών τους απόψεων θα αποτελεί ένα κείμενο τεχνικών απόψεων, αλλά και απόψεων από συμμετέχοντες που παρατηρούν κάτι ενώ δεν εργάζονται στη συγκεκριμένη θέση από την οποία μπορεί να πηγάζει η εκπομπή. Το τελευταίο πρέπει να εξασφαλιστεί από τους ιθύνοντες της διαδικασίας brainstorming και της γενικότερης διαδικασίας αξιολόγησης, δηλαδή από τους αξιολογητές, για την αντικειμενικότητα της διαδικασίας.

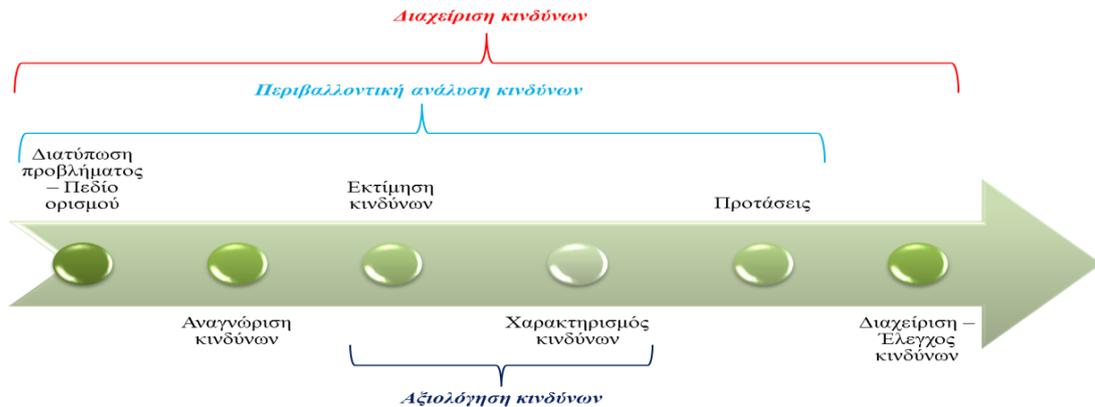
Στο επόμενο στάδιο οι ερευνητές εκτιμούν τον κίνδυνο, προσπαθούν δηλαδή να προσδιορίσουν την πιθανότητα του κάθε κινδύνου. Ουσιαστικά, πρόκειται για ένα στάδιο έρευνας της συχνότητας εμφάνισης κινδύνου, για παράδειγμα την αποτίμηση της συχνότητας εμφάνισης αυξημένων ποσοτήτων στρεσογόνων παραγόντων, την εκτίμηση της έκθεσης του περιβάλλοντος στους παράγοντες αυτούς και τις οδούς έκθεσης, της μέτρησης αλλά και της αξιολόγησης των συνεπειών της έκθεσης και της προσπάθειας ποσοτικοποίησης των ανωτέρω. Ένα από τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα της φάσης αυτής θα ήταν η εύρεση της δόσης εκείνης πάνω από την οποία θα ήταν επικίνδυνη η ουσία – παράγοντας για το περιβάλλον σε περίπτωση επαφής. Αυτό, όμως, απαιτεί επιτόπιες έρευνες και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί σε μία διπλωματική εργασία, γι' αυτό για την παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθούν όρια προηγούμενων ερευνών ή κανονιστικών περιορισμών της πολιτείας. Τέλος, όσον αφορά τις συνέπειες συνήθως κατηγοριοποιούνται ως προς τη συνιστώσα του περιβάλλοντος που επηρεάζουν, όπως για παράδειγμα την ανθρώπινη

υγεία, το φυσικό περιβάλλον, την εξάντληση των πόρων. Τα εξαγωγή προϊόντα της εκτίμησης των κινδύνων αποτελούν την πρώτη ύλη για το επόμενο στάδιο της αξιολόγησης και του χαρακτηρισμού των κινδύνων.

Ο χαρακτηρισμός κινδύνου είναι η τελική φάση της αξιολόγησης του κινδύνου και σε κάποια μεθοδολογικά πλαίσια τοποθετείται στην προηγούμενη φάση. Κατά τη διάρκεια του σταδίου αυτού, η πιθανότητα δυσμενών επιπτώσεων που συμβαίνουν ως αποτέλεσμα της έκθεσης σε ένα στρεσογόνο παράγοντα αξιολογείται. Βάσει των πιθανοτήτων που έχουν προκύψει από την εκτίμηση των κινδύνων, οι κίνδυνοι κατηγοριοποιούνται συνήθως σε μία μήτρα κινδύνου (Risk Matrix), η οποία χρωματίζεται προκειμένου να καθίσταται εμφανές ποιοι κίνδυνοι αποτελούν μείζονος σημασίας στοιχεία (κόκκινες αποχρώσεις) και χρήζουν άμεσης διαχείρισης, ποιοι είναι μέτριας επικινδυνότητας (κίτρινες αποχρώσεις) και για ποιους δεν αποτελεί άμεση ανάγκη η εκπόνηση σχεδίου δράσης μείωσής τους (πράσινες αποχρώσεις).

Ολοκληρώνοντας, σε μια διαδικασία αξιολόγησης περιβαλλοντικών κινδύνων στην πλειοψηφία των εφαρμογών ακολουθούν δύο ακόμα στάδια. Αφού χαρακτηριστούν οι κίνδυνοι και κατηγοριοποιηθούν έχει σημασία να προταθούν από τους ερευνητές, αλλά και τους ανθρώπους των δραστηριοτήτων της επιχείρησης, στους οποίους θα γίνουν γνωστά τα αποτελέσματα, εναλλακτικές λύσεις βελτίωσης της περιβαλλοντικής επίδοσης της δραστηριότητας που στόχο θα έχουν να μειώσουν τους κινδύνους με υψηλή πιθανότητα εμφάνισης και να διαχειριστούν τους κινδύνους με μέτρια πιθανότητα. Συνήθως, η εναλλακτική λύση που μειώνει τον κίνδυνο, αλλά αποτελεί και μία λύση αποτελεσματική και οικονομικά εφικτή από την πλευρά του κόστους, στη συνέχεια επιλέγεται και εφαρμόζεται. Σε περίπτωση επιλογής διατήρησης ενός συστήματος επανελέγχου των περιβαλλοντικών κινδύνων από τους ιθύνοντες της δραστηριότητας εισέρχεται στον κύκλο αξιολόγησης ακόμη ένα στάδιο, αυτό της διαχείρισης και του ελέγχου της κατάστασης. Η αξιολόγηση κινδύνων αποτελεί μία επαναληπτική διαδικασία και ως επαναληπτική διαδικασία υιοθετεί τον επανέλεγχο. Οι αξιολογητές εκτιμούν κάθε τόσο τους κινδύνους, την έκθεση, τις επιπτώσεις και αναδιαμορφώνουν τη μήτρα κινδύνου (Risk Matrix) με τα νέα αποτελέσματα, προσπαθώντας να κατανοήσουν τις επίκαιρες καταστάσεις επικινδυνότητας, αλλά και τα αποτελέσματα της προηγούμενης αξιολόγησης. Σε επίπεδο νέο έργου η διαδικασία αυτή γίνεται κάθε εβδομάδα βάσει των προτύπων του PMI (Project Management Institute).

Το σύνολο των σταδίων μιας εκτεταμένης μελέτης αξιολόγησης περιβαλλοντικών κινδύνων φαίνεται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1. Στάδια μεθοδολογιών αξιολόγησης περιβαλλοντικών κινδύνων

(Πηγή: Wessberg N. et. al, 2008)

Από την εικόνα 1 εξάγονται και τα ακόλουθα συμπεράσματα, ότι δηλαδή η αξιολόγηση του κινδύνου αποτελεί μια διαδικασία που χρησιμοποιείται για να παραχθεί ένα μέτρο του επιπέδου των κινδύνων που αναλύονται και κατά την οποία λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με την ανοχή του κινδύνου, ενώ η περιβαλλοντική ανάλυση κινδύνων αποτελεί μία διαδικασία κατά την οποία συμπεριλαμβάνεται η αναγνώριση καταστάσεων που ενέχουν κίνδυνο, η συστηματική αξιολόγησή τους και οι προτάσεις δράσεων για τη μείωση του περιβαλλοντικού κινδύνου. Τέλος, η περιβαλλοντική διαχείριση / ανάλυση κινδύνου χαρακτηρίζεται από συστηματική εφαρμογή των πολιτικών διαχείρισης, διαδικασιών και πρακτικών ανάλυσης, αξιολόγησης και ελέγχου των περιβαλλοντικών κινδύνων.

2.1.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) – Εργαλείο αξιολόγησης κινδύνων

Η ανάλυση FMEA αναφέρεται σε τεχνική που αποτελεί εργαλείο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ) και χρησιμοποιείται για την αναγνώριση, τον καθορισμό, την αξιολόγηση και τον περιορισμό γνωστών ή πιθανών αστοχιών, προβλημάτων, λαθών και κινδύνων μέσα από τον εντοπισμό τους κατά το σχεδιασμό ή τη λειτουργία των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων και διεργασιών ενός συστήματος παραγωγής ενός

προϊόντος ή μίας υπηρεσίας πριν φθάσει στον πελάτη και προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία και η ασφάλεια του συστήματος (Feili R. H. et. al., 2013; Liu H.-C, Liu L., Liu N., 2013).

Στόχοι είναι η αναγνώριση πιθανών αστοχιών, η αξιολόγηση των αιτιών και των αποτελεσμάτων των διαφορετικών αστοχιών, η κατάταξη σε σειρά προτεραιότητας των ανωτέρω και η απόφαση για τις δράσεις περιορισμού και μείωσης της πιθανότητας εμφάνισης αστοχίας, ώστε οι διαθέσιμοι πόροι να χρησιμοποιούνται για τους πιο κρίσιμους κινδύνους. Ουσιαστικός σκοπός, επομένως, είναι η πρόληψη, η πρόβλεψη και ο περιορισμός των αστοχιών ανάλογα με την κρισιμότητα που παρουσιάζουν και τις επιπτώσεις που επιφέρουν. Το εργαλείο αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1960 στην αεροδιαστημική βιομηχανία και από τότε έχει επεκταθεί σε ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών κλάδων σε όλο τον κόσμο.

Η FMEA εφαρμόζεται κυρίως προληπτικά, τηρώντας και την αρχή της ΔΟΠ «do it right the first time», δηλαδή, όπως ειπώθηκε και ανωτέρω, κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος ή πριν εφαρμοστεί μια διαδικασία. Ωστόσο, στο πλαίσιο της συνεχούς βελτίωσης των διεργασιών το εργαλείο FMEA, μπορεί να εφαρμοστεί και κατά τη λειτουργία ενός συστήματος για την πρόληψη και αντιμετώπιση πιθανών κινδύνων και αστοχιών (ASQ; Webber J., 1990; Teng S.-H. (Gary) and Ho S.-Y. (Michael), 1996).

Τα βήματα τα οποία ακολουθούνται κατά την ανάπτυξη της διαδικασίας FMEA είναι τα ακόλουθα:

1. Καθορισμός των ορίων του υπό εξέταση συστήματος και συλλογή στοιχείων των διεργασιών που το αποτελούν.
2. Σύσταση ομάδας εφαρμογής FMEA, η οποία θα καλύπτει σε γνώση το σύνολο των υπό εξέταση διεργασιών.
3. Διαγραμματική αποτύπωση της ροής των διεργασιών για καλύτερη απεικόνιση του συστήματος και ευκολότερη αναγνώριση των περιοχών πιθανών αστοχιών.
4. Ανίχνευση αστοχιών, στάδιο κατά το οποίο η ομάδα αναλύει όλη τη ροή των μελετούμενων διεργασιών προκειμένου να εντοπίσει περιοχές στις οποίες είναι πιθανόν να προκύψουν αστοχίες/κίνδυνοι ή είναι υπαρκτές/οί.
5. Διερεύνηση και αποτίμηση της δριμύτητας (Severity (S)) των συνεπειών των αστοχιών. Σε αυτό το στάδιο ανάλογα με τη σοβαρότητα των συνεπειών τους οι

πιθανές αστοχίες/κίνδυνοι κατατάσσονται με κλίμακα κατάταξης από το 1 έως το 10 με το 10 να σημαίνει την πρόκληση από την εμφάνιση της αστοχίας σημαντικής λειτουργικής δυσλειτουργίας της διεργασίας ή σημαντικής καταστροφής και το 1 την ασήμαντη φύση της αστοχίας, με πολύ πιθανόν να μην είναι ανιχνεύσιμη.

6. Ανίχνευση και κατάταξη των αιτιών. Στο στάδιο αυτό αναγνωρίζονται οι πιθανές αιτίες που προκαλούν τις αστοχίες και κατατάσσονται με βάση την κλίμακα της συχνότητας εμφάνισης (Occurrence (O)) από το 1 έως το 10 με το 10 να αντιπροσωπεύει την υψηλή συχνότητα εμφάνισης ($P > 0.20$), ουσιαστικά αναπόφευκτη αιτία, και το 1 την απίθανη αιτία ($P < 0.001$).
7. Κατάταξη βάσει των λειτουργούντων συστημάτων ελέγχου ανίχνευσης των αστοχιών. Η κλίμακα κατάταξης για την ανίχνευση (Detection (D)) είναι η ίδια με αυτήν των προηγούμενων περιπτώσεων με το 10 να χαρακτηρίζει την πολύ χαμηλή πιθανότητα να ανιχνευτεί η αστοχία και το 1 τη βεβαιότητα του εντοπισμού της αστοχίας από τη διαδικασία ελέγχου του συστήματος.
8. Υπολογισμός Αριθμού Προτεραιότητας Κινδύνου (Risk Priority Number (RPN)). Για κάθε πιθανή αστοχία υπολογίζεται το γινόμενο $S * O * D = PRN$. Βάσει του RPN προκύπτει η τελική σειρά κατάταξης των αστοχιών και συνεπώς η σειρά προτεραιότητας με την οποία θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την πρόληψη ή την αντιμετώπιση των συνεπειών από τις αστοχίες.
Όσο πιο υψηλό το σκορ του RPN, τόσο μεγαλύτερος ο κίνδυνος για την αξιοπιστία του συστήματος.
9. Υπολογισμός Κρισιμότητας (Criticality (C)). Εκτός του ανωτέρω αριθμού RPN, επιλέγεται να υπολογιστεί και το γινόμενο $S * O = C$, το οποίο έχει παρόμοια χρησιμότητα με το RPN και αφορά κυρίως τη σημασία της εμφάνισης μιας αστοχίας και της σοβαρότητας των συνεπειών που αποφέρει.
Θα μπορούσε να ειπωθεί εδώ ότι το Criticality αν συγκριθεί με τη γενική μεθοδολογία αξιολόγησης κινδύνων, έχει το ρόλο του Risk. Αυτό συνεπώς που προσθέτει το FMEA στη γενική μεθοδολογία, πέρα από τις αρχές της πρόληψης, του ελέγχου και συνεχούς βελτίωσης, είναι η αποτίμηση της παρούσας κατάστασης ελέγχου με το RPN προκειμένου να δει κανείς τι θα μπορούσε να κάνει για πιθανές αστοχίες που το σύστημα, ως είναι, δεν θα αναγνωρίσει και συνεπώς αποτελούν βασικούς και σημαντικούς κινδύνους.
10. Δράσεις Βελτίωσης. Στο τελικό στάδιο της FMEA σχεδιάζονται δράσεις βελτίωσης, οι οποίες στοχεύουν στον περιορισμό ενός από τους παράγοντες S,O,D, δηλαδή είτε

να μετριάσουν τη δριμύτητα της συνέπειας από την αστοχία, είτε να μειώνουν τη συχνότητα εμφάνισης της αστοχίας είτε να βελτιώνουν τις διαδικασίες ελέγχου και αντιμετώπισης ώστε να αποτρέπεται η αστοχία. Στο σχεδιασμό των δράσεων περιλαμβάνεται και ο ορισμός υπευθύνου για την εφαρμογή της δράσης και ο χρονικός ορίζοντας υλοποίησης.

Τα ανωτέρω βήματα αποτυπώνονται συνήθως και σε πίνακα της ακόλουθης μορφής:

Πίνακας 1. Πίνακας διαδικασίας FMEA (Πηγή: ASQ)

Function	Potential Failure Mode	Potential Effects of failure	S	Potential Causes of Failure	O	Current Process Control	D	RPN	CRITICALITY	Recommended Actions
Function 1										
Function 2										
Function 3										

Η διαδικασία FMEA επαναλαμβάνεται στο πλαίσιο της συνεχούς βελτίωσης των διεργασιών με στόχο το σύστημα να φτάσει στο βέλτιστο επίπεδο λειτουργίας.

2.2 Μεθοδολογίες ανάλυσης περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας επιχειρησιακής δραστηριότητας πριν και κατά τη δημιουργία της, κατά τη λειτουργία της και μετά τη διακοπή της εξετάζονται και αναλύονται από ποικίλες μεθοδολογίες, ενώ υποχρεώσεις εκπόνησης μελετών εκτιμήσεων περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχουν υιοθετηθεί και από το νομικό πλαίσιο των περισσότερων χωρών διεθνώς για την προστασία του περιβάλλοντος από τις δραστηριότητες των επιχειρήσεων ή του κράτους. Η φιλοσοφία των νομοθετικών διατάξεων και των όρων που ισχύουν σε διάφορες δραστηριότητες θα περιγραφεί στην επόμενη ενότητα, ενώ στην παρούσα φάση θα συνοψίσουμε τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται κυρίως σε ερευνητικό επίπεδο για την εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από επιχειρησιακές δραστηριότητες.

2.2.1 Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Μία από τις μεθοδολογίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις η οποία υιοθετείται στις μελέτες για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός προϊόντος, μιας διεργασίας ή μιας δραστηριότητας είναι η Ανάλυση ή Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) (Life Cycle Assessment/Analysis – LCA). Για το αντικείμενο της αξιολόγησης κύκλου ζωής ο Διεθνής Οργανισμός Προτυποποίησης (International Organization for Standardization – ISO) έχει τυποποιήσει από το 2006, με μία ανανέωση έκτοτε το 2010, δύο κύρια πρότυπα με τις αρχές, οδηγίες και το πλαίσιο εκπόνησης Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής στο πλαίσιο της σειράς ISO 14000 που έχουν ως θέμα την Περιβαλλοντική Διαχείριση. Τα πρότυπα έχουν τίτλο “ISO 14040:2006 - Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework” και “ISO 14044:2006 - Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines”.

Την αξιολόγηση κύκλου ζωής έχει εισάγει και η Ευρωπαϊκή Ένωση στα νομοθετικά κείμενα που εκδίδει, για παράδειγμα στις περισσότερες οδηγίες για το περιβάλλον, την περιβαλλοντική σήμανση, την ενεργειακή αποδοτικότητα, τις πράσινες συμβάσεις κ.λπ. υιοθετείται ο όρος της ΑΚΖ. Γι’ αυτό το λόγο και εξέδωσε έναν οδηγό με τίτλο “ILCD Handbook – General guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance” για την εκπόνηση ΑΚΖ, ο οποίος και θα χρησιμοποιηθεί ως οδηγός καλών πρακτικών μαζί και με τα ερευνητικά κείμενα και πηγές για την ΑΚΖ που έχουν επιλεγεί για την παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση και τη μετέπειτα ανάπτυξη της μεθοδολογίας της εργασίας.

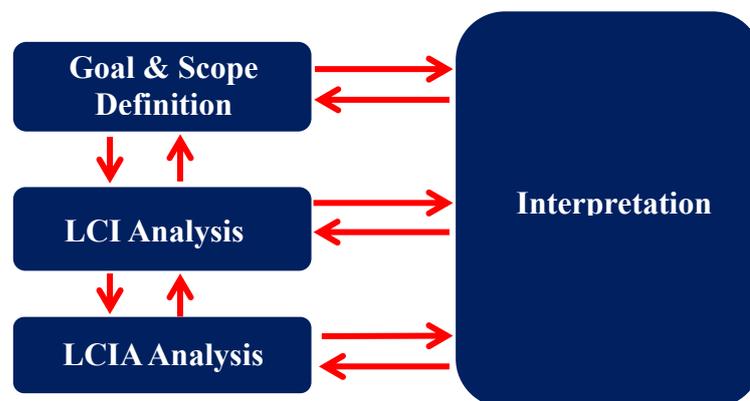
Η ΑΚΖ αποτελεί ένα καλά οργανωμένο και δομημένο, αναλυτικό εργαλείο που αξιολογεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός προϊόντος, διαδικασίας ή δραστηριότητας έχοντας ποσοτικοποιήσει όλους τους πόρους που καταναλώνονται και τις εκπομπές και τα απόβλητα που εξάγονται σε όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος ή της διαδικασίας από την εξόρυξη των πόρων για την παραγωγή, την παραγωγή, την κατανάλωση, την ανακύκλωση και την τελική διάθεση. Η ΑΚΖ δίνει το πλεονέκτημα στον ερευνητή, πριν ακόμα αποφασίσει η επιχείρηση να πραγματοποιήσει μία βελτίωση στην παραγωγή διαδικασία ή να εισάγει μια νέα πρώτη ύλη για την παραγωγή ενός νέου εξαρτήματος του προϊόντος ή να αξιοποιήσει νέα γη για τη λειτουργία μιας

δραστηριότητας, να αξιολογήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να έχει η επιλογή της στην περιοχή. Συνεπώς, συνιστά ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων, το οποίο μπορεί να δρα συμπληρωματικά με μεθοδολογίες αποτίμησης οικονομικών όρων προκειμένου μια επιχείρηση να μπορεί πιο τεκμηριωμένα να αποφασίζει ανάμεσα σε εναλλακτικές λύσεις επενδύσεων (EC, 2010; Židonienė S. and Kruopienė J., 2015).

Ως προς τη δομή της, μία AKZ αποτελείται από τέσσερις φάσεις:

1. Τον Ορισμό του Στόχου της μελέτης και του Πεδίου εφαρμογής της ανάλυσης (Goal and Scope definition),
2. την ανάλυση της Απογραφής κύκλου Ζωής (Life Cycle Inventory – LCI), όπου καταγράφονται και αναλύονται τα δεδομένα για τις ροές πρώτων υλών και ενέργειας στο σύστημα ανάλυσης,
3. την αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων (Life Cycle Impact Assessment – LCIA), όπου αξιολογούνται οι αναγνωρισμένοι τύποι επιπτώσεων από τη χρήση των πόρων και τις περιβαλλοντικές εκπομπές και
4. το τελευταίο στάδιο της Ερμηνείας των αποτελεσμάτων (Interpretation), το οποίο όπως και θα φανεί στην εικόνα 2, αποτελεί ένα στάδιο που τροφοδοτείται και τροφοδοτεί τα υπόλοιπα στάδια και αναλύει τις προηγούμενες φάσεις της μελέτης σε σχέση πάντα και με τους στόχους της μελέτης (EC, 2010; Cherubini et al., 2008; Flemström K. et. al., 2004; Graedel T.E. and Allenby B.R., 2010; Pascale et al., 2011; Turconi et al., 2013; UNEP, 2005; Židonienė S. and Kruopienė J., 2015).

LCA Framework



Εικόνα 2. Βασικά στάδια του πλαισίου Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (AKZ)

(Πηγή: EC, 2010)

Αυτό που πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο είναι ότι η διαδικασία για την AKZ είναι μια επαναληπτική διαδικασία, όπου συνήθως όταν προκύπτουν νέα στοιχεία που προστίθενται στα στάδια της Απογραφής των εισροών και της Ανάλυσης των επιπτώσεων, οι στόχοι και το πεδίο ορισμού, όπως και η ερμηνεία διαμορφώνονται εκ νέου προκειμένου να συμπεριλάβουν και τα νέα στοιχεία.

Το πρώτο στάδιο του ορισμού του στόχου και του πεδίου εφαρμογής της μελέτης AKZ καθορίζει ουσιαστικά τα επόμενα στάδια, καθώς γνωστοποιεί το αντικείμενο και στόχο της μελέτης από την αρχή, για να αποτελέσει στη συνέχεια - σε κάθε στάδιο βάση για την περαιτέρω ανάλυση, ενώ για το στάδιο της ερμηνείας καθοριστικό παράγοντα για στοχοποιημένη ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Στην πρώτη φάση, επίσης, προδιαγράφονται τα όρια του συστήματος που θα μελετηθεί, αποφασίζοντας ποια στάδια του κύκλου ζωής του αντικειμένου που αναλύεται θα συμπεριληφθούν. Για παράδειγμα, σε μία μελέτη AKZ μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τα στάδια που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στα όρια της μελέτης επιλέγονται από τα ακόλουθα: συλλογή πρώτων υλών για τη δημιουργία σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργία σταθμού, εισροή πρώτων υλών για την παραγωγή, παραγωγικές διεργασίες, διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας, αποδόμηση του εργοστασίου μετά το κλείσιμο του. Αποφασίζοντας εξαρχής ποια στάδια θα συμπεριλάβει ο μελετητής διαμορφώνει την πορεία της ανάλυσης, καθώς ακολούθως θα επιλέξει να συλλέξει μόνο εκείνα τα δεδομένα που αφορούν τα στάδια των ορίων του συστήματος και μόνο με αυτά θα ασχοληθεί στη μελέτη του.

Τελευταίο αλλά πολύ σημαντικό κομμάτι του πεδίου εφαρμογής αποτελεί ο ορισμός της λειτουργικής μονάδας της AKZ. Αποτελεί τη βάση σύγκρισης και λειτουργεί ως μονάδα αναγωγής όλων μετρήσεων και αποτελεσμάτων των σταδίων της ανάλυσης και της ερμηνείας. Προκειμένου να γίνει η έννοιά της κατανοητή, στο παράδειγμα που δόθηκε ανωτέρω για τα όρια του συστήματος μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ως λειτουργική μονάδα επιλέγεται συνήθως 1 κιλοβατώρα (kWh) ηλεκτρικής ενέργειας στην οποία ανάγονται όλες οι μετρήσεις και οι εκπομπές, όπως η κατανάλωση πετρελαίου σε τόνους (tn) ή Mega Joule (MJ) για την παραγωγή της (MJ/kWh), οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε τόνους (tn) λόγω της παραγωγής της (tn CO₂/kWh)

κ.λπ. Η επιλογή σε κάθε AKZ μίας λειτουργικής μονάδας γίνεται για τη διευκόλυνση των μελετητών να συγκρίνουν δεδομένα και αποτελέσματα με άλλες μελέτες που έχουν εκπονηθεί στο ίδιο ερευνητικό πεδίο.

Στη φάση της ανάλυσης της Απογραφής Κύκλου Ζωής, πιο απλά του αποθέματος του συστήματος που μελετάται, συλλέγονται τα δεδομένα που αφορούν τις εισροές και εκροές των σταδίων του συστήματος και στη συνέχεια αναλύονται. Συγκεκριμένα, οι εισροές και εκροές αποτελούν πρώτες ύλες, ενδιάμεσα προϊόντα παραγωγής, ενέργεια, προϊόντα, παραπροϊόντα, αέριες εκπομπές, απόβλητα κ.ο.κ., ό,τι απαιτείται ώστε να παραχθεί το τελικό προϊόν ή υπηρεσία και να λειτουργήσουν ομαλά οι διεργασίες των διαφόρων σταδίων του συστήματος και ό,τι προκύπτει ως εκπομπές από τις διεργασίες αυτές. Κρίσιμο είναι να τονιστεί ξανά το γεγονός ότι οι εισροές και εκροές πρέπει να ανάγονται όλες στη λειτουργική μονάδα της μελέτης. Προϊόντα αυτού του σταδίου είναι ένα διάγραμμα ροής των σταδίων του συστήματος που μελετάται και μία λίστα από πόρους και εκπομπές που χρησιμοποιούνται και προκύπτουν αντίστοιχα.

Η αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων, που αποτελεί το τρίτο στάδιο της διαδικασίας AKZ, ακολουθεί κάποια βήματα, τα οποία αφορούν την κατηγοριοποίηση των αποτελεσμάτων του προηγούμενου σταδίου, τον χαρακτηρισμό τους και τη στάθμιση τους. Η κατηγοριοποίηση αφορά στην προσπάθεια ταξινόμησης των αποτελεσμάτων σε συγκεκριμένες κατηγορίες θεμάτων περιβαλλοντικών ανησυχιών, όπως για παράδειγμα ανησυχίες για τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, την κλιματική αλλαγή, την εξάντληση των πόρων, κ.λπ. Στο επόμενο βήμα του χαρακτηρισμού ο μελετητής κάνοντας χρήση δεικτών που χαρακτηρίζουν την καθεμία κατηγορία από τις ανωτέρω μετατρέπει τα ανόμοια ως προς τις μονάδες μέτρησής τους αποτελέσματα της κάθε κατηγορίας σε τιμές ενός δείκτη με μία μονάδα μέτρησης χαρακτηριστική για την κατηγορία. Ολοκληρώνοντας τη φάση της ανάλυσης των επιπτώσεων, η στάθμιση αποτελεί μία προαιρετική επιλογή για το μελετητή, όπου οι τιμές των ανωτέρω δεικτών σταθμίζονται βάσει βαρών μοντέλων στάθμισης και μετατρέπονται σε αποτελέσματα με μία μονάδα μέτρησης, προκειμένου να μπορούν να συγκριθούν ανεξαρτήτως κατηγορίας επιπτώσεων. Ενδεικτικά, μοντέλα που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι το Ecoindicator'99 και το CML2000.

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, που απαντάται στο τελευταίο κομμάτι μιας ολοκληρωμένης ΑΚΖ, δεν υφίσταται υποχρεωτικά σε όλες τις μελέτες. Κάποιοι ερευνητές φτάνουν ως το κομμάτι της ανάλυσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τη στάθμιση των αποτελεσμάτων στο τέλος της και σταματούν εκεί χωρίς να προβούν σε οποιαδήποτε ερμηνεία. Για όλους όσους, όμως, το επιλέγουν ως τελική αποτίμηση των αποτελεσμάτων τους, συνοψίζουν τα ευρήματα με βάση τη συμβολή του κάθε σταδίου στις επιπτώσεις, αξιολογούν την πληρότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων, όπως και τη συνέπειά τους σε σχέση με το στόχο και τα όρια της μελέτης και προτείνουν πιθανές δράσεις μείωσης των επιπτώσεων. Ακόμη, επισημαίνουν οποιουδήποτε περιορισμούς που συνάντησαν κατά τη διάρκεια της ΑΚΖ ή της πιθανής εφαρμογής των προτεινόμενων μέτρων και ενδεχομένως προβαίνουν σε ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ ή των προτάσεων που έγιναν.

Οι προτάσεις που γίνονται στο πλαίσιο της ερμηνείας κρίνεται σκόπιμο να συγκρίνονται βάσει κριτηρίων που εξετάζουν την εφικτότητα και το περιβαλλοντικό και οικονομικό αντίκτυπο της κάθε λύσης και δίνουν τη δυνατότητα στον υπεύθυνο λήψης των αποφάσεων να αξιολογήσει ποια πληροί με το καλύτερο δυνατό τρόπο τα κριτήρια που αναφέρθηκαν.

2.2.2 Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση

Η Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ), που χρησιμοποιείται διεθνώς με τον όρο EIA – Environmental Impact Assessment, και η Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ), με το διεθνή όρο SEA – Strategic Environmental Assessment, αποτελούν δύο επιλογές εντοπισμού και αξιολόγησης των δυνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από προταθείσες δράσεις ανάπτυξης και κυριαρχούν στις νομοθετικές διατάξεις που υποχρεώνουν τους οργανισμούς να εκπονούν τις αντίστοιχες μελέτες προκειμένου να εγκριθούν οι δράσεις τους από την πολιτεία (UNEP, 2004; Židonienė S. and Kruopienė J., 2015).

Οι δύο μεθοδολογίες εκτίμησης αποτελούν εργαλεία λήψης αποφάσεων, καθώς χρησιμοποιούνται κατά το στάδιο ανάπτυξης της εκάστοτε δράσης και αξιολογούν κατά πόσο το περιβάλλον θα αλλάξει από καθεμία εναλλακτική λύση εκπόνησης του έργου που προτείνεται και αφού επιλεγθεί μία λύση λειτουργούν συμβουλευτικά για το πώς θα διαχειριστεί καλύτερα τις αλλαγές στο περιβάλλον από την επιλεγθείσα λύση ο φορέας. Η ΕΠΕ επιλέγεται για προτεινόμενα φυσικά έργα, όπως οδικά έργα, σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και γενικώς μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις. Η ΣΠΕ εστιάζει σε προτεινόμενα σχέδια υψηλότερου επιπέδου από τα προηγούμενα, δηλαδή σε νέους νόμους, πολιτικές, σχέδια και προγράμματα. Ουσιαστικά, τα έργα που υποχρεούνται σε ΕΠΕ έχουν προέλθει από δράσεις που έχουν υποχρεωθεί σε ΣΠΕ. Χρονολογικά, η ΣΠΕ αποτελεί νεότερο πλαίσιο υιοθέτησης στις χώρες ανά τον κόσμο από την ΕΠΕ (UNEP, 2004).

Στο πέρασμα των χρόνων και με τη συνεχή εφαρμογή τους, τα δύο εργαλεία έχουν εμπλουτιστεί και με πληροφορίες πρόβλεψης και αξιολόγησης αντίκτυπων με διαστάσεις κοινωνικές, οικονομικές και υγείας πέραν των περιβαλλοντικών που αξιολογούνταν στην αρχή. Αυτό συνέβη γιατί η κοινωνία μπορεί να επηρεάζεται από περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες χωρίς την προσθήκη των ανωτέρω κοινωνικών διαστάσεων μπορεί να μην είχαν μελετηθεί. Συνεπώς, διαμορφώθηκε σε πολλά κράτη ένα πιο πλήρες πλαίσιο αξιολόγησης για τη διοίκηση των έργων που λειτουργεί προληπτικά για τις επιλογές αυτών που λαμβάνουν τις αποφάσεις.

2.2.2.1 Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Στις διαφορετικές χώρες όπου εφαρμόζονται νόμοι και διατάξεις για τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων η χρήση των αρχών διαφέρουν. Ωστόσο, οι βασικές αρχές της ΕΠΕ αφορούν (UNEP, 2004):

1. στην ανάπτυξη ενός βιώσιμου έργου,
2. στη διευκόλυνση εύρεσης του κατάλληλου τόπου και χρόνου για την εγκατάσταση του έργου με τη λιγότερη όχληση στο περιβάλλον,
3. στη λειτουργία της ως σημείο έναρξης μιας συνολικής περιβαλλοντικής διαχείρισης,

4. στην ένταξη της εκπόνησής της σε κατάλληλο στάδιο στη διάρκεια του έργου προκειμένου να επιτευχθούν πιθανές αλλαγές που συνιστά σε αυτό,
5. στην εφαρμογή της σε όλες τις προτεινόμενες δράσεις που μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία,
6. στην ανάλυση όλων των εφικτών εναλλακτικών λύσεων για το προτεινόμενο έργο,
7. στην ύπαρξη στιγμών συμμετοχής των εμπλεκόμενων μερών, τα οποία μπορεί να ενδιαφέρει το έργο,
8. στη χρήση όσο είναι δυνατόν των καλύτερων πρακτικών που εφαρμόζονται στις μελέτες και τέλος,
9. στη χρήση πληροφοριών για τις συνολικές επιπτώσεις του έργου σε επίπεδο κοινωνικό, οικονομικό, ανθρώπινης υγείας και περιβάλλοντος.

Η διαδικασία της ΕΠΕ έχει την ακόλουθη βασική δομή στις περισσότερες από τις χώρες που εφαρμόζεται, έχοντας συνυπολογίσει ότι το έργο, αλλά και οι εναλλακτικές λύσεις που προτείνονται αφορούν περιπτώσεις εγκατάστασης που ανήκει στις κατηγορίες ανάγκης εκπόνησης ΕΠΕ είτε υποχρεούται από τη χώρα εγκατάστασης είτε γίνεται από επιλογή του υπευθύνου της απόφασης.

Το πρώτο στάδιο αφορά το πεδίο ορισμού της ΕΠΕ, όπου καθορίζονται ποιες πληροφορίες είναι απαραίτητες προκειμένου να ληφθεί η σωστή απόφαση, ποια είναι τα σημαντικά ζητήματα και τα σημεία ανησυχίας στα οποία πρέπει να δοθεί έμφαση στο έργο, ποιοι οι σημαντικοί παράγοντες, οι εναλλακτικές δράσεις και οι επιδράσεις που θα πρέπει να εξεταστούν και ποιο θα είναι το περιεχόμενο και τα όρια της μελέτης. Τα ανωτέρω εισάγονται στους όρους διενέργειας της μελέτης, όπου αποτελούν ένα κείμενο οδηγό, που περιλαμβάνει και τις απαιτήσεις και το χρονοδιάγραμμα για την ολοκλήρωση της μελέτης. Σε αυτό το στάδιο μπορεί ο μελετητής να εισάγει και τα εμπλεκόμενα μέρη που ενδιαφέρονται ή/και επηρεάζονται από το έργο, με στόχο τη διατύπωση ζητημάτων που κρίνουν ότι είναι σκόπιμο να εξεταστούν.

Το δεύτερο στάδιο του προσδιορισμού της σημαντικότητας αφορά στην πρόβλεψη των πιθανών επιδράσεων από τις εναλλακτικές λύσεις στο περιβάλλον υποδοχής και την αξιολόγησή τους και αποτελεί τον κύριο κορμό της ΕΠΕ, όπου προσδιορίζονται η φύση, το μέγεθος και το περιεχόμενο τους, όπως και οι επιλογές για τον περιορισμό τους. Σε αυτό το σημείο προσδιορίζονται και οι υπολειμματικές επιπτώσεις που μπορεί να έχει

μία λύση μετά την εφαρμογή της και αν αυτές είναι σημαντικές και ποια πιθανότητα έχουν να συμβούν.

Ουσιαστικά, αποτελεί το κύριο στάδιο της μελέτης ΕΠΕ, όπου προσδιορίζονται τα αποτελέσματα που θα έχει η επιλογή ενός από τα προτεινόμενα σχέδια για το έργο. Ο προσδιορισμός και η αξιολόγηση γίνονται βάσει δεικτών για το περιβαλλοντικό ζήτημα που εγείρει μία λύση π.χ. ποιότητα νερού ή αέρα και οι οποίοι οδηγούν σε πληροφορίες για μέτρα περιορισμού του ζητήματος, αλλά και για αποφάσεις για επιλογή ή μη μιας εναλλακτικής λύσης από τους ιθύνοντες. Να τονιστεί, εδώ, ότι είναι υποχρεωτικό να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις, καθώς δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης τους, αλλά και εύρεσης εφικτής λύσης για το έργο με τις καλύτερες περιβαλλοντικές επιδόσεις.

Η επανεξέταση της ΕΠΕ αποτελεί το τρίτο βήμα και περιλαμβάνει τον έλεγχο της επάρκειας των πληροφοριών που περιέχονται στη μελέτη, την ανάλυση αξιοπιστίας και την ερμηνεία και χρησιμότητα τους βάσει των στόχων και των αποφάσεων που πρόκειται να ληφθούν.

Μια διαδικασία ΕΠΕ συνοψίζεται στην Αναφορά ΕΠΕ, όπου αποτελεί δημόσιο έγγραφο και περιγράφει την πρόταση και το πλαίσιο του έργου μαζί με τους στόχους και τις εναλλακτικές λύσεις, το περιβάλλον και τους ανθρώπους που πιθανώς πλήττονται, τις πιθανές επιπτώσεις και τη σημασία τους για κάθε εναλλακτική λύση, τις απόψεις εκείνων που έχουν κληθεί να εκφράσουν τη γνώμη τους για το έργο και τις επιπτώσεις του και τις προτάσεις μετριασμού των επιπτώσεων και τα μέτρα παρακολούθησης με προτεινόμενο σχέδιο περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Τέλος, ύστερα από την έγκριση της ΕΠΕ, ακολουθεί η εφαρμογή των δράσεων, η πρόληψη, δηλαδή, και η αντιμετώπιση των πιθανών επιπτώσεων, όπως και ο έλεγχος της εφαρμογής, ώστε να διασφαλιστούν οι όροι της ΕΠΕ και τα πρότυπα που υπάρχουν. Επίσης, επιπλέον στόχοι της φάσης αυτής είναι να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος και να εντοπιστούν αλλαγές προς το περιβάλλον που μπορεί να είναι επιβλαβείς, ώστε να αντιμετωπιστεί έγκαιρα μία απρόβλεπτη συνθήκη έκθεσης του περιβάλλοντος σε στρεσογόνους παράγοντες, ή ωφέλιμες, ώστε να υιοθετηθούν, και να επανεξεταστεί η διαδικασία με στόχο τη βελτίωσή της.

Ολοκληρώνοντας το στάδιο αυτό, θα πρέπει να έχει δημιουργηθεί η βάση για την υιοθέτηση ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης με συγκεκριμένους στόχους, μέτρα και αναμενόμενα αποτελέσματα, ενώ θα πρέπει να έχει εγκατασταθεί σύστημα ελέγχου των διαδικασιών και αναφοράς των αποτελεσμάτων.

2.2.2.2 Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση

Η ΣΠΕ, απ' την άλλη πλευρά, έχει υιοθετηθεί διεθνώς ως μία προσέγγιση συστηματικής ανάλυσης των δυνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που ενέχει η ανάπτυξη μιας πολιτικής, ενός στρατηγικού σχεδίου ή προγράμματος και λειτουργεί ως εργαλείο για λήψη αποφάσεων για πολιτικές και για σχεδιασμούς βιώσιμων προγραμμάτων. Φυσικά, όπως και στην περίπτωση της ΕΠΕ σκόπιμο είναι να συμπεριλαμβάνονται και οι κοινωνικές, οικονομικές και στην ανθρώπινη υγεία επιπτώσεις (Lee N. and Walsh F., 1992; UNEP, 2004; White L. and Noble B.F., 2013).

Η εφαρμογή της ΣΠΕ δεν μπορεί να βασιστεί στις αρχές της ΕΠΕ, καθώς η τελευταία είναι προσαρμοσμένη στη χρήση πληροφοριών τοπικού ενδιαφέροντος και τοπικών επιπτώσεων στην περιοχή από το έργο που εξετάζεται, σε αντίθεση με τη ΣΠΕ που η ολοκλήρωσή της οδηγεί σε σωρευτικές και έμμεσες επιπτώσεις σε επίπεδο μεγαλύτερης γεωγραφικής έκτασης από αυτό ενός μεμονωμένου έργου. Επιπλέον, ο σκοπός τους είναι διαφορετικός, καθώς η ΣΠΕ προσπαθεί να αντιμετωπίσει πηγές – αιτίες επιπτώσεων, ενώ η ΕΠΕ προσπαθεί να μετριάσει συμπτώματα επιπτώσεων.

Τα βήματα που ακολουθεί μία ΣΠΕ στις περισσότερες χώρες που εφαρμόζεται είναι τα ακόλουθα:

1. Ορισμός των στόχων και πλαισίου μελέτης.

Οι στόχοι χωρίζονται:

- στην προώθηση μιας περιβαλλοντικά και κοινωνικά βιώσιμης ανάπτυξης με περιορισμό των δυνητικών αρνητικών επιπτώσεων από την πηγή τους,
- στην εφαρμογή φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών και
- στην ενίσχυση της ανάπτυξης έργων προσχεδιασμένα με ΕΠΕ.

Θα πρέπει να ορίζονται με το σκεπτικό της υλοποίησης μιας μακροπρόθεσμης βιώσιμης στρατηγικής.

Επίσης, στη φάση αυτή προδιαγράφεται το πλαίσιο πραγματοποίησης της μελέτης και οι πληροφορίες που θα πρέπει να συλλεχθούν προκειμένου να γίνει η αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων που παρουσιάζονται στο επόμενο στάδιο.

2. Διατύπωση εναλλακτικών λύσεων, οι οποίες θα αξιολογηθούν ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να παρουσιάσει η υιοθέτησή τους.

Σε αυτή τη φάση, προσδιορίζεται το πλήθος των εναλλακτικών λύσεων, οι οποίες ανταποκρίνονται στους στόχους της μελέτης και συνοψίζονται οι οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές τους πλευρές. Ανάμεσα στις λύσεις θα πρέπει να διατυπώνεται και η λύση της μη εφαρμογής οποιουδήποτε σχεδίου, όπως επίσης και η καλύτερη δυνατή περιβαλλοντικά φιλική λύση.

3. Περιβαλλοντική ανάλυση.

Στην περίπτωση της ΣΠΕ, η περιβαλλοντική ανάλυση έχει μεγαλύτερες δυσκολίες εκπόνησης από την ΕΠΕ, καθώς η κύρια ανάλυση γίνεται βάσει δεικτών που αποτιμούν τάσεις και ερμηνεύονται ως προς τις έμμεσες επιπτώσεις που μία λύση μπορεί να φέρει με υψηλό βαθμό αβεβαιότητας. Το παραπάνω μετριάζεται στην περίπτωση της ύπαρξης προτεινόμενων έργων που πηγάζουν από σχέδια και προγράμματα, καθώς οι επιπτώσεις παρουσιάζουν μία πιο συγκεκριμένη και προδιαγεγραμμένη μορφή.

4. Αποτίμηση.

Στο στάδιο αυτό χρησιμοποιούνται ως είσοδοι τα αποτελέσματα της προηγούμενης φάσης προκειμένου να συγκριθούν οι εναλλακτικές λύσεις βάσει κριτηρίων σημαντικότητας ως προς το οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο που εμπεριέχουν.

5. Συμπεράσματα και Αναφορά ΣΠΕ.

Το τελευταίο στάδιο πριν την απόφαση για πραγματοποίηση της πολιτικής, του σχεδίου ή του προγράμματος και το σημαντικότερο γι αυτούς που λαμβάνουν τις αποφάσεις είναι η εκπόνηση της αναφοράς ΣΠΕ και η εξαγωγή των συμπερασμάτων που αυτή εμπεριέχει. Ουσιαστικά, αποτελεί μία γρήγορη περιγραφή της διαδικασίας διενέργειας της ΣΠΕ και μία περίληψη των εναλλακτικών λύσεων, των επιπτώσεων που προκύπτουν από την καθεμία, της προτιμητέας λύσης και των μέτρων που θα πρέπει να ακολουθηθούν κατά την εφαρμογή της.

Ολοκληρώνοντας τη ΣΠΕ, ο φορέας της πολιτικής, του σχεδίου ή του προγράμματος που έχει μελετηθεί αποφασίζει την πραγματοποίησή του με αλλαγές ή όχι. Αν ο φορέας προβεί στην εφαρμογή της λύσης που προτείνεται, θα πρέπει να διαμορφωθεί ένα σχέδιο παρακολούθησης της εκπόνησης της και καταγραφής των περιβαλλοντικών όρων, οι οποίοι θα πρέπει να συμφωνούν με τους όρους της μελέτης και τους στόχους που έχουν τεθεί.

2.3 Συνδυασμός μεθοδολογιών εκτίμησης και αξιολόγησης κινδύνου και περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Προσπάθεια συνδυασμού των διαφορετικών μεθοδολογιών αξιολόγησης των κινδύνων και των επιδράσεων μιας δραστηριότητας ή ενός προϊόντος στον άνθρωπο και το περιβάλλον έχουν αναλάβει κατά το παρελθόν αρκετοί μελετητές και ινστιτούτα. Ο Sonnemann στο βιβλίο του *“Integrated Life-Cycle and Risk Assessment for Industrial Processes”* επιχειρεί να διαμορφώσει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση εκτίμησης της περιβαλλοντικής επίπτωσης από το συνδυασμό της μεθοδολογίας Ανάλυσης Κύκλου Ζωής με τη μεθοδολογία της (Περιβαλλοντικής / Οικολογικής) Αξιολόγησης Κινδύνου σε βιομηχανικές δραστηριότητες (Sonnemann G. et al., 2003). Στο ίδιο πλαίσιο κινήθηκε και η ομάδα του Ινστιτούτου Βιομηχανικής Περιβαλλοντικής Πληροφορικής του Σουηδικού Πανεπιστημίου Τεχνολογίας Chalmers (Flemström K. et al., 2004) που εξέτασε ποια είναι η σχέση μεταξύ των δύο μεθοδολογιών: συμπληρωματική, επικάλυψη, συγκρουσιακή ή παράλληλη. Περιγράφοντας τις χρήσεις και τα μοντέλα τους παρατηρείται ότι οι δύο μεθοδολογίες θα μπορούσαν να συνδυαστούν με την πιο κοινή επιλογή συνδυασμού, αυτή της εισαγωγής της αξιολόγησης κινδύνου στο κομμάτι της Αξιολόγησης των πιθανών επιπτώσεων της ΑΚΖ είτε ως συμμετοχή τοξικολογικών παραμέτρων στη διαμόρφωση των παραγόντων χαρακτηρισμού των εκπομπών είτε ως ολοκληρωμένη ανάλυση κινδύνου για κάθε εκπεμπόμενη ουσία.

Εδώ θα πρέπει να τονιστεί για τον κάθε μελετητή που προσπαθεί να αναδείξει αποτελέσματα από τις δύο μεθόδους ότι τις περισσότερες φορές που η ΑΚΖ και η αξιολόγηση κινδύνου επιχειρούνται ταυτόχρονα και ξεχωριστά δεν καταλήγουν στα ίδια αποτελέσματα, καθώς αντιμετωπίζουν το θέμα της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από

διαφορετική σκοπιά. Η αξιολόγηση κινδύνου ασχολείται με κινδύνους που σχετίζονται με την παραγωγή, τη χρήση και τη διάθεση μιας συγκεκριμένης χημικής ουσίας ή/και με τις ανθρώπινες ή περιβαλλοντικές επιπτώσεις από μία συγκεκριμένη βιομηχανία ή ένα ατύχημα στη βιομηχανία και τις εκπομπές που προκύπτουν. Η AKZ ασχολείται με την αθροιστική περιβαλλοντική επίπτωση ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Τέλος, μια, επίσης, προφανής διαφορά είναι η εξάρτηση της Αξιολόγησης κινδύνου από την χωρική κατανομή του προβλήματος, ενώ αντίθετα η AKZ αποτελεί λιγότερο εξαρτημένη μέθοδο από την τοποθεσία του συστήματος που μελετάται.

Μία ακόμη μελέτη που ασχολείται με τις διαφορετικές μεθόδους είναι η μελέτη “Strategic environmental assessment methodologies – applications within the energy sector” (Finnveden G. et. al., 2003), στην οποία πραγματοποιείται πάλι μια προσπάθεια επισκόπησης των μεθοδολογιών ΣΠΕ, AKZ και Αξιολόγησης Κινδύνου και συνδυασμού τους. Εδώ αναδεικνύεται λίγο περισσότερο η στρατηγική σημασία της εκπόνησης ΣΠΕ για σχέδια, πολιτικές και δράσεις υψηλότερου επιπέδου σε σχέση με ένα έργο ή δραστηριότητα, ενώ η εισαγωγή της αξιολόγησης κινδύνου στη ΣΠΕ προτείνεται στο στάδιο της ανάλυσης των εναλλακτικών λύσεων, ώστε να εκτιμηθεί ποια από τις λύσεις θέτει το λιγότερο δυνατό κίνδυνο ή αν αυτός ο κίνδυνος που μπορεί να ελλοχεύει είναι αποδεκτός ή όχι. Ολοκληρώνοντας, η μελέτη προτείνει την εισαγωγή της AKZ και της αξιολόγησης κινδύνου στη φάση της Περιβαλλοντικής Ανάλυσης των εναλλακτικών λύσεων, ώστε οι δύο μεθοδολογίες να προσφέρουν τα εργαλεία για μια πιο ακριβή και τεκμηριωμένη ανάλυση και κατάληξη συμπερασμάτων και επομένως, πιο σωστή λήψη απόφασης.

Επιπρόσθετα και προκειμένου να αποτυπωθεί κι ο συνδυασμός της ΕΠΕ με την AKZ, θα παρουσιαστεί και μία μελέτη που αφορά σε βιομηχανικό περιβάλλον και καταδεικνύει πως η Ανάλυση Κύκλου Ζωής μπορεί να συνδυαστεί με τη μεθοδολογία εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το άρθρο παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση συνδυασμού της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που χρησιμοποιείται στην περίπτωση μιας εγκατάστασης παραγωγής μονωτικών υλικών (Židonienė S. and Kruopienė J., 2015).

Η μελέτη περίπτωσης κι η εφαρμογή του πλαισίου ουσιαστικά αποδεικνύει το ευρύ πεδίο που ανοίγεται για μια συνολική περιβαλλοντική εκτίμηση ενός σχεδιαζόμενου

έργου λόγω της προσθήκης στοιχείων της AKZ στη συνήθη διαδικασία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η μεθοδολογία που προτείνεται απαρτίζεται από 4 βήματα, όπου στα τρία πρώτα αξιολογούνται οι παγκόσμιες ή γενικές επιπτώσεις, ενώ στο 4^ο βήμα αξιολογούνται οι πιθανές τοπικές ή ειδικές επιπτώσεις του έργου.

Πριν την αποτύπωση των βημάτων ορίζεται ένα στάδιο ως μηδενικό ή αλλιώς ένα στάδιο προετοιμασίας για τα επόμενα, καθώς εδώ καθορίζεται ο σκοπός, το πεδίο εφαρμογής, οι διαδικασίες και τα απαραίτητα εφόδια - υλικά του έργου. Στη συνέχεια περιγράφονται οι ενέργειες που πραγματοποιούνται στα υπόλοιπα βήματα:

- Βήμα 1^ο: Σε αυτό το βήμα αναλύονται τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί στο στάδιο της προετοιμασίας και πραγματοποιείται η Ανάλυση Ροών Υλικών, όπου παρουσιάζονται τα στάδια των διαδικασιών του έργου ως ροές υλικών με έμφαση στις εισόδους των υλικών. Επιβάλλεται πριν την Ανάλυση Ροών Υλικών να έχουν τεθεί τα όρια του συστήματος και η λειτουργική μονάδα για την AKZ. Μετά την απογραφή των δεδομένων ακολουθεί η Ανάλυση Κύκλου Ζωής Επιπτώσεων βάσει της μεθοδολογίας AKZ και του μοντέλου κατηγοριοποίησης και στάθμισης, προσδιορίζονται τα «καυτά σημεία» της δραστηριότητας, όπως ορίζονται στη μελέτη, όπου αποτελούν τους τομείς που χρειάζονται παρέμβαση για βελτίωση.
- Βήμα 2^ο: Στο στάδιο αυτό αναλύονται οι λόγοι για τους οποίους ανιχνεύονται τα συγκεκριμένα «καυτά σημεία» και αποφασίζονται οι εναλλακτικοί τρόποι για τη λύση του προβλήματος.
- Βήμα 3^ο: Η φάση αυτή είναι αφιερωμένη στο σχεδιασμό και την εξέταση των σεναρίων που αποφασίστηκαν στο προηγούμενο βήμα και την επίλυση προβλήματος που έχει ανιχνευτεί. Για το σχεδιασμό των σεναρίων χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές, όπως ανάλυση βέλτιστων τεχνικών, διεξαγωγή έρευνας, χρήση καινοτομικών εργαλείων κ.λπ. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι τα σενάρια εξετάζονται και ως προς την οικονομική και τεχνική εφικτότητά τους, όροι που αξιολογούνται βάσει του άμεσου και έμμεσου κόστους της πραγματοποίησης του σεναρίου, της διαθεσιμότητας των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται σε αυτό και τη συμβατότητά του με τους στόχους του έργου και βέβαια με εργαλεία οικονομικής αξιολόγησης, όπως η καθαρή παρούσα αξία, η περίοδος αποπληρωμής, κ.ά. Τα εργαλεία αυτά αποτελούν και εργαλεία σύγκρισης των διαφόρων σεναρίων. Ολοκληρώνοντας αυτό το στάδιο θα πρέπει να έχει διαμορφωθεί η σειρά κατάταξης

των σεναρίων βάσει των οικονομικών και περιβαλλοντικών αποτελεσμάτων. Τα περιβαλλοντικά αποτελέσματα εξετάζονται στη μελέτη με βάση πάλι την ΑΚΖ και το μοντέλο κατηγοριοποίησης και στάθμισης των επιπτώσεων που μπορεί να προκαλέσει το καθένα από αυτά αν εφαρμοστεί.

- Βήμα 4^ο: Έχοντας ως είσοδο για το στάδιο αυτό το καταλληλότερο σενάριο που επιλέχθηκε στο προηγούμενο βήμα, ελέγχεται η συμβατότητα της εφαρμογής του με τις τοπικές συνθήκες προκειμένου να διαπιστωθεί αν το σενάριο αυτό μπορεί στο συγκεκριμένο χώρο να εφαρμοστεί και τι τοπικές επιπτώσεις μπορεί να δημιουργήσει. Σε αυτό το στάδιο, συνεπώς, αξιολογούνται οι εκπομπές στον αέρα, η μόλυνση του νερού και του εδάφους από την εφαρμογή του σεναρίου και σύμφωνα πάντα με τους νομικούς και άλλους κανόνες που έχει θεσπίσει η πολιτεία για την περιοχή, αλλά και τις τοπικές κοινωνικές, οικονομικές και πολιτιστικές πτυχές της περιοχής. Αν το σενάριο δεν γίνει λόγω των ανωτέρω αποδεκτό, εξετάζονται τα υπόλοιπα σενάρια βάσει και της σειράς κατάταξης που έχει προκύψει, ενώ αν δεν βρεθεί κατάλληλο σενάριο, τότε η διαδικασία επιστρέφει στη φάση του σχεδιασμού.

Τελικά, αν ένα σενάριο εφαρμοστεί, τότε η διαδικασία συνεχίζει με τα υπόλοιπα στάδια μιας μεθοδολογίας εκτίμησης περιβαλλοντικών περιπτώσεων, δηλαδή την αναφορά σε μέτρα μετριασμού των αρνητικών επιπτώσεων και σε σχέδια για έλεγχο των εκπομπών του.

Συνεπώς, από την ανωτέρω μελέτη αναδεικνύεται η χρησιμότητα του συνδυασμού των μεθόδων αξιολόγησης των επιπτώσεων ενός έργου ή δραστηριότητας προκειμένου να ενισχυθούν αμφότερες οι δύο μεθοδολογίες και να προκύψουν οι κίνδυνοι σε γενικό και ειδικό επίπεδο που ελλοχεύει η δημιουργία του.

Συνοψίζοντας, εφόσον έχουν αναλυθεί ανωτέρω περιπτώσεις συνδυασμού των διαφορετικών μεθοδολογιών, κρίνεται σκόπιμο να υπάρξει ένα σχεδιάγραμμα ολοκληρώνοντας αυτή την ενότητα για το ποιες εναλλακτικές μεθοδολογίες συνδυασμού υπάρχουν.

Αν ξεκινήσει κανείς σχεδιάζοντας τον κορμό της μεθοδολογίας του με βάση τη μέθοδο της εκτίμησης και αξιολόγησης των κινδύνων, θα πρέπει να ακολουθήσει τα τέσσερα βασικά βήματα, που είναι:

1. Εντοπισμός των συνθηκών, των ενεργειών ή/και των παραγόντων εκείνων που παρουσιάζουν εγγενή χαρακτηριστικά επιπτώσεων στο περιβάλλον σε ενδεχόμενη έκθεση του με αυτά,
2. Εκτίμηση, στη συνέχεια, της πιθανότητας δημιουργίας επίπτωσης, βλάβης, ζημίας ή απώλειας και τη σοβαρότητα αυτών,
3. Κατάταξη των ανωτέρων κινδύνων σύμφωνα με τα αποτελέσματα του 2^{ου} βήματος και
4. Προσδιορισμός των εναλλακτικών επιλογών, των μέτρων και των ενεργειών που επιτρέπουν τη διαχείριση των προσδιορισμένων κινδύνων είτε επιδιώκεται η εξάλειψη τους είτε η μείωση της πιθανότητας εμφάνισης τους είτε η αναστρεψιμότητα των επιπτώσεων, που έχουν προκληθεί (UNEP, 2004),

και ενδιάμεσως να προσθέσει κανείς από τη μεθοδολογία AKZ στο βήμα 2 τα κομμάτια της ανάλυσης, της ποσοτικοποίησης και της κατηγοριοποίησης στοιχείων της εγκατάστασης που οδηγούν σε ομάδες επιπτώσεων. Επίσης, στο ίδιο βήμα μπορούν να φανούν χρήσιμες και οι μεθοδολογίες ΕΠΕ και ΣΠΕ, αλλά κυρίως στο βήμα 4 για τον προσδιορισμό των εναλλακτικών επιλογών, των μέτρων και των ενεργειών για τη διαχείριση, την αποφυγή εμφάνισης ή μείωσης των επιπτώσεων.

Αν τώρα κάποιος ξεκινήσει με τη ΣΠΕ ή την ΕΠΕ ως βασική μεθοδολογία μπορεί να ακολουθήσει την πρόταση που ειπώθηκε νωρίτερα εισάγοντας την Αξιολόγηση κινδύνου και την AKZ στην περιβαλλοντική ανάλυση των εναλλακτικών λύσεων.

Ενώ, τέλος, αν βασιστεί στην AKZ τότε η αξιολόγηση κινδύνων προστίθεται στο ζήτημα της αναγνώρισης και αξιολόγησης των «καυτών σημείων» του συστήματος. Αυτό θα συνεισφέρει στη συνολική προσέγγιση με την τεκμηριωμένη ανάδειξη σειράς προτεραιότητας των σημαντικότερων κινδύνων και με τη συστηματικότητα στον εντοπισμό τους. Ενώ στο τέλος της AKZ με την προσθήκη των μερών της ΣΠΕ ή ΕΠΕ στα εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης των επιπτώσεων και των αρχών ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης μπορεί το ολοκληρωμένο πλαίσιο να συμπληρωθεί με μέτρα διαχείρισης και περιορισμού επιπτώσεων, διαρκή μέτρηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων της δραστηριότητας και έγκαιρη αναγνώριση των κινδύνων που μπορούν να εξελιχθούν σε επιπτώσεις.

2.4 Νομοθεσία ευρωπαϊκού και ελληνικού δικαίου

Η πολιτεία καλείται με τα νομοθετικά κείμενα που θεσπίζει, αλλά και με καλές πρακτικές που υποδεικνύει να θέτει τις κατάλληλες προϋποθέσεις για τη βιώσιμη ανάπτυξη των επιχειρήσεων και των βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Στόχος της, πάντα, οφείλει να αποτελεί η αρμονική συμβίωση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων με το περιβάλλον και την κοινωνία, γι' αυτό και για προληπτικά μέτρα εκδίδει νόμους για περιβαλλοντική αδειοδότηση πριν την έναρξη της λειτουργίας μιας δραστηριότητας, αλλά και κείμενα με βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές δημιουργίας, λειτουργίας και διαχείρισης της διακοπής μιας δραστηριότητας.

Εφαλτήριο στην ολοκληρωμένη πρόληψη και αντιμετώπιση της ρύπανσης από βιομηχανικές κι άλλες δραστηριότητες σε επίπεδο ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθετικής πρωτοβουλίας υπήρξε η έκδοση της οδηγίας 96/61/EK στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (αριθμός L 257/10-10-96) σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης. Η οδηγία αυτή, γνωστή κι ως οδηγία IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) εισήγαγε την έννοια του συνδυασμού της βιωσιμότητας των επιχειρήσεων με τον έλεγχο της χρήσης των φυσικών πόρων και της ενέργειας, τη μείωση της επικινδυνότητας, καθώς και τη μείωση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα, το νερό και το έδαφος. Οι καινοτομίες της αφορούσαν στη δημιουργία ολοκληρωμένης διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης, την ετήσια παρακολούθηση των εκπεμπόμενων ρύπων, την απογραφή και συγκέντρωσή τους στο Ευρωπαϊκό Μητρώο Εκπομπών (European Pollutant Register – EPER) και την έκδοση και χρήση Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (ΒΔΤ) ανά κατηγορία δραστηριότητας στη διαδικασία της αδειοδότησης, της δημιουργίας, της λειτουργίας και της αποσύνθεσης ενός έργου ή δραστηριότητας.

Το ολοκληρωμένο πλαίσιο που διαμορφώθηκε στις ευρωπαϊκές χώρες, όπως και στην Ελλάδα, είχε και συνεχίζει να έχει ως στόχο την αντιμετώπιση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου έργων ή δραστηριοτήτων κατευθείαν στην ενδεχόμενη ή υπαρκτή πηγή ρύπανσης. Οι ΒΔΤ ή με τον αγγλικό όρο BAT (Best Available Techniques) αποτελούν ένα πρωτογενές ή ενεργητικό μέτρο πρόληψης και εισάγουν περιορισμούς στις

τεχνολογίες και τις συνθήκες λειτουργίας μιας κατηγορίας παρόμοιων εγκαταστάσεων με στόχο τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων. Εκδίδονται ως ενημερωτικοί οδηγοί ΒΔΤ (ή με τον αγγλικό όρο Best Available Technique Reference Documents – BREFs) και είναι διαφορετικοί ανά βιομηχανικό κλάδο ή κοινές βιομηχανικές διεργασίες.

Όσον αφορά, πιο συγκεκριμένα, την περιβαλλοντική αδειοδότηση, η οδηγία IPPC συνδυάστηκε στο ελληνικό δίκαιο με την εναρμόνιση της οδηγίας 97/11/ΕΚ, με αριθμό έκδοσης στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων L 73/14-03-97, για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μελετώνται στις διαδικασίες αδειοδότησης, αλλά και τις βέλτιστες τεχνικές αφορούν επιπτώσεις λόγω εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων ή λόγω απορρίψεων υγρών ή στερεών, επικίνδυνων αποβλήτων που απαιτούν συνήθως κατάλληλη επεξεργασία και διάθεση ή λόγω εκπομπών θορύβου, που απαιτούν κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης. Επίσης, εξετάζεται και το θέμα της κατάλληλης τοποθεσίας της δραστηριότητας για αποφυγή, για παράδειγμα, δέσμευσης εκτάσεων που έχουν άλλες χρήσεις, π.χ. γεωργικές, κτηνοτροφικές, αλλά και γειτνίασης με εκτάσεις ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, όπως πολιτιστικοί ή αρχαιολογικοί χώροι, χώροι οικολογικής σημασίας π.χ. ενταγμένοι στο δίκτυο NATURA, αλλά και υπερβολικής συγκέντρωσης δραστηριοτήτων σε μία περιοχή.

Ο νόμος, ο οποίος ισχύει ως ομπρέλα – πλαίσιο για τις περιβαλλοντικές αδειοδοτήσεις είναι ο 4014/2011 (ΦΕΚ 209 Α΄) «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος». Στο πλαίσιο αυτό ορίζονται κατηγορίες για τα δημόσια ή ιδιωτικά έργα ή δραστηριότητες ανάλογα με τις επιπτώσεις που ενέχει η κατασκευή ή λειτουργία τους στο περιβάλλον και ορίζονται διαδικασίες ΕΠΕ που απαιτούνται για την αδειοδότησή τους, όπως εκπόνηση Μελέτης Περιβαλλοντικής Επιπτώσεων (ΜΠΕ) ή δήλωση συμμόρφωσης με τις Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ).

Η περιβαλλοντική αδειοδότηση εφαρμόζεται στην κατηγορία Α (υποκατηγορίες Α1 & Α2 του ν. 4014/2011) των έργων ή δραστηριοτήτων με σημαντικές επιπτώσεις μέσω της έγκρισης και έκδοσης Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ), τις οποίες η πολιτεία χορηγεί ύστερα από αξιολόγηση της ΜΠΕ και αναρτά στο

διαδικτυακό χώρο <http://aepo.ypeka.gr/>. Ο ενδιαφερόμενος φορέας πριν την υποβολή της ΜΠΕ έχει τη δυνατότητα να ζητήσει γνωμοδότηση από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή με την κατάθεση φακέλου Προκαταρκτικού Προσδιορισμού Περιβαλλοντικών Απαιτήσεων (ΠΠΠΑ) και να διενεργήσει δημόσιο διάλογο για τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ή/και τις κύριες επιπτώσεις που το έργο ή η δραστηριότητα ενέχει. Γενικά χαρακτηριστικά - ιδιότητες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που εξετάζονται αφορούν στην πιθανότητα εμφάνισης μιας επίπτωσης, στην έκταση ή/και το μέγεθος του επηρεαζόμενου πληθυσμού, την ένταση και την πολυπλοκότητα των επιπτώσεων, τους χαρακτηριστικούς χρόνους, όπως για παράδειγμα, η διάρκεια έκθεσης του περιβάλλοντος και η επαναληπτικότητα με την οποία εκτίθεται, τη δυνατότητα πρόληψης εμφάνισης της επίπτωσης, την αθροιστική δράση διαφορετικών επιπτώσεων και τέλος, το διασυννοριακό χαρακτήρα, δηλαδή κατά πόσο οι επιπτώσεις εκτείνονται και πέραν της επικράτειας της Ελλάδας.

Να προστεθεί, ακόμα, ότι σε περιπτώσεις που έργα ή δραστηριότητες δεν ενέχουν σημαντικές επιπτώσεις και αυτές είναι τοπικής εμβέλειας, δηλαδή της κατηγορίας Β, η πολιτεία έχει φροντίσει να δηλώνει υπεύθυνα ο φορέας ότι το έργο ή η δραστηριότητα διενεργείται σύμφωνα με τις Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ) που ισχύουν για την αντίστοιχη κατηγορία έργων ή δραστηριοτήτων στην οποία ανήκει, προκειμένου να μην παρατηρείται αύξηση γραφειοκρατικών χρόνων καθυστέρησης στη διαδικασία της αδειοδότησης.

Σχετικά με την κατηγορία με τις σημαντικές επιπτώσεις, το περιεχόμενο μίας απόφασης ΕΠΟ αφορά στις προϋποθέσεις, τους όρους, τους περιορισμούς και τις διαφοροποιήσεις για την πραγματοποίηση ενός έργου ή δραστηριότητας και ιδίως στα αντικείμενα της γεωγραφικής θέσης, του μεγέθους και του είδους του, την εφαρμοζόμενη τεχνολογία και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά. Οι όροι, που εγκρίνονται με την απόφαση, στοχεύουν στην αποφυγή ή ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων που ενδέχεται να προκύψουν ή προκύπτουν ή διαφορετικά στην επανόρθωση ή αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Συνεπώς, μία ΑΕΠΟ εμπεριέχει προληπτικά, επανορθωτικά και αντισταθμιστικά μέτρα.

Μία ΑΕΠΟ ισχύει για τη χρονική διάρκεια των 10 ετών και δεν μεταβάλλονται οι όροι βάσει των οποίων εκδόθηκε, εκτός εάν υπάρξει κάποιος εκσυγχρονισμός, επέκταση,

βελτίωση ή τροποποίηση του περιβαλλοντικά αδειοδοτημένου έργου ή δραστηριότητας. Τα ανωτέρω αποτελούν όλα κριτήρια για την κατάθεση φακέλου τροποποίησης της ΑΕΠΟ. Σίγουρα, όμως, σε περίπτωση ουσιαστικής μεταβολής των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ακολουθείται κατευθείαν η διαδικασία της έκδοσης νέας ΑΕΠΟ. Τέλος, αν για την εγκατάσταση, για την οποία έχει εκδοθεί μία ΑΕΠΟ, ισχύει πιστοποιημένο πρότυπο περιβαλλοντικής διαχείρισης, όπως για παράδειγμα τα πρότυπα EMAS ή ISO 14001, για 5 έτη πριν το τέλος των 10 ετών της λήξης της ΑΕΠΟ, τότε η ισχύς της απόφασης παρατείνεται για 4 έτη πέραν των 10 ετών της αρχικής ισχύος της.

Για την επιβεβαίωση της σύννομης λειτουργίας με τους όρους των δεσμεύσεων που έχουν αποφασιστεί για ένα έργο ή δραστηριότητα πραγματοποιούνται τακτικές περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις σε ετήσια, τριετή και πενταετή βάση ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει το έργο ή η δραστηριότητα σύμφωνα και με τις επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργήσει. Αν πάλι διαπιστωθούν παραβάσεις στους όρους κατά την επιθεώρηση, τότε εντός εξαμήνου πραγματοποιείται και νέος έλεγχος.

Επιγραμματικά σημειώνονται οι 12 ομάδες των έργων ή δραστηριοτήτων, που είναι κοινές για τις κατηγορίες Α και Β και κατατάσσονται με κριτήρια στην κάθε μία κατηγορία, βάσει της Υπουργικής Απόφασης (ΥΑ) 1958/13.01.2012 (ΦΕΚ 21 Β΄) «Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το Άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.09.2011 (ΦΕΚ Α΄ 209)». Αυτές είναι:

1. «Έργα χερσαίων και εναέριων μεταφορών»
2. «Υδραυλικά έργα»,
3. «Λιμενικά έργα»,
4. «Συστήματα περιβαλλοντικών υποδομών»,
5. «Εξορυκτικές δραστηριότητες»,
6. «Τουριστικές εγκαταστάσεις και έργα αστικής ανάπτυξης, κτιριακού τομέα, αθλητισμού και αναψυχής»,
7. «Πτηνοκτηνοτροφικές εγκαταστάσεις»,
8. «Υδατοκαλλιέργειες»,
9. «Βιομηχανικές και συναφείς εγκαταστάσεις»,
10. «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας»,
11. «Μεταφορά ενέργειας, καυσίμων και χημικών ουσιών» και

12. «Ειδικά έργα και δραστηριότητες», ενώ αναλυτικότερα υπάρχουν στα παραρτήματα της απόφασης ανά συγκεκριμένο είδος λειτουργίας της εγκατάστασης.

Το νομικό πλαίσιο που καλύπτει την εκπόνηση ΣΠΕ για πολιτικές, προγράμματα και σχέδια, δράσεις δηλαδή υψηλότερου επιπέδου των έργων και δραστηριοτήτων απαρτίζεται από την οδηγία 2001/42/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001 «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» (L 197/21.7.2001), η οποία εναρμονίστηκε στο εθνικό δίκαιο με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) με αριθμ. ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ.107017/28.8.2006 «Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001» (ΦΕΚ 1225 Β').

Η εκπόνηση της ΣΠΕ πραγματοποιείται για δράσεις που σχετίζονται με τους ακόλουθους τομείς: γεωργία, δασοπονία, αλιεία, ενέργεια, βιομηχανία, μεταφορές, διαχείριση αποβλήτων, διαχείριση υδάτινων πόρων, τηλεπικοινωνίες, τουρισμό, πολεοδομικός ή χωροταξικός σχεδιασμός ή χρήσεις γης και τα οποία καθορίζουν το πλαίσιο για μελλοντικές άδειες έργων και δραστηριοτήτων και για όλα τα σχέδια και προγράμματα τα οποία στο σύνολό τους ή εν μέρει εφαρμόζονται σε περιοχές του εθνικού σκέλους του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου Natura 2000 (Τόποι Κοινοτικής Σημασίας - Τ.Κ.Σ. και Ζώνες Ειδικής Προστασίας - Ζ.Ε.Π.) και τα οποία ενδέχεται να τις επηρεάσουν σημαντικά. Πριν την πραγματοποίησή της απαιτείται περιβαλλοντικός προέλεγχος, ώστε να διαπιστωθεί εάν για ένα σχέδιο ή πρόγραμμα απαιτείται όντως να τηρηθεί η διαδικασία ΣΠΕ.

Σε περίπτωση που απαιτείται Σ.Π.Ε., η αρχή σχεδιασμού εκπονεί Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Σ.Μ.Π.Ε.) για το προτεινόμενο σχέδιο ή πρόγραμμα, (όρος που εισάγεται στο εθνικό δίκαιο), στην οποία εντοπίζονται, περιγράφονται και αξιολογούνται οι ενδεχόμενες σημαντικές επιπτώσεις που θα έχει στο περιβάλλον η εφαρμογή του σχεδίου ή προγράμματος, καθώς και λογικές εναλλακτικές δυνατότητες, σε περιεκτική μορφή, λαμβανομένων υπόψη των στόχων και του γεωγραφικού πεδίου εφαρμογής του σχεδίου ή προγράμματος. Επίσης, κατά τη διαδικασία της Σ.Π.Ε.

πραγματοποιείται διαδικασία διαβούλευσης με τις δημόσιες αρχές και με το ενδιαφερόμενο κοινό. Διαβούλευση ενδέχεται να πραγματοποιηθεί και διασυνοριακά, μεταξύ της Ελλάδας και του κράτους στο οποίο πιθανές επιπτώσεις προκύπτουν κατά την πραγματοποίηση του σχεδίου ή προγράμματος από την Ελλάδα.

Το περιεχόμενο της Σ.Μ.Π.Ε αποτελείται από τα ακόλουθα κεφάλαια:

- A. Μη τεχνική περίληψη του συνόλου της μελέτης.
- B. Γενικά στοιχεία, όπου δίνονται στοιχεία της αρχής σχεδιασμού του σχεδίου ή προγράμματος καθώς και του μελετητή της Σ.Μ.Π.Ε.
- Γ. Σκοπιμότητα και στόχοι του σχεδίου ή προγράμματος, όπου αναλύονται η σκοπιμότητα και οι στόχοι του σχεδίου ή προγράμματος και συμπεριλαμβάνονται εθνικοί ή κοινοτικοί ή εθνικοί στόχοι περιβαλλοντικής προστασίας που αφορούν στο σχέδιο ή πρόγραμμα, ο τρόπος με τον οποίο οι στόχοι αυτοί και τα περιβαλλοντικά ζητήματα ελήφθησαν υπόψη κατά την προετοιμασία του και η σχέση του με άλλα σχετικά σχέδια και προγράμματα.
- Δ. Περιγραφή του σχεδίου ή προγράμματος, όπου στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή του σχεδίου ή προγράμματος με ιδιαίτερη αναφορά:
 - α) στο γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής του,
 - β) στο περιεχόμενό του,
 - γ) στα έργα και στις δραστηριότητες που ενδεχομένως να προκύψουν από την εφαρμογή του.
- E. Εναλλακτικές Δυνατότητες, όπου περιγράφονται οι εύλογες εναλλακτικές δυνατότητες, συμπεριλαμβανομένων της μηδενικής λύσης, των λόγων επιλογής των εναλλακτικών δυνατοτήτων που εξετάστηκαν και των περιβαλλοντικά τεκμηριωμένων λόγων επιλογής του προτεινόμενου σχεδίου ή προγράμματος έναντι των άλλων εναλλακτικών δυνατοτήτων.
- ΣΤ. Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος, δίνονται πληροφορίες για τα σχετικά στοιχεία της τρέχουσας κατάστασης του περιβάλλοντος στην περιοχή μελέτης και η βάση αυτής πιθανή εξέλιξη εάν δεν εφαρμοσθεί το σχέδιο ή πρόγραμμα, τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των περιοχών που ενδέχεται να επηρεασθούν σημαντικά εντός της περιοχής μελέτης, τα τυχόν υφιστάμενα περιβαλλοντικά προβλήματα των περιοχών, κυρίως εάν πρόκειται για περιοχές ιδιαίτερης περιβαλλοντικής σημασίας, όπως εκείνες που περιλαμβάνονται στο εθνικό σκέλος του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου Natura 2000. Σημειώνεται ότι ως

περιοχή μελέτης ορίζεται μια ευρύτερη περιοχή από εκείνη του γεωγραφικού πεδίου εφαρμογής του σχεδίου ή προγράμματος, στην οποία αναμένονται σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εφαρμογή του. Η περιοχή αυτή ορίζεται κάθε φορά από το μελετητή της Σ.Μ.Π.Ε. σε συνεργασία με τη αρχή σχεδιασμού του σχεδίου ή προγράμματος.

Ζ. Εκτίμηση, Αξιολόγηση και Αντιμετώπιση των επιπτώσεων στο περιβάλλον του σχεδίου ή προγράμματος, όπου προσδιορίζονται, εκτιμώνται και αξιολογούνται οι ενδεχόμενες σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, και ειδικότερα οι πρωτογενείς και δευτερογενείς, σωρευτικές, βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες, μόνιμες και προσωρινές, θετικές και αρνητικές επιπτώσεις σε τομείς όπως: η βιοποικιλότητα, ο πληθυσμός, η ανθρώπινη υγεία, η πανίδα, η χλωρίδα, το έδαφος, τα ύδατα, ο αέρας, οι κλιματικοί παράγοντες, τα υλικά περιουσιακά στοιχεία, η πολιτιστική κληρονομιά συμπεριλαμβανομένης της αρχιτεκτονικής και αρχαιολογικής κληρονομιάς, το τοπίο και οι σχέσεις μεταξύ των ανωτέρω παραγόντων.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται ο τρόπος διενέργειας της εκτίμησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Επίσης, περιγράφονται οι προτάσεις/κατευθύνσεις/μέτρα για την πρόληψη, τον περιορισμό και την, κατά το δυνατόν, αντιμετώπιση οποιωνδήποτε σημαντικών δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον και το σύστημα παρακολούθησης των σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή του σχεδίου ή προγράμματος (monitoring).

Η. Στοιχεία Κανονιστικής πράξης, όπου δίνονται στοιχεία της κανονιστικής πράξης περιβαλλοντικής έγκρισης του σχεδίου ή προγράμματος και περιλαμβάνει τα ανωτέρω θέματα των προτάσεων και της παρακολούθησης.

Θ. Δυσκολίες κατά την εκπόνηση της ΣΜΠΕ, όπου γίνεται μνεία των τυχόν δυσκολιών που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της μελέτης.

Ι. Βασικές Μελέτες και Έρευνες, όπου καταγράφονται οι απολύτως αναγκαίες πρόσθετες βασικές μελέτες και έρευνες, οι οποίες θα πρέπει να εκπονηθούν πριν την έγκριση των έργων και δραστηριοτήτων που προκύπτουν από την εφαρμογή του σχεδίου ή προγράμματος.

Κ. Παραρτήματα, στα οποία μπορεί να περιλαμβάνονται κείμενα τεκμηρίωσης, χάρτες – σχέδια κατάλληλης κλίμακας, κατά την κρίση του μελετητή, ανάλογα με την χωρική διάσταση του σχεδίου ή προγράμματος.

Εφόσον η διαδικασία και η ΣΜΠΕ κριθεί σύννομη με το εθνικό και κοινοτικό δίκαιο εκδίδεται υπουργική απόφαση από τους αρμόδιους υπουργούς.

Το ευρωπαϊκό και εθνικό δίκαιο έχει προβλέψει, εκτός από την υιοθέτηση συγκεκριμένου τρόπου χειρισμού περιπτώσεων αδειοδότησης μιας πολιτικής, ενός προγράμματος, μιας δράσης, ενός έργου ή δραστηριότητας με επιπτώσεις στο περιβάλλον, την αντιμετώπιση των κινδύνων από μεγάλα ατυχήματα έκθεσης του περιβάλλοντος σε επικίνδυνες ουσίες. Η σχετική οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου είναι η 2003/105/ΕΚ της 16ης Δεκεμβρίου 2003 «για τροποποίηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες», με αριθμό έκδοσης στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 345/31-12-2003. Η νομοθετική διάταξη με την οποία εναρμονίστηκε η οδηγία στο ελληνικό δίκαιο είναι η Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) με αριθ. 12044/613/19.03.2007 (ΦΕΚ 376 Β΄) «Καθορισμός μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες, λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/105/ΕΚ “για τροποποίηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζομένων με επικίνδυνες ουσίες” του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2003. Αντικατάσταση της υπ’ αριθμ. 5697/590/2000 κοινής υπουργικής απόφασης (Β΄ 405/29.3.2000)».

Έννοιες που αναφέρονται στην ΚΥΑ και είναι σημαντικό να αναφέρουμε εδώ είναι οι ορισμοί του μεγάλου ατυχήματος, του κινδύνου και της επικινδυνότητας. Η ιδιαίτερη μνεία αυτών γίνεται λόγω αναφοράς σε προηγούμενη ενότητα ορισμών για τον κίνδυνο και προκειμένου να φανεί η συμβατότητα των νομικών κειμένων με την επιστημονική κοινότητα. *«Μεγάλο ατύχημα είναι συμβάν, όπως μεγάλη διαρροή, πυρκαγιά ή έκρηξη που προκύπτει από ανεξέλεγκτες εξελίξεις κατά τη λειτουργία οποιασδήποτε εγκατάστασης καλυπτόμενης από την παρούσα απόφαση, το οποίο προκαλεί μεγάλους κινδύνους, άμεσους ή αργότερους, για την ανθρώπινη υγεία, εντός ή εκτός της εγκατάστασης, ή/και για το περιβάλλον, και σχετίζεται με μία ή περισσότερες επικίνδυνες ουσίες».* *«Κίνδυνος είναι η εγγενής ιδιότητα μιας επικίνδυνης ουσίας ή φυσικής κατάστασης που ενδέχεται να βλάψει την ανθρώπινη υγεία ή/και για το περιβάλλον».* *«Επικινδυνότητα είναι η*

πιθανότητα μιας συγκεκριμένης επίπτωσης εντός δεδομένης χρονικής περιόδου ή υπό συγκεκριμένες συνθήκες».

Οι υποχρεώσεις που εισήγαγαν τα δύο ανωτέρω νομικά κείμενα εφαρμόζονται σε εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες, οι οποίες είτε παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία είτε είναι δυνατόν να προκύψουν από ενδεχόμενα ατυχήματα και καθορίζονται στο παράρτημα της ΚΥΑ. Ο φορέας που υπάγεται στις ανωτέρω διατάξεις καλείται να υποβάλλει συγκεκριμένα έγγραφα ανάλογα με την κατηγορία των ουσιών που υπάρχουν στην εγκατάστασή του, στις αρμόδιες αρχές, όπως είναι μελέτη ασφαλείας και σχέδια έκτακτης ανάγκης, πολιτική πρόληψης ή απλή κοινοποίηση.

Ανάμεσα στα στοιχεία που κατατίθενται με τα ανωτέρω έγγραφα σημασία έχει εδώ να αναφερθούν ότι α) στην κοινοποίηση εκτιμάται η πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος μεγάλης έκτασης λόγω της θέσης της εγκατάστασης και της εγγύτητάς της με άλλες επικίνδυνες εγκαταστάσεις, β) στη μελέτη ασφαλείας επιβάλλεται η περιγραφή της πολιτικής πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων που έχει υιοθετήσει ο φορέας, καθώς και του συστήματος διαχείρισης ασφαλείας που θα πρέπει να έχει εγκαταστήσει, γ) στα σχέδια έκτακτης ανάγκης, που διακρίνονται σε εσωτερικά και εξωτερικά, σχεδιάζονται σενάρια αντιμετώπισης ατυχημάτων από το φορέα κι από την πολιτεία αντίστοιχα, ενώ βασίζονται σε στοιχεία, μέσα και ανθρώπους τόσο εντός της εγκατάστασης όσο και εκτός αυτής και με το σκεπτικό πάντα της δημιουργίας φαινομένου domino λόγω της ύπαρξης κι άλλων λειτουργιών γύρω από τον φορέα που μπορεί να συμβεί το ατύχημα. Τα σχέδια επανεξετάζονται κάθε 3 έτη και εκσυγχρονίζονται, ενώ γενικότερα για κάθε νέα εγκατάσταση που υπάγεται στην ανωτέρω ΚΥΑ δεν της δίνεται άδεια λειτουργίας, αν δεν λάβει θετικό πόρισμα σε επιθεώρηση που πραγματοποιείται πριν την έναρξή της. Επιθεωρήσεις πραγματοποιούνται και κατά τη συνέχεια, κατά τη λειτουργία δηλαδή της εγκατάστασης, ώστε να διαπιστωθεί αν ο φορέας προσδιορίζει υφιστάμενους κινδύνους ατυχημάτων μεγάλης έκθεσης, λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας, πληροφορεί, εκπαιδεύει και εξοπλίζει τους εργαζόμενους για τη διαχείριση μιας έκτακτης κατάστασης.

2.5 Επισκόπηση εφαρμογών σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Η πιο συχνά εφαρμοζόμενη τεχνική για την αξιολόγηση των επιχειρηματικών κινδύνων και επιπτώσεων που συναντά κανείς στην αναζήτηση εφαρμογών σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής και κυρίως σε μελέτες του εξωτερικού. Μία τέτοια έρευνα κριτικής επισκόπησης και συγκέντρωσης αποτελεσμάτων AKZ από διαφορετικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι η έρευνα των Turconi R., Boldrin A. και Astrup T. το 2013, όπου αξιολογεί 167 μελέτες περίπτωσης από σταθμούς παραγωγής ενέργειας από λιθάνθρακα, λιγνίτη, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, βιομάζα, πυρηνικούς σταθμούς, υδροηλεκτρικούς και φωτοβολταϊκούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και αιολικά πάρκα. Τα δεδομένα για την αξιολόγηση των εκπομπών της AKZ προέρχονται από τα στάδια της προμήθειας καυσίμου (από την εξόρυξη του καυσίμου έως την είσοδο στο σταθμό), της λειτουργίας του σταθμού (λειτουργία, συντήρηση και διάθεση κατάλοιπων) και της δημιουργίας της υποδομής (δημιουργία και παροπλισμός σταθμού).

Τα σημεία της μεθοδολογίας της AKZ που επισημαίνει ως κρίσιμα η μελέτη και αυτά που θα πρέπει να συγκρατηθούν ως ουσιαστικά συμπεράσματα είναι ο ορισμός της λειτουργικής μονάδας, τα όρια του συστήματος, η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη συλλογή των δεδομένων και οι αρχές που ακολουθούνται κατά την αξιολόγηση των επιπτώσεων. Οι εκπομπές που διακρίνονται σε άμεσες, εκείνες που προέρχονται για παράδειγμα από την καπνοδόχο του σταθμού, και έμμεσες, εκείνες που σχετίζονται με την προμήθεια καυσίμου, τα εφόδια για την παραγωγή ή τα υπολείμματα και τα παραπροϊόντα της παραγωγής, μετρώνται σε οξείδια του αζώτου (NO_x), διοξείδιο του θείου (SO_2) και αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου σε ισοδύναμες μονάδες διοξειδίου του άνθρακα ($\text{CO}_{2\text{-eq}}$).

Στα συμπεράσματα της μελέτης αναδεικνύεται όσον αφορά στις άμεσες εκπομπές ο μείζων ρόλος της φάσης της λειτουργίας ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, ενώ σε σταθμούς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κρίνονται σημαντικότερες οι φάσεις της δημιουργίας και του παροπλισμού της υποδομής. Τέλος,

στους σταθμούς πυρηνικής ενέργειας και βιομάζας το κρίσιμο κομμάτι των εκπομπών αφορά στην προμήθεια του καυσίμου.

Ολοκληρώνοντας, θα πρέπει να αναφερθεί και η ανάδειξη της αποτελεσματικότητας της ανάκτησης της ενέργειας και του συστήματος καθαρισμού καυσαερίων στη μείωση των εκπομπών κυρίως σε σταθμούς ορυκτών καυσίμων. Όπως επίσης, και ότι η μελέτη αφορούσε σταθμούς με αποκλειστική είσοδο το καύσιμο και αποκλειστική έξοδο την ηλεκτρική ενέργεια. Δεν έχει γίνει αξιολόγηση για σταθμούς με πολλές εισόδους και πολλές εξόδους π.χ. σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Σε επίπεδο πρόληψης, σχεδιασμού, ορθολογικής διαχείρισης και συστηματικής μελέτης πιθανών κινδύνων και επιπτώσεων πολιτικών, σχεδίων και προγραμμάτων σχετικών με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκπονείται ΣΠΕ για την εκάστοτε προτεινόμενη ενέργεια και συμβάλει στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Με την εκπόνηση ΣΠΕ στον ενεργειακό τομέα ασχολούνται αρκετές μελέτες (i.e. Finnveden G. et. al., 2003; Jay S., 2010), από τις οποίες αναδεικνύεται η εκτεταμένη χρήση στην περιοχή της Ευρωπαϊκής Ένωσης, κυρίως, αλλά και σε όλο τον κόσμο, όπου έχει νομοθετηθεί από το κράτος. Η ανάγκη της χρήσης της προέρχεται από το αυξανόμενο κατά τις τελευταίες δεκαετίες ενδιαφέρον για τα θέματα της μείωσης εκπομπών αερίων, της ποιότητας του αέρα και της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος.

Τα αντικείμενα με τα οποία ασχολούνται οι ΣΠΕ στα θέματα της ενέργειας αφορούν εθνικές ενεργειακές πολιτικές και στρατηγικές, διαχείριση ενεργειακών πόρων, συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, δικτύων μεταφοράς και διανομής, οδικούς χάρτες για την ενέργεια και κατευθυντήριες οδηγίες σε ενεργειακά θέματα.

Παράδειγμα ΣΠΕ για σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας θέτει περιβαλλοντικούς σκοπούς που σχετίζονται κυρίως με το φυσικό περιβάλλον, τη βιοποικιλότητα, το θόρυβο, τη χρήση γης, το κλίμα, κοινωνικούς σκοπούς που σχετίζονται με την ανάπτυξη, την ευημερία, την απασχολησιμότητα και την υγεία και οικονομικούς σκοπούς που περιλαμβάνουν θέματα υποστήριξης οικονομικής ανάπτυξης, ελεύθερου ανταγωνισμού και απελευθέρωσης της αγοράς (Jay S., 210). Ουσιαστικά, οι γενικοί σκοποί μιας ΣΠΕ είναι οι εθνικοί στόχοι που σχετίζονται με το περιβάλλον, ενώ στις

επιμέρους δράσεις της πολιτικής, του προγράμματος ή σχεδίου της ΣΠΕ υπάρχουν εσωτερικοί στόχοι και δράσεις που σχετίζονται με τον κάθε γενικό σκοπό της.

Αξιολόγηση στην μακροπρόθεσμη περιβαλλοντική επίδοση των ελληνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη επιχειρεί η μελέτη των ελλήνων ερευνητών κ. Καλδέλλη και κ. Καψάλη (Kaldellis J.K. and Kapsali M., 2014). Στη μελέτη αποτυπώνεται η σημασία του λιγνίτη ως καύσιμο σε σταθμούς που αντιπροσωπεύουν την κατά το ήμισυ και παραπάνω παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας και σε συνδυασμό με τη μεγάλη συμβολή στη μόλυνση του αέρα και την κλιματική αλλαγή των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, αποτελεί μία πηγή έρευνας για την μακροπρόθεσμη επιβάρυνση που προκαλεί η χρήση του στους σταθμούς.

Η περιβαλλοντική επίδοση των λιγνιτικών σταθμών εξετάστηκε ως προς τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα ($\text{CO}_2\text{-eq}$), οξειδίων του αζώτου (NO_x) (μονοξειδίου του αζώτου – NO και διοξειδίου του αζώτου – NO_2), διοξειδίου του θείου (SO_2) (που αντιπροσωπεύει το 99,5% των εκπομπών οξειδίων του θείου) και αιωρούμενων σωματιδίων (PM) για τα έτη 1995 έως 2011. Βασικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν τις σχετικές με το λιγνίτη εκπομπές είναι η χαμηλή θερμογόνος δύναμη του ελληνικού λιγνίτη, η περιεκτικότητα του σε τέφρα και σε θείο.

Τα αποτελέσματα της μελέτης δίνουν την κατά 35%, 35%, 10% και 5% συμβολή των σταθμών στις συνολικές εθνικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG), SO_2 , NO_x και PM αντίστοιχα. Όπως, παρατηρείται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη ευθύνεται για μεγάλο μέρος των συνολικών εκπομπών στις δύο πρώτες συνιστώσες της μελέτης, ενώ για τις άλλες δύο η συμβολή είναι μικρή, καθώς η μικρή θερμογόνος δύναμη περιορίζει τις εκπομπές NO_x , ενώ για τα αιωρούμενα σωματίδια άλλες πηγές θεωρούνται σημαντικότερες (π.χ. κλάδος μεταφορών, περιπτώσεις μεταφορών αιωρούμενων σωματιδίων από άλλες χώρες, οικιακή θέρμανση κ.ά.), ενώ η εξόρυξη του λιγνίτη παρουσιάζει για τα PM μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Αυτό που πρέπει να κρατήσει κανείς από τη μελέτη, πέρα από τα αποτελέσματα της, είναι ο τρόπος με τον οποίο εργάστηκαν οι μελετητές για την αποτύπωση της μακροπρόθεσμης επίδοσης των σταθμών. Αρχικά, συλλέχθηκαν στοιχεία που

αποτυπώθηκαν γραφικά σε μια χρονική εξέλιξη των εκπομπών για τις ανωτέρω ενώσεις εκπομπών για τα έτη 1995 έως 2011, μέσα από την οποία φαίνεται αν, πότε και που έχουν πραγματοποιηθεί δράσεις για τη μείωσή τους. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο ειδικός συντελεστής εκπομπής για κάθε εκπεμπόμενο ρύπο και αέρια του θερμοκηπίου ανά σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε είναι: $e_{x_j} = \frac{(m_x)_j}{E_j}$, όπου m_x είναι οι ετήσιες εκπομπές κάθε εκπεμπόμενου ρύπου ή αερίων του θερμοκηπίου x (σε αυτή την περίπτωση CO_{2-eq} , SO_2 , NO_x ή PM) από το σταθμό j που εκφράζονται σε kg και E_j είναι η ετήσια καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του σταθμού j (ακαθάριστη ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μείον τις ανάγκες ιδιοκατανάλωσης των υποστηρικτικών υπηρεσιών των σταθμών) και εκφράζεται σε MWh_e). Μετά τον υπολογισμό για όλα τα έτη (1995-2011) αποτυπώνονται οι χρονοσειρές των συντελεστών σε γραφήματα. Επιπλέον, υπολογίζεται και η μέση τιμή των συντελεστών για τα έτη 2005-2011, όπου χρησιμοποιείται ο μαθηματικός τύπος $\bar{e}_{x_j} = \frac{\sum(m_{x_j})_i}{\sum(E_j)_i}$, όπου i αναπαριστά την τιμή του συντελεστή για κάθε σταθμό για κάθε έτος από τα έτη 2005 έως 2011.

Τέλος, ένας ακόμη δείκτης μέτρησης και αξιολόγησης της περιβαλλοντικής επίδοσης των σταθμών είναι η μέση τιμή για κάθε εκπεμπόμενο ρύπο και αερίων του θερμοκηπίου για κάθε έτος από το σύνολο των ελληνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο μαθηματικός τύπος από τον οποίο υπολογίστηκε είναι:

$$\bar{e}_{x_i} = \frac{\sum_{j=1}^{j=6}(m_{x_i})_j}{\sum_{j=1}^{j=6}(E_i)_j}$$

Για την ολοκλήρωση της αξιολόγησης προστίθεται μία ποιοτική συνιστώσα που αφορά στη στάθμιση των αποτελεσμάτων. Οι συντελεστές στάθμισης θα μπορούσαν να προκύψουν από εθνικούς στόχους, από τη σημασία των διαφορετικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, από πολιτικές και πρόστιμα για μη συμμόρφωση με στόχους ή πρότυπα εκπομπών. Οι μελετητές χρησιμοποιούν τις τιμές των πέναλτι του συστήματος εμπορίας ρύπων που ισχύει στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίπτωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου, ενώ για τις περιπτώσεις των εκπεμπόμενων ρύπων οι τιμές προκύπτουν από πέναλτι που χρησιμοποιούνται εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης. Έτσι, προκύπτει ο τελικός βαθμός αξιολόγησης κάθε σταθμού από τον τύπο $V_j =$

$(e_{CO_2} \cdot w_{CO_2})_j + (e_{SO_2} \cdot w_{SO_2})_j + (e_{NO_x} \cdot w_{NO_x})_j + (e_{PM} \cdot w_{PM})_j$, με w_x τους συντελεστές στάθμισης για κάθε συνιστώσα x των εξεταζόμενων εκπομπών, όπως προκύπτουν από τα πέναλτι και e_x τις υπερβάλλουσες ποσότητες από τις επιτρεπόμενες από τη νομοθεσία εκπεμπόμενων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου.

Τα μέτρα που διακρίνονται από τη μελέτη ότι συνέβαλαν στη μείωση των εκπομπών ήταν το σύστημα αποθείωσης σε σταθμούς που το υιοθέτησαν με αποτέλεσμα τη δραματική μείωση των εκπομπών που σχετίζονται με οξείδια του θείου και τα συστήματα ηλεκτροστατικών φίλτρων για τα αιωρούμενα σωματίδια.

Από όλες τις ανωτέρω περιπτώσεις και άλλες πολλές, που λόγω του μεγάλου εύρους εφαρμογής των μεθοδολογιών αξιολόγησης περιβαλλοντικών κινδύνων και επιπτώσεων κρίθηκε σκόπιμο να μην αναπτυχθούν, αλλά έχουν συνυπολογιστεί στις προηγούμενες ενότητες και στην ανάπτυξη των επόμενων, προκύπτει ότι το αντικείμενο αυτό αντιμετωπίζεται από διαφορετικές οπτικές γωνίες κάθε φορά ανάλογα με τη μεθοδολογία που θα χρησιμοποιήσει ο ερευνητής και ότι υπάρχουν πολλές δυνατότητες συνδυασμού τους σε έργα ή δραστηριότητες, γενικά, αλλά και στο κομμάτι της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ειδικότερα.

Κάτι ανάλογο θα επιχειρηθεί, λοιπόν, και στις επόμενες ενότητες, ένας συνδυασμός μεθοδολογιών που στοχεύει στην εκμετάλλευση των συλλεχθέντων στοιχείων από τη λειτουργία μιας εγκατάστασης, ώστε να εντοπιστούν πιθανοί κίνδυνοι, με σκοπό την πρόληψη της εμφάνισής τους, τη διαχείριση της εκδήλωσής τους και τον περιορισμό των επιπτώσεών τους.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Achour M.H., Haroun A.E., Schult C.J., Gasem K.A.M., 2005, “A new method to assess the environmental risk of a chemical process”, *Chemical Engineering and Processing*, Vol. 44, pp. 901 – 909.

Bhagavathi Ana Labs Pvt Ltd (a Bureau Veritas Group Company), *Environmental Impact Assessment (EIA) and Risk Assessment (RA) Studies for Proposed Heat Traced Pipeline Project of Kochi Refinery from NTB/STB to Refinery at Ambalamughal, Ernakulam District, Kerala.*

Cherubini G., Bargigli S., Ulgiati S., 2008, “Life cycle assessment of urban waste management: Energy performances and environmental impacts. The case of Rome, Italy”, *Waste Management*, Vol. 28, pp. 2552-2564.

European Commission (EC) - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, 2010, *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, 1st edition, March 2010, EUR 24708 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Feili R. H., Akar N., Lotfizadeh H., Bairampour M., Nasiri S., 2013, “Risk analysis of geothermal power plants using Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) technique”, *Energy Conversion and Management*, Vol. 72, pp. 69–76.

Finnveden G., Nilsson M., Johansson J., Persson Å., Moberg Å., Carlsson T., 2003 , “Strategic environmental assessment methodologies - applications within the energy sector”, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 23, pp. 91 – 123.

- Flemström K., Carlson R., Erixon M., 2004, *Relationships between Life Cycle Assessment and Risk Assessment - Potentials and Obstacles*, Industrial Environmental Informatics (IMI), Chalmers University of Technology, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Graedel T.E. and Allenby B.R., 2010, *Industrial Ecology and Sustainable Engineering*, Pearson Education Inc., USA.
- Hope B.K., 2006 “An examination of ecological risk assessment and management practices”, *Environment International*, Vol. 32, pp. 983–995.
- Jay S., 2010, “Strategic environmental assessment for energy production”, *Energy Policy*, Vol. 38, pp. 3489–3497.
- Kaldellis J.K., Kapsali M., 2014, “Evaluation of the long-term environmental performance of Greek lignite-fired power stations”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 31, pp. 472-485.
- Kibria G., 2012, *ERA Model for toxicants – pesticides, herbicides and trace metals*, G-MW, Australia.
- Lee N. and Walsh F., 1992, “Strategic environmental assessment: an overview”, *Project Appraisal*, Vol. 7 (3), pp. 126-136.
- Liu H.-C, Liu L., Liu N., 2013, “Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 40, pp. 828-838.
- Mund J.-P., 2011, *2nd Section: Definition of Environmental Risks and Natural Hazards*, International Master Course on Land Management and Land Tenure Environmental Risk Management, Eberswalde University for Sustainable Development University of Applied Sciences.
- Pascale A., Urmee T., Moore A., 2011, “Life cycle assessment of a community hydroelectric power system in rural Thailand”, *Renewable Energy*, Vol. 36, pp. 2799-2808.

- Smith K., 2013, *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster*, 6th ed., Routledge, Abingdon, Oxon.
- Sonnemann G., Castells F Schuhmacher M., 2003, *Integrated Life-Cycle and Risk Assessment for Industrial Processes*, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, US.
- Tchankova L., 2002, "Risk identification – basic stage in risk management", *Environmental Management and Health*, Vol. 13 (3), pp. 290 – 297.
- Teng S.-H. (Gary), Ho S.-Y. (Michael), 1996, "Failure mode and effects analysis", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 13 (5), pp. 8-26.
- Turconi R., Boldrin A., Astrup T., 2013, "Life cycle assessment (LCA) of electricity generation technologies: Overview, comparability and limitations", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 28, pp. 555-565.
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2005, *Life Cycle Approaches - The road from analysis to practice*, UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, France.
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2004, *Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment: Towards an Integrated Approach*, Geneva.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1992, *Framework for Ecological Risk Assessment*, Risk Assessment Forum, Washington, DC.
- Wessberg N., Molarius R., Seppälä J., Koskela S., Pennanen J., 2008, "Environmental risk analysis for accidental emissions", *Journal of Chemical Health & Safety*, January/February, pp. 24-31.
- White L. and Noble B.F., 2013, "Strategic environmental assessment for sustainability: A review of a decade of academic research", *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 42, pp. 60-66.

Webber J., 1990, “FMEA: Quality Assurance Methodology”, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 90 (7), pp. 21 – 23.

Whyte A.V and Burton I., 1980, *Scope 15 - Environmental Risk Assessment*, International Council of Scientific Unions, Scientific Committee on Problems of the Environment, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto.

Židonienė S. and Kruopienė J., 2015, “Life Cycle Assessment in environmental impact assessments of industrial projects: towards the improvement”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 106, pp. 533-540.

Γκάργκουλας, Ν., 2002, *Ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης στη βιομηχανία (IPPC)*, ΤΕΕ, Αθήνα.

ΚΥΑ 12044/613/19.03.2007 «Καθορισμός μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες, λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/105/ΕΚ “για τροποποίηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζομένων με επικίνδυνες ουσίες” του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2003. Αντικατάσταση της υπ’ αριθμ. 5697/590/2000 κοινής υπουργικής απόφασης (Β’ 405/29.3.2000).», Εφημερίδα της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τ. 376 Β’, σελ. 8371-8390.

ΚΥΑ ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ.107017/28.8.2006 «Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001», Εφημερίδα της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τ. 1225 Β’ (5.9.2006), σελ.16449-16456.

Ν. 4014/21.09.2011 «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και

άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος», Εφημερίδα της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τ. 209 Α΄, σελ. 6215-6249.

Οδηγία 2003/105/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2003 «για τροποποίηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες», Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αριθ. L 345/31-12-2003, σελ. 97-105.

Οδηγία 2001/42/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001 «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων», Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, αριθ. L 197/21.7.2001, σελ. 30-37.

Οδηγία 97/11/ΕΚ του Συμβουλίου της 3ης Μαρτίου 1997 περί τροποποίησης της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ «για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον», Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, αριθ. L 73/14-03-1997, σελ. 5-15.

Οδηγία 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996 «σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης», Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, αριθ. L 257/10-10-1996, σελ. 26 – 40.

ΥΑ 1958/13.01.2012 «Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το Άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.09.2011 (Φ.Ε.Κ. Α΄209/2011)», Εφημερίδα της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τ. 21 Β΄, σελ. 213-276.

Ηλεκτρονικές Πηγές

American Society for Quality (ASQ), Available at: www.asq.org

BusinessDictionary, Available at:

<http://www.businessdictionary.com/definition/environmental-risk.html>, Retrieved Oct. 02, 2015

EcologyDictionary, Available at: http://www.ecologydictionary.org/Environmental-Engineering-Dictionary/S/21/P/12/Environmental_Risk, Retrieved Oct. 02, 2015

Environmental Compliance Services, Inc. (ECS), Available at:

<http://www.ecsconsult.com/blog/understanding-the-business-environmental-risk>, Retrieved Oct. 02, 2015

InvestorWords, Available at:

http://www.investorwords.com/19285/environmental_risk.html, Retrieved Oct. 02, 2015

Nasdaq, Available at: <http://www.nasdaq.com/investing/glossary/e/environmental-risk>, Retrieved Oct. 02, 2015

Partner Engineering and Science Inc., Available at:

<http://www.partneresi.com/resources/business-environmental-risk.php>, Retrieved Oct. 02, 2015

Questia, Available at: <https://www.questia.com/magazine/1G1-15991675/toward-a-definition-of-environmental-risk-management>, Retrieved Oct. 02, 2015

The the CFD Trading Centre, Available at:

http://www.thecfdcentre.com/glossary/economics_and_institutions/environmental_risk, Retrieved Oct. 02, 2015

The Law Dictionary, Available at: <http://thelawdictionary.org/environmental-risk/>,
Retrieved 02 Oct., 2015

Wikipedia, Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Hazard_\(risk\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Hazard_(risk)), Retrieved Oct. 02,
2015

Wikipedia, Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Risk>, Retrieved Oct. 02, 2015

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Διαθέσιμο: www.ypeka.gr

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας, η οποία θα ακολουθηθεί από την εργασία, και η χρήση της στην παρουσίαση και ανάλυση των δεδομένων της μελέτης περίπτωσης αποτυπώνεται στο παρόν κεφάλαιο.

Το πρώτο στάδιο, που προέρχεται από τις μεθοδολογίες των ΜΠΕ και ΣΜΠΕ, αφορά στην αποτύπωση του φυσικού και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται η μελέτη περίπτωσης. Στόχος της φάσης αυτή είναι να παρουσιαστεί το περιβάλλον, που ενδέχεται να επηρεάζεται άμεσα από τη δραστηριότητα που πραγματοποιείται, και τα φυσικά στοιχεία και φαινόμενα που επικρατούν στην περιοχή και επιδρούν στη διαμόρφωση αυτού του περιβάλλοντος. Αυτά ενισχύουν ή περιορίζουν τις επιπτώσεις από τη δραστηριότητα.

Στη συνέχεια, σειρά έχει η παρουσίαση της μελέτης περίπτωσης. Συγκεκριμένα, περιγράφεται η υπό μελέτη εγκατάσταση, αποτυπώνοντας τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την εύρυθμη λειτουργία της και περιγράφεται η παραγωγική διαδικασία που λαμβάνει χώρα. Βοηθητικό στοιχείο και από τα πιο σημαντικά αποτελεί η χαρτογράφηση των διεργασιών που συνθέτουν την εκάστοτε παραγωγική διαδικασία, καθώς παριστάνεται γραφικά η ροή που ακολουθεί η ενέργεια και οι πρώτες ύλες προκειμένου να παραχθεί το εξαγωγίμο προϊόν και φαίνονται τα σημεία στα οποία μπορεί να ελλοχεύουν κίνδυνοι για τη λειτουργία, αλλά και γιατί δίνεται η δυνατότητα στον αναγνώστη – είτε αυτός είναι εμπλεκόμενο μέρος στη λειτουργία ή διοίκηση της δραστηριότητας, είτε ερευνητής είτε απλός αναγνώστης - να καταλάβει εύκολα πως πραγματοποιείται η επιχειρηματική αυτή δραστηριότητα.

Η τρίτη φάση αφορά στα δεδομένα – στοιχεία από τη λειτουργία της εγκατάστασης. Αρχικά, γίνεται η παρουσίαση των δεδομένων που υπάρχουν και που καταγράφει το προσωπικό της εγκατάστασης, στη συνέχεια δημιουργούνται κάποια διαγράμματα συνολικής απεικόνισης των δεδομένων, όπως για παράδειγμα χρονοσειρές δεδομένων για καλύτερη και γρηγορότερη κατανόηση της επί σειρά ετών λειτουργίας, και τέλος, πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση των δεδομένων προκειμένου να δει κανείς πως συμπεριφέρεται το σύνολο των δεδομένων – ο πληθυσμός – και να εκτιμήσει αν μπορεί

να χρησιμοποιήσει τα στατιστικά μεγέθη που προκύπτουν ως αντιπροσωπευτικό στοιχείο για το σύνολο των δεδομένων.

Αφού προηγηθούν τα ανωτέρω βήματα, ακολουθεί η σειρά της εκτίμησης των περιβαλλοντικών κινδύνων και επιπτώσεων από την παραγωγική διαδικασία της μελέτης περίπτωσης. Βάσει της βιβλιογραφικής επισκόπησης που πραγματοποιήθηκε στο κεφάλαιο 2, δύο εργαλεία που αξιολογούν κάποια κρίσιμα σημεία της δραστηριότητας προκειμένου να εξάγουν αποτελέσματα κινδύνου και επιπτώσεων είναι το εργαλείο ποιότητας FMEA και η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (AKZ).

Αυτές οι δύο μέθοδοι θα χρησιμοποιηθούν στο κομμάτι της εκτίμησης κινδύνων και επιπτώσεων, αναγνωρίζοντας με το FMEA τους κινδύνους που μπορεί να εμφανιστούν από τη λειτουργία της δραστηριότητας, και με την AKZ τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν προκειμένου να παραχθεί μία ποσότητα – λειτουργική μονάδα προϊόντος.

Στο τελευταίο στάδιο και κεφάλαιο της εργασίας θα καταγραφούν τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανωτέρω ανάλυση και θα παρουσιαστούν προτάσεις διαχείρισης του περιβαλλοντικού κινδύνου της παρουσιαζόμενης μελέτης περίπτωσης, υιοθετώντας επομένως στην τελευταία φάση το στάδιο των ΜΠΕ και ΣΜΠΕ αυτής των εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης της περιβαλλοντικής επίπτωσης που ενδέχεται να προκύπτει.

Συνοψίζοντας τα βήματα της μεθοδολογίας:

1. Αποτύπωση φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, άμεσα επηρεαζόμενου από τη μελέτη περίπτωσης
2. Παρουσίαση μελέτης περίπτωσης
3. Αποτύπωση δεδομένων-στοιχείων μελέτης περίπτωσης
 - Παρουσίαση δεδομένων
 - Χρήση διαγραμμάτων
 - Στατιστική ανάλυση
4. Ανάλυση δεδομένων – Εκτίμηση περιβαλλοντικού κινδύνου και περιβαλλοντικών επιπτώσεων

- Χρήση μεθοδολογίας FMEA για την εκτίμηση του περιβαλλοντικού κινδύνου της δραστηριότητας
 - Χρήση μεθοδολογίας AKZ (LCA) για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη δραστηριότητα
5. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και συμπεράσματα
6. Προτάσεις διαχείρισης περιβαλλοντικού κινδύνου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ



Εικόνα 3. Μακέτα Μονάδας IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β



Εικόνα 4. Μονάδα IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β

Στη μελέτη περίπτωσης της παρούσας διπλωματικής θα περιγραφεί, θα αναλυθεί και θα αξιολογηθεί ως προς την επιλεγμένη μεθοδολογία εκτίμησης και αξιολόγησης περιβαλλοντικού κινδύνου ο Ατμοηλεκτρικός Σταθμός (ΑΗΣ) Β΄ της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) στην περιοχή της Μεγαλόπολης στο νομό Αρκαδίας και συγκεκριμένα η Μονάδα IV.

Η επιλογή ενός ενεργειακού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έγινε λόγω του αντικειμένου των προπτυχιακών σπουδών της ερευνήτριας και του περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση λιγνίτη ως καυσίμου του εν λόγω σταθμού.

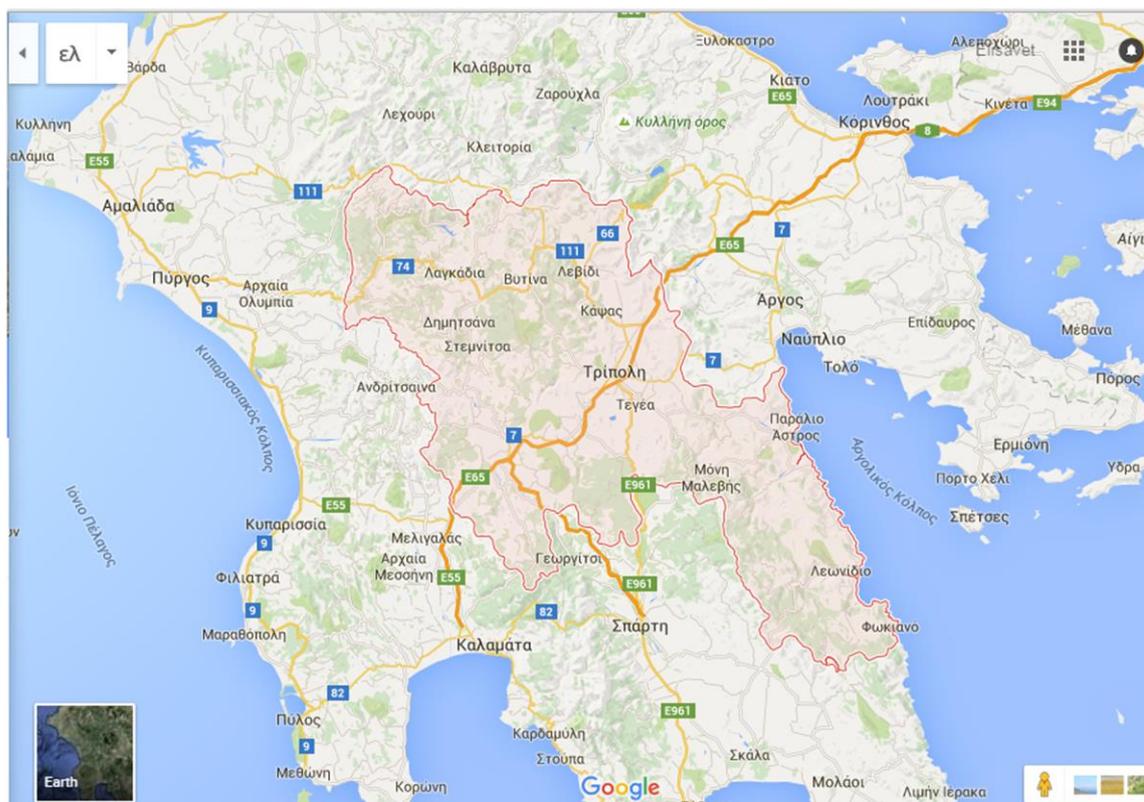
Τα βασικά στοιχεία για την περιγραφή του σταθμού αντλήθηκαν από τη ΔΕΗ και συγκεκριμένα, τη Διεύθυνση Περιβάλλοντος Παραγωγής (ΔΠΠ), και τη Διεύθυνση Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης (ΔΠΑ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), ενώ χρησιμοποιήθηκαν και στοιχεία από πηγές, όπου θα αναφέρονται στο εκάστοτε σημείο χρήσης τους.

4.1 Περιγραφή τοποθεσίας και αποτύπωση φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος στην περιοχή του σταθμού

Η Μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ είναι εγκατεστημένη 7 χιλιόμετρα δυτικά της πόλης της Μεγαλόπολης στο νομό Αρκαδίας. Ο νομός Αρκαδίας, με έκταση 4.419km² και πρωτεύουσα την Τρίπολη, βρίσκεται στο κέντρο της Πελοποννήσου, γεωγραφικά, και συνορεύει με όλους τους νομούς της Πελοποννήσου (Ν. Μεσσηνίας στα ΝΔ, Ν. Λακωνίας στα ΝΑ, Ν. Ηλείας στα Δ, Αχαΐας στα ΒΔ, Κορινθίας στα ΒΑ και Αργολίδας στα Α).

Η φυσιογραφική έκταση του νομού κατανέμεται σε πεδινή 8,82%, ημιορεινή 28,62% και ορεινή 62,56%. Οι οικονομικές δραστηριότητες του νομού εντάσσονται και στους τρεις τομείς της οικονομίας, πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή, όπου στο δεύτερο ανήκουν και τα μεγάλα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ από λιγνίτη στην περιοχή της Μεγαλόπολης, καθώς και το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο της

ΔΕΗ στον ποταμό Λάδωνα, αλλά και εγκαταστάσεις ΑΠΕ από αιολική και ηλιακή ενέργεια.



Εικόνα 5. Νομός Αρκαδίας - Χάρτης Πελοποννήσου

(Πηγή: Google Maps)

Η Μεγαλόπολη είναι χτισμένη στο ομώνυμο οροπέδιο σε υψόμετρο 430 μέτρων, κοντά στη θέση της αρχαίας πόλης, απέχει από την Τρίπολη 40 km, ανήκει αυτοδιοικητικά στην Περιφέρεια Πελοποννήσου και είναι ένας από τους πέντε συνολικά δήμους της Περιφερειακής Ενότητας Αρκαδίας με 11.687 κατοίκους σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ.

Στην περιοχή βρίσκονται μεγάλα αποθέματα λιγνίτη, τα μεγαλύτερα στην Ελλάδα μετά της Πτολεμαΐδας και έτσι τη δεκαετία του 1960 η ΔΕΗ ξεκίνησε την εξόρυξη του λιγνίτη της περιοχής και κατασκευάστηκαν οι μονάδες I, II, III και IV έκτοτε των μεγάλων θερμοηλεκτρικών σταθμών Α' (μονάδες I, II, III) και Β' (μονάδα IV) με καύσιμο το λιγνίτη, ενώ από τον Ιανουάριο του 2016 λειτουργεί υπό δοκιμαστική λειτουργία η μονάδα V του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' με καύσιμο φυσικό αέριο. Οι μονάδες, οι οποίες λειτουργούν σήμερα είναι οι III, IV και V. Οι δύο πρώτες (I και II)

έχουν σταματήσει τη λειτουργία τους λόγω αδυναμίας συμμόρφωσης με την εθνική και ευρωπαϊκή περιβαλλοντική νομοθεσία.

4.1.1 Φυσικό Περιβάλλον

Ο νομός Αρκαδίας διαρρέεται από τους ποταμούς Πηνειό, Αλφειό, Λάδωνα, Ευρώτα. Ο Αλφειός αποτελεί τον κυριότερο ποταμό της περιοχής, με μήκος 110 km και έκταση συνολικής λεκάνης απορροής 3.600 km², ο οποίος διέρχεται μέσα από την περιοχή των δραστηριοτήτων της ΔΕΗ με κατεύθυνση ροής από ΝοτιοΑνατολικά προς ΒορειοΔυτικά και διαπερνώντας το νομό Ηλείας εκβάλλει στο Ιόνιο Πέλαγος.

Στην κοιλάδα του Αλφειού στη δυτική πλευρά της λεκάνης εκτείνονται περισσότερο γόνιμες εκτάσεις. Στο υπόλοιπο μέρος της λεκάνης το έδαφος κρίνεται μέτριας γονιμότητας. Τα εδάφη της περιοχής χαρακτηρίζονται ως πηλοαμμώδη, ελαφρώς όξινα, φτωχά σε ανθρακικό ασβέστιο και σε οργανική ουσία.



Εικόνα 6. Γεωγραφική Θέση των Ατμοηλεκτρικών σταθμών της ΔΕΗ Α.Ε. στη Μεγαλόπολη και η ροή του Αλφειού Ποταμού

(Πηγή: Google Maps)

Η περιοχή του ν. Αρκαδίας παρουσιάζει την τυπική βλάστηση, καθώς παρά τις πολλές βροχοπτώσεις που δέχεται, κατά τη χειμερινή περίοδο επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, οι οποίες δεν διευκολύνουν την ανάπτυξή της. Τέλος, οι κατολισθήσεις

και οι πυρκαγιές της τελευταίας δεκαετίας έχουν συμβάλει στην αλλαγή του εδάφους και της δασικής βλάστησης.

Η δασική κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει η Μεγαλόπολη χαρακτηρίζεται ως θερμότερη ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων, δηλαδή η ζώνη αυτή συμπεριλαμβάνει δάση πλατυφύλλου δρυός (*Quercus conferta*), απόδισκου δρυός (*Quercus petraea*), ποδισκοφόρου δρυός (*Quercus pedunculata*), τσέρου (*Quercus cerris*) ή καστανιάς (*Castanea sativa*). Η αντιστοιχία με ταξινόμηση της δασικής βλάστησης της Ελλάδας κατά Ντάφη (1973) είναι *Quercion confertae*. (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2011)

4.1.1.1 Κλιματολογικά δεδομένα

Οι κλιματολογικές συνθήκες καθορίζουν σε μια περιοχή το φυσικό τοπίο και τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε αυτό. Το κλίμα της Μεγαλόπολης και της Αρκαδίας χαρακτηρίζεται ως ορεινό εύκρατο κλίμα με ξηρό θέρος, καθώς το μεγαλύτερο μέρος του νομού είναι ορεινό και λίγες περιοχές βρέχονται από θάλασσα. Γι' αυτό, στην περιοχή σημειώνονται σχετικά μεγάλες εποχιακές και ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, ενώ παρατηρούνται υψηλά ποσοστά σχετικής υγρασίας.

Κατά τη διάρκεια του έτους, οι χειμερινοί μήνες χαρακτηρίζονται από αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες με παγετούς, αλλά και πολλές βροχοπτώσεις, ενώ το καλοκαίρι η θερμοκρασία ανεβαίνει σε υψηλά επίπεδα.

4.1.1.2 Θερμοκρασιακά δεδομένα

Στη γεωγραφική περιοχή που εξετάζεται υπάρχουν μετεωρολογικοί σταθμοί της ΔΕΗ, της ΕΜΥ και του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Το υψόμετρο του μετεωρολογικού σταθμού για την έρευνα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στην περιοχή της Μεγαλόπολης από τον οποίο προέκυψαν οι ακόλουθες μετρήσεις είναι 435m, το γεωγραφικό του πλάτος είναι 37,40° και το μήκος 22,13°, ενώ η απόστασή του από την

πλησιέστερη θαλάσσια ακτή είναι 41 km. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προκύπτει ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι ίση με 14,3°C, ενώ η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα είναι 6,4°C και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα είναι 2,1°C. Επίσης, η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι 22,7°C, ενώ η μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι 31,1°C και η μέση θερμοκρασία του τετραμήνου Μαΐου – Αυγούστου ίση με 20,4°C. Ο αριθμός των μηνών με μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη από 10°C είναι 8, ενώ ο αριθμός των μηνών με μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη από 20°C είναι 3. (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2011)

Επίσης, από τα στοιχεία για την περίοδο 1995-2005 του μετεωρολογικού σταθμού της ΔΕΗ στην περιοχή που χρησιμοποιούνται στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την κατασκευή και λειτουργία της Μονάδας V προκύπτει ότι η ελάχιστη θερμοκρασία που έχει καταγραφεί την περίοδο 1995-2005 είναι -11,9°C (Φεβρουάριος) και η μέγιστη 41,1°C (Ιούλιος).

4.1.1.3 Σχετική Υγρασία

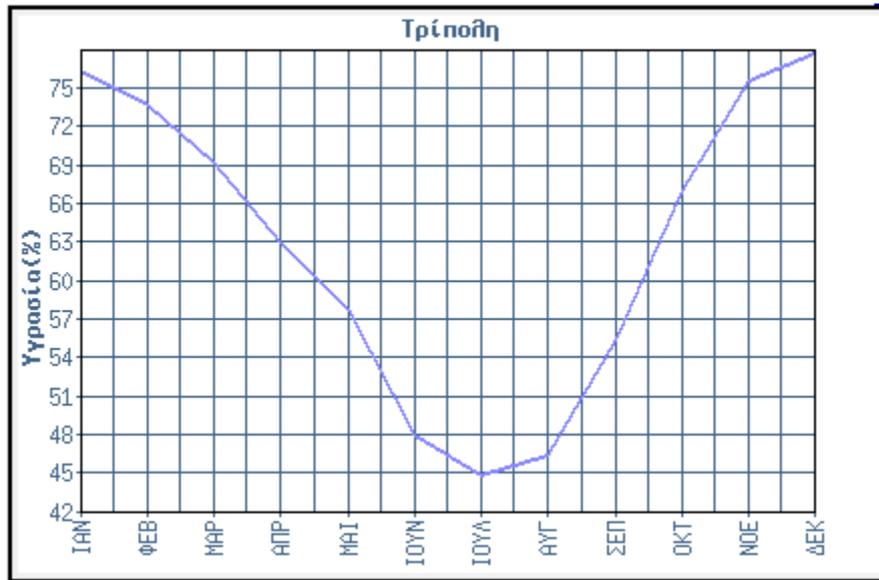
Η υγρασία αποτελεί ένα κρίσιμο μέγεθος μέτρησης μετεωρολογικών δεδομένων, καθώς συνδέεται με το καθημερινό βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων, αλλά και με το γεγονός ότι αν στην περιοχή επικρατούν συνθήκες ατμοσφαιρικής ρύπανσης η υγρασία εντείνει το φαινόμενο. Η περιοχή της Μεγαλόπολης χαρακτηρίζεται από υψηλή σχετική υγρασία, της οποίας η μέση μηνιαία τιμή κυμαίνεται από 56% τους καλοκαιρινούς μήνες έως και 85% τους χειμερινούς (ΜΠΕ νέας μονάδας V ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β', 2009).

Η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) για την περιοχή της Τρίπολης δίνει τα ακόλουθα στοιχεία για τη μέση μηνιαία υγρασία σε ποσοστό σε ετήσια βάση.

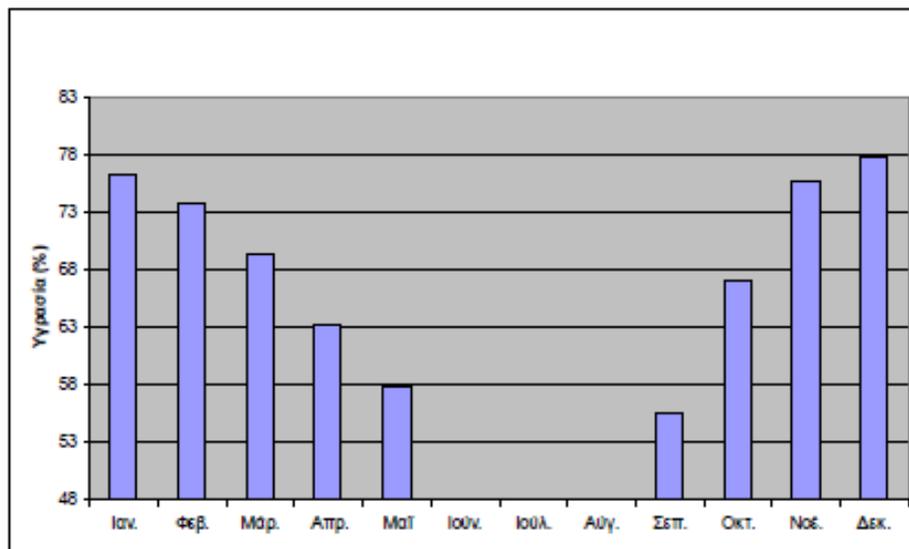
Πίνακας 2. Μέση μηνιαία σχετική υγρασία [%]

(Πηγή: ΕΜΥ)

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Τρίπολη	76.3	73.8	69.3	63.1	57.7	48.0	44.9	46.4	55.5	67.1	75.6	77.8



Διάγραμμα 1. Διάγραμμα κατανομής μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας στο μετεωρολογικό σταθμό Τρίπολης
(Πηγή: ΕΜΥ)



Διάγραμμα 2. Κατανομή μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας
(Πηγή: ΕΜΥ – ΜΠΕ Αγωγού Φυσικού Αερίου, 2010)

4.1.1.4 Ανεμολογικά δεδομένα

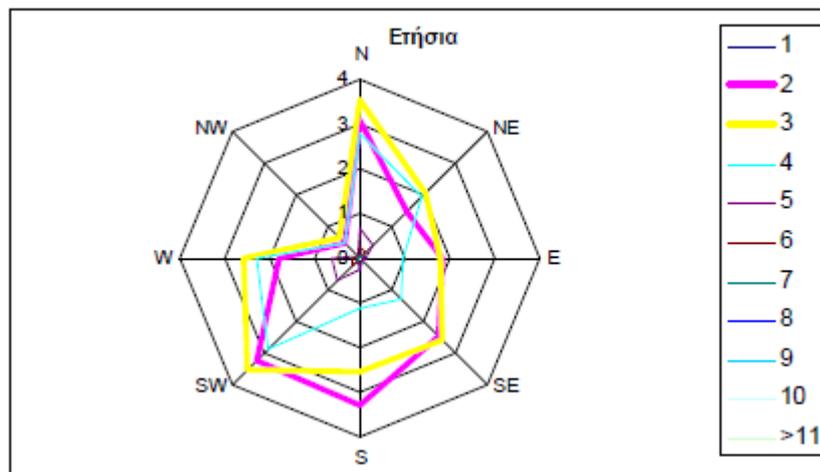
Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι κυρίως βορειοδυτικοί με ταχύτητα μεταξύ 0,4 m/s έως 10 m/s με εμφάνιση κυρίως τους εαρινούς και καλοκαιρινούς μήνες, ενώ το χειμώνα επικρατούν ανατολικοί και νοτιοανατολικοί άνεμοι. Η μέση μηνιαία ταχύτητα

του ανέμου στην περιοχή της Μεγαλόπολης κυμαίνεται από 1,2 m/s έως 1.9m/s βάσει του σταθμού της ΔΕΗ στον ΑΗΣ για την περίοδο 1995-2005, ωστόσο από την ΕΜΥ προκύπτουν ο πίνακας με τα στοιχεία της μέσης ταχύτητας ανέμου και η κατεύθυνση του σύμφωνα με το ακόλουθο σχετικό ροδόγραμμα για το σταθμό της Τρίπολης. Τέλος, η εικόνα 7 δείχνει χρωματικά την κατανομή της αιολικής έντασης στην Ελλάδα, όπου μπορεί κανείς να δει και τις ταχύτητες των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή της Αρκαδίας.

Πίνακας 3. Κατευθύνσεις και εντάσεις (Beaufort) ανέμων στο μετεωρολογικό σταθμό Τρίπολης

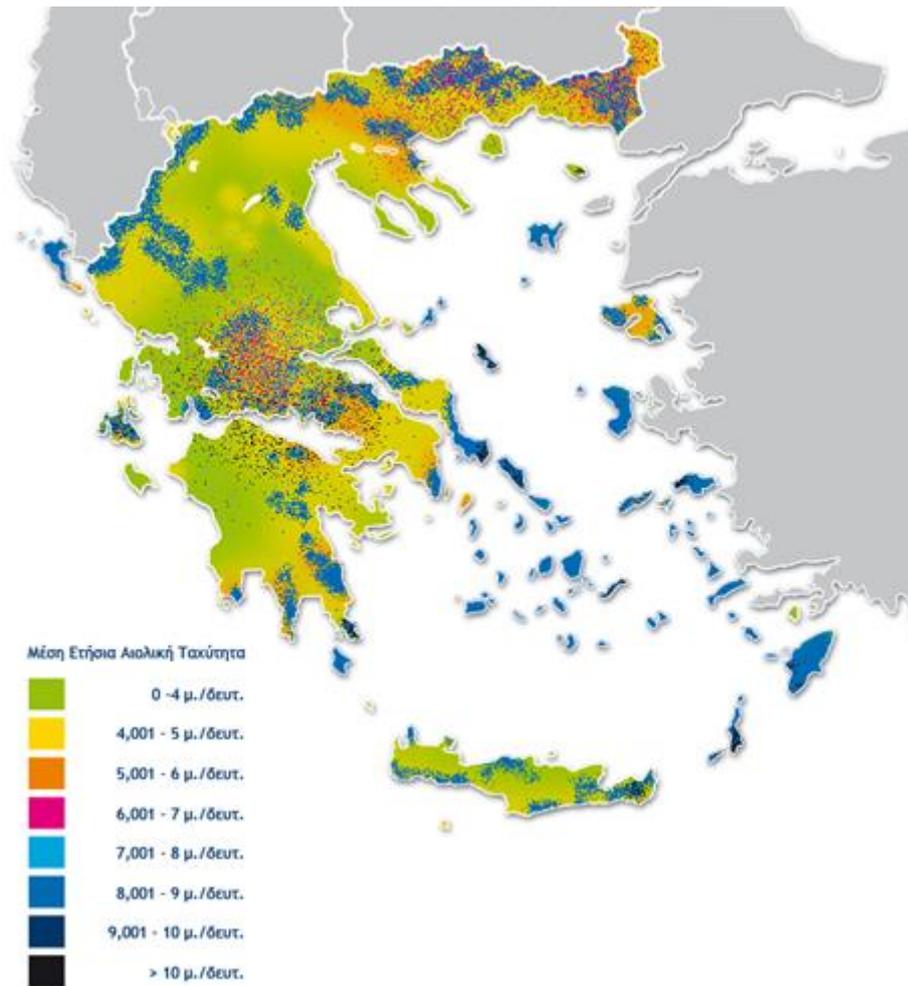
(Πηγή: ΕΜΥ – ΜΠΕ Αγωγού Φυσικού Αερίου, 2010)

BEAUFORT	M/SEC	B	BA	A	NA	N	NA	Δ	BA	ΗΡΕΜΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
0	0-0.2									44,375	44,375
1	0.3-1.5	0,208	0,044	0,175	0,022	0,298	0,044	0,099	0,011		0,899
2	1.6-3.3	3,1	1,501	1,829	2,443	3,275	3,264	1,786	0,449		17,647
3	3.4-5.4	3,538	2,07	1,786	2,574	2,53	3,549	2,574	0,624		19,245
4	5.5-7.9	2,782	1,95	0,942	1,304	1,128	2,903	2,311	0,482		13,802
5	8.0-10.7	0,668	0,405	0,11	0,077	0,23	0,701	0,624	0,077		2,892
6	10.8-13.8	0,23	0,164	0,011	0,011	0,033	0,219	0,186	0,033		0,887
7	13.9-17.1	0,033	0,033	0,011	0	0,011	0,033	0,033	0,011		0,165
8	17.2-20.7	0,011	0,011	0	0	0,011	0,011	0,011	0,011		0,068
9	20.8-24.4	0,011	0,011	0	0	0	0	0	0		0,022
10	24.5-28.4	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>11	> 28.5	0	0	0	0	0	0	0	0		0
ΣΥΝΟΛΟ		10,581	6,189	4,864	6,431	7,514	10,724	7,624	1,698	44,375	100



Διάγραμμα 3. Ροδόγραμμα Ανέμου (% συχνότητα εμφάνισης) (ένταση ανέμου σε κλίμακα Beaufort) στο μετεωρολογικό σταθμό Τρίπολης

(Πηγή: ΕΜΥ – ΜΠΕ Αγωγού Φυσικού Αερίου, 2010)



Εικόνα 7. Χρωματική Κατανομή αιολικής έντασης στην Ελλάδα

(Πηγή: ΚΑΠΕ)

4.1.1.5 Ηλιοφάνεια

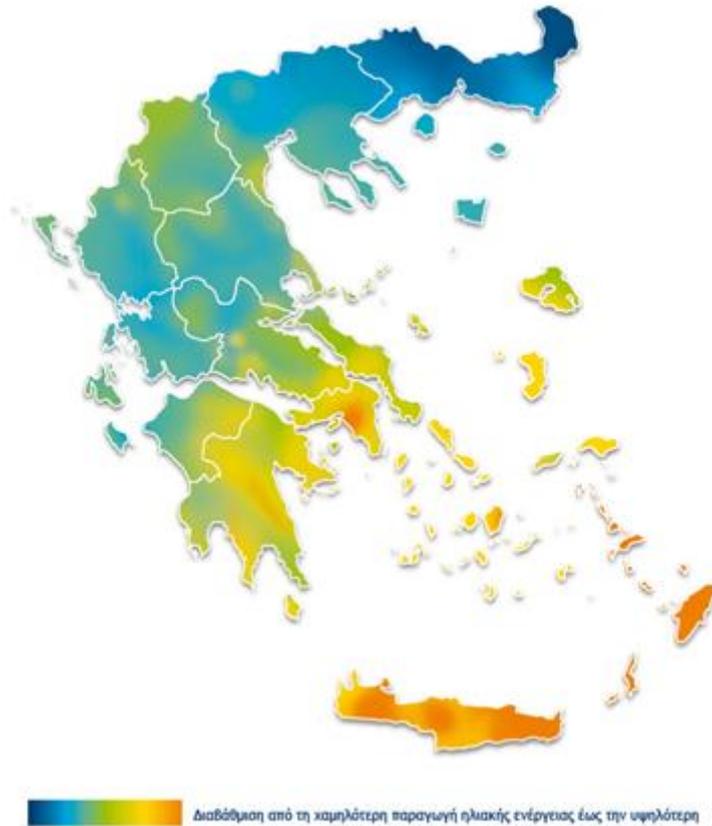
Η ηλιοφάνεια που επικρατεί στην περιοχή σχετίζεται με την ευημερία των πολιτών, την ανάπτυξη του φυσικού περιβάλλοντος και την αντίδραση με φωτοχημικούς ρύπους στην ατμόσφαιρα. Από το μετεωρολογικό σταθμό στην Τρίπολη προκύπτει η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο σε ετήσια βάση σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα. (ΤΕΕ, 2012)

Πίνακας 4. Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/m².mo]

(Πηγή: ΤΕΕ, 2012)

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Τρίπολη	25.8	32.5	50.8	65.7	81.6	85.3	85.0	73.7	55.8	40.6	27.0	22.7

Στον ακόλουθο χάρτη φαίνεται και χρωματικά η ηλιακή ένταση που επικρατεί στην περιοχή του νομού Αρκαδίας, όπου μπορεί κανείς να τη συγκρίνει με την ένταση στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

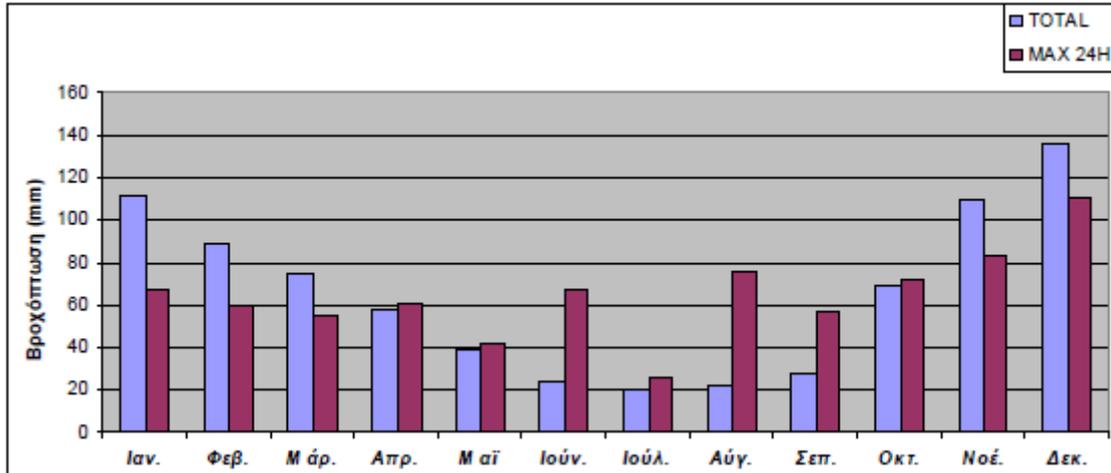


Εικόνα 8. Χρωματική Κατανομή ηλιακής έντασης στην ελλαδικό χώρο
(Πηγή: ΚΑΠΕ)

4.1.1.6 Υετός - Βροχοπτώσεις

Από τις καταγραφές του μετεωρολογικού σταθμού της Μεγαλόπολης στη μελέτη του Αστεροσκοπείου αντλείται η πληροφορία ότι το μέσο ετήσιο ύψος υετού (βροχοπτώσεων) ανέρχεται στα 893mm, ενώ το μέσο ύψος υετού του τετραμήνου Μαΐου – Αυγούστου είναι 108mm (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2011).

Επίσης, από το μετεωρολογικό σταθμό της ΕΜΥ στην Τρίπολη προκύπτει στο διάγραμμα 4 η κατανομή για το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής, με πρόσθετη κατανομή και για τις μέσες τιμές των μεγίστων μετρήσεων στο 24ωρο.



Διάγραμμα 4. Κατανομή μέσου μηνιαίου ύψους βροχής (mm)

(Πηγή: ΕΜΥ – ΜΠΕ Αγωγού Φυσικού Αερίου, 2010)

Όπως προκύπτει ο μεγάλος όγκος βροχής παρουσιάζεται το Φθινόπωρο και το Χειμώνα και το Μάρτιο.

4.1.2 Ανθρωπογενές περιβάλλον

4.1.2.1 Δημογραφικές Τάσεις

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) ο μόνιμος πληθυσμός της Μεγαλόπολης, η οποία αποτελεί την πιο κοντινή πόλη στον ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' και έδρα του Δήμου Μεγαλόπολης, παρουσιάζει αυξητική τάση κατά τις τελευταίες τρεις απογραφές σε αντίθεση με την αρνητική τάση που παρατηρείται στον πληθυσμό της Περιφερειακής Ενότητας Αρκαδίας στην οποία ανήκει. Στο Δήμο Μεγαλόπολης ανήκουν και οι Δημοτικές Ενότητες Γόρτυνος και Φαισσίας. Ως μόνιμο πληθυσμό η Ελληνική Στατιστική Αρχή ορίζει τον αριθμό των ατόμων που έχουν τη συνήθη διαμονή τους σε κάθε περιφέρεια, νομό, δήμο/κοινότητα, δημοτικό/κοινοτικό διαμέρισμα και αυτοτελή οικισμό.

Πίνακας 5. Πληθυσμός Δήμου Μεγαλόπολης και Π.Ε. Αρκαδίας μετά τις απογραφές 2011, 2001, 1991

(Πηγή: ΕΛΤΑΤ)

	Πληθυσμός (άνθρωποι)	
	Δήμος Μεγαλόπολης	Περιφερειακή Ενότητα (Νομός) Αρκαδίας
Απογραφή 2011	10.687	86.685
Απογραφή 2001	8.126	91.326
Απογραφή 1991	4.684	105.309

Κατά την τελευταία απογραφή του 2011 ο πληθυσμός έχει κατανεμηθεί κατά ηλικιακές ομάδες προς το παρόν μόνο για τις περιφερειακές ενότητες, με αποτέλεσμα η ηλικιακή κατανομή των κατοίκων του Δήμου Μεγαλόπολης να υπάρχει μόνο για τα έτη 2001 και 1991. Ωστόσο, αυτό που είναι χρήσιμο να δει κανείς σε αυτή την επαρχιακή περιοχή είναι το επίπεδο εκπαίδευσης και στη συνέχεια το επίπεδο της απασχολησιμότητας και της δραστηριοποίησης των κατοίκων, καθώς αποτελούν στοιχεία που αναδεικνύουν το δυναμικό για ανάπτυξη της οικονομικής και κοινωνικής ζωής ενός τόπου.

Στον ακόλουθο, λοιπόν, πίνακα φαίνεται το επίπεδο εκπαίδευσης το οποίο κατέχουν οι κάτοικοι της περιοχής της Μεγαλόπολης, συνολικά και κατά φύλο, κατά τις τελευταίες τρεις απογραφές με την επισήμανση ότι επειδή δημιουργήθηκαν νέες κατηγορίες ή ενοποιήθηκαν κάποιες μεταξύ των απογραφών, για προηγούμενες απογραφές κάποια στοιχεία δεν απαντώνται.

Βασικό συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει η ανάγνωση του παρακάτω πίνακα είναι η αύξηση σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης του μόνιμου πληθυσμού με θετικό την αύξηση στις κατηγορίες των ανωτέρων επιπέδων εκπαίδευσης και σπουδών.

Πίνακας 6. Κατανομή Πληθυσμού Δήμου Μεγαλόπολης βάσει επιπέδου εκπαίδευσης

(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Επίπεδο Εκπαίδευσης	Απογραφή 2011			Απογραφή 2001			Απογραφή 1991		
	Άρρενες	Θήλειες	Σύνολο	Άρρενες	Θήλειες	Σύνολο	Άρρενες	Θήλειες	Σύνολο
Μη κατατασσόμενα άτομα	294	262	556	-	-	-	-	-	-
Δε γνωρίζει γραφή και ανάγνωση	510	891	1.401	43	212	255	28	144	172
Εγκατέλειψαν το δημοτικό, αλλά γνωρίζουν γραφή και ανάγνωση				166	354	520	114	181	295
Φοιτούν στο δημοτικό				281	300	581	-	-	-
Απόφοιτοι Δημοτικού	1.750	1.658	3.408	1.440	1.294	2.734	853	830	1.683
Απόφοιτοι 3τάξιου Γυμνασίου	1.102	650	1.752	542	429	971	301	268	569
Πτυχιούχοι ΤΕΣ				235	23	258	-	-	-
Πτυχιούχοι ΤΕΛ				206	110	316	-	-	-
Απόφοιτοι Γεν. Λυκείου ή 6τάξιου Γυμνασίου ή ΕΠΑ	1.219	1.107	2.326	616	702	1.318	498	403	901
Πτυχιούχοι Μεταδευτ/θμιας Εκπαίδευσης (ΙΕΚ, Κολέγια κλπ)	190	135	325	69	57	126	-	-	-
Πτυχιούχοι ΤΕΙ, ΚΑΤΕ, ΚΑΤΕΕ, Ανώτερης Σχολής και Εκκλησιαστικής εκπ/σης	473	446	919	166	79	245	62	24	86
Πτυχιούχοι ΑΕΙ				157	123	280	100	70	170
Κάτοχοι Μεταπτυχιακού				2	1	3	3	2	5
Κάτοχοι Διδακτορικού				4	6	10	-	-	-
Σύνολο	5.538	5.149	10.687	3.927	3.690	7.617	1.982	1.941	3.923

4.1.2.2 Απασχόληση

Η απασχόληση του πληθυσμού, τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο της οικονομικής κρίσης την οποία βιώνει η χώρα, αποτελεί ένα κρίσιμο παράγοντα αναγνώρισης του βιοτικού επιπέδου της υπό μελέτη περιοχής που εξετάζεται κάθε φορά και συγκεκριμένα της περιοχής της Μεγαλόπολης.

Για την παρουσίαση της απασχολησιμότητας του πληθυσμού η Ελληνική Στατιστική Αρχή χρησιμοποιεί τους όρους οικονομικά ενεργός και οικονομικά μη ενεργός πληθυσμός. Η κατηγορία οικονομικά ενεργός πληθυσμός διακρίνεται στους απασχολούμενους και τους ανέργους – η υποκατηγορία ανέργων «νέοι» αναφέρεται στα άτομα που ζητούσαν εργασία για πρώτη φορά, ενώ ο οικονομικά μη ενεργός πληθυσμός (άτομα που δήλωσαν ότι δεν εργάζονταν και συγχρόνως δεν ζητούσαν εργασία) διακρίνεται σε μαθητές-σπουδαστές, συνταξιούχους και λοιπούς.

Πίνακας 7. Οικονομικά ενεργός και μη ενεργός μόνιμος πληθυσμός Δήμου Μεγαλόπολης

(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

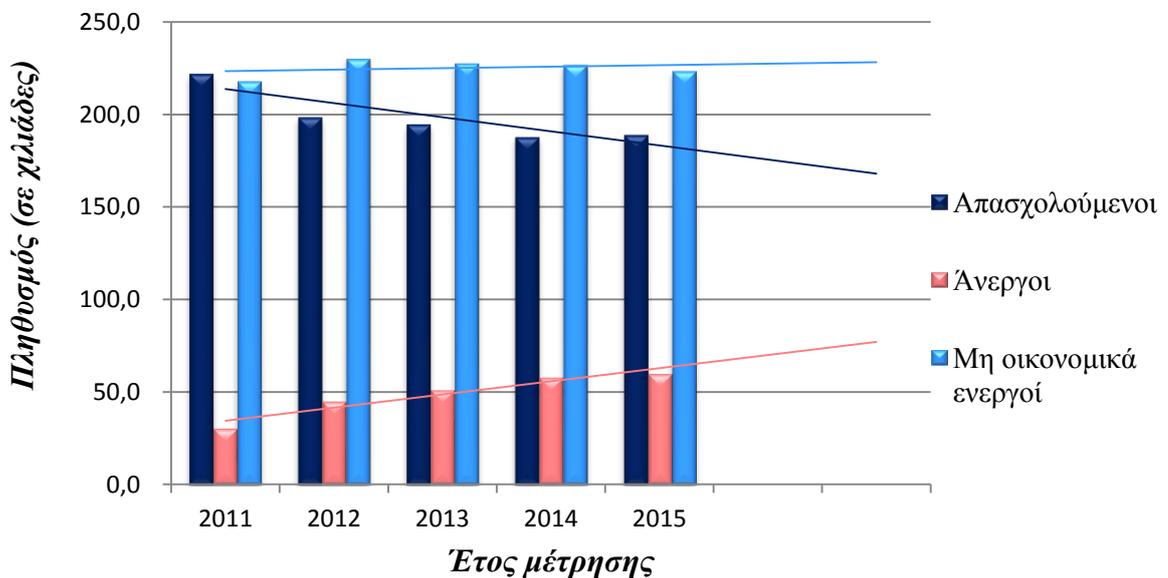
Κατηγορία ασχολίας	Υποκατηγορία ασχολίας	Απογραφή 2011			Απογραφή 2001			
		Άρρενες	Θήλειες	Σύνολο	Άρρενες	Θήλειες	Σύνολο	
Οικονομικά Ενεργοί	Απασχολούμενοι		2.082	1.015	3.097	1.804	685	2.489
	Ανεργοί	Πρώην απασχολούμενοι	237	147	384	-	-	-
		«Νέοι»	140	114	254	106	48	154
		Σύνολο	377	261	638	206	92	298
	Σύνολο		2.459	1.276	3.735	2.010	777	2.787
Οικονομικά μη ενεργοί	Μαθητές-Σπουδαστές		733	677	1410	-	-	-
	Συνταξιούχοι		1.970	1.324	3.294	-	-	-
	Λοιποί		376	1.872	2.248	-	-	-
	Σύνολο		3.079	3.873	6.952	1.724	2.704	4.428
Σύνολο		5.538	5.149	10.687	3.734	3.481	7.215	

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε μία αύξηση μέσα στη δεκαετία από το 2001 στο 2011 και στις δύο κατηγορίες ασχολίας, ωστόσο αυτό που έχει σημασία να ειπωθεί είναι ότι η μεγαλύτερη αύξηση (114%) παρατηρείται στους ανέργους, γεγονός που συνάδει με την οικονομική κρίση και τους δείκτες απασχόλησης και ανεργίας σε εθνικό επίπεδο,

αλλά και κάτι που δυστυχώς η επιβεβαίωσή του αποτελεί στοιχείο μείωσης της οικονομικής ευμάρειας της περιοχής.

Από το διάγραμμα που ακολουθεί επιβεβαιώνονται οι ανωτέρω διαπιστώσεις και στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου, όπου δείχνει την αυξητική και αρνητική τάση των ανέργων και των απασχολούμενων αντίστοιχα που προκύπτουν από τις χρονοσειρές των ερευνών της ΕΛΣΤΑΤ για την απασχόληση. Αν δεν αλλάξει άρδην η πορεία της οικονομικής δραστηριότητας της περιοχής, τότε οι τάσεις αυτές θα διατηρήσουν την κλίση και γραμμική μορφή που έχουν.

Απασχολησιμότητα & Τάσεις στην Πελοπόννησο



Διάγραμμα 5. Απασχολησιμότητα πληθυσμού Περιφέρειας Πελοποννήσου & Τάσεις

4.1.2.3 Οικονομική Δραστηριότητα

Η οικονομική δραστηριότητα μιας περιοχής χωρίζεται στους τρεις βασικούς τομείς, πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα. Η γεωργία, η κτηνοτροφία και η αλιεία αποτελούν τις κυριότερες δραστηριότητες του πρωτογενή τομέα, στο δευτερογενή τομέα ανήκουν οι δραστηριότητες επεξεργασίας και μεταποίησης πρώτων υλών από τον πρωτογενή τομέα, δηλαδή η εξόρυξη ορυκτού πλούτου, η μεταποίηση, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η διανομή νερού, φυσικού αερίου κ.λπ. και οι κατασκευές. Τέλος, ο τριτογενής τομέας περιλαμβάνει τις υπηρεσίες, ιδιωτικές και κρατικές, που

χρησιμοποιούνται από τους τελικούς καταναλωτές ή βοηθούν στην προώθηση των προϊόντων των δύο άλλων τομέων της οικονομίας. Σε αυτό τον τομέα οικονομικής δραστηριότητας ανήκουν ο τουρισμός, οι μεταφορές, το εμπόριο, οι τράπεζες, οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις, οι ελεύθεροι επαγγελματίες (δικηγόροι, γιατροί, μηχανικοί).

Οι ποταμοί που διαρρέουν το νομό Αρκαδίας, αλλά κυρίως ο Αλφειός προσέφερε στην περιοχή τη δυνατότητα ευδοκίμησης πράσινης γης και παραγωγικών καλλιεργειών, όπως ελιές, μηλιές, βυσσινιές, αχλαδιές, καστανιές και καλλιέργειες πατάτας, κηπευτικών και σιτηρών. Ο πρωτογενής τομέας με αυτές τις καλλιέργειες έχει διατηρηθεί στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή του νομού Αρκαδίας, ωστόσο στην περιοχή της Μεγαλόπολης η εξόρυξη του λιγνίτη και η ανάπτυξη των λιγνιτωρυχείων περιόρισε τη γεωργική παραγωγή.

Βάσει της Έρευνας Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων του έτους 2013 της ΕΛΣΤΑΤ μπορεί κανείς να αποτυπώσει τη γεωργική και κτηνοτροφική δραστηριότητα στο νομό Αρκαδίας και στην Περιφέρεια Πελοποννήσου που ανήκει η Μεγαλόπολη. Η επιλογή της απεικόνισης του νομού και όχι του Δήμου Μεγαλόπολης γίνεται καθώς δεν υπάρχουν πρόσφατα αξιόπιστα στοιχεία για τις δύο αυτές δραστηριότητες στο Δήμο Μεγαλόπολης, αλλά και όπως ειπώθηκε στην προηγούμενη παράγραφο μετά τη λειτουργία των εργοστασίων και του Λιγνιτικού κέντρου της ΔΕΗ και των φορέων παροχής υπηρεσιών δημόσιων και ιδιωτικών στην περιοχή οι άνθρωποι απασχολούνται κατά κύριο λόγο στο δευτερογενή και τριτογενή τομέα.

Πίνακας 8. Ανάπτυξη γεωργίας Νομού Αρκαδίας & Περιφέρειας Πελοποννήσου

(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2013)

Εκτάσεις (χιλιάδες στρέμματα)	Νομός Αρκαδίας	Πελοπόννησος
Συνολική Γεωργική Έκταση	622	3.453
Χρησιμοποιούμενη Γεωργική Έκταση	530	3.120
Αμιγώς γεωργικές εκτάσεις	193	2.095
Αρδευόμενη έκταση	97	1.052
Αρδευθείσα έκταση	69	898
Ετήσιες καλλιέργειες	118	315
Αμπέλια	12	198
Δενδρώδεις καλλιέργειες	158	2.064
Ελιές	120	1.731
Δασικές	1	68
Μόνιμα λιβάδια και βοσκότοποι	200	430
Άγονοι βοσκότοποι	178	300
Λοιπές εκτάσεις	242	543

Για την περιοχή της Μεγαλόπολης, βάσει της ΜΠΕ για τη μονάδα V, μπορούμε να αντλήσουμε την πληροφορία ότι το ποσοστό της καλλιεργήσιμης γης έναντι αυτής σε αγρανάπαυση είναι 77% και 23% αντίστοιχα. Οι καλλιεργήσιμες κατανέμονται σε 60% αροτραίες καλλιέργειες, 15% δενδρώδεις καλλιέργειες, 1,5% κηπευτικά και 0,5% άμπελοι, ενώ μόνο το 15% χαρακτηρίζονται ως αρδευόμενες.

Η κτηνοτροφική δραστηριότητα στο ν. Αρκαδίας παρουσιάζει εκμετάλλευση της πλειοψηφίας των κατηγοριών ζώων της Ελλάδας. Η ανάπτυξη αυτού του τομέα στον υπό εξέταση γεωγραφικό χώρο της Αρκαδίας βασίστηκε στους βοσκοτόπους της περιοχής, εκτρέφοντας αιγοειδή, προβατοειδή και πουλερικά ως κυριότερες ζωικές εκμεταλλεύσεις. Τα ανωτέρω μπορεί να διακρίνει κανείς με την ανάγνωση του παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 9. Κτηνοτροφικός τομέας Νομού Αρκαδίας & Περιφέρειας Πελοποννήσου

(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2013)

Κτηνοτροφικός τομέας		Νομός Αρκαδίας	Πελοπόννησος
Αμγώς κτηνοτροφικές εκτάσεις (χιλ. στρ.)		24	43
Συνολικές Ζωικές Μονάδες		30.528	120.839
Βοειδή	Ζωικές Μονάδες	1.431	9.054
	Αριθμός Κεφαλών	2.402	13.533
Προβατοειδή	Ζωικές Μονάδες	13.836	44.819
	Αριθμός Κεφαλών	138.361	448.194
Αιγοειδή	Ζωικές Μονάδες	10.513	39.398
	Αριθμός Κεφαλών	105.134	393.976
Χοίροι	Ζωικές Μονάδες	961	13.298
	Αριθμός κεφαλών	4.386	53.838
Ιπποειδή	Ζωικές Μονάδες	813	1.902
	Αριθμός Κεφαλών	1.016	2.377
Κουνέλια	Ζωικές Μονάδες	47	224
	Αριθμός Κεφαλών	10.246	44.650
Πουλερικά	Ζωικές Μονάδες	2.927	12.143
	Αριθμός Κεφαλών	329.346	1.182.831
Κυψέλες Μελισσών	Αριθμός Κυψελών	44.900	140.778

Τέλος, για την τρίτη κατηγορία δραστηριότητας του πρωτογενή τομέα, την αλιεία, δεν μπορεί κανείς να πει πολλά στην περιοχή αυτή, καθώς στο νομό Αρκαδίας δεν αναπτύσσεται ιδιαιτέρως, λόγω της ορεινής γεωμορφολογίας του νομού, παρά μόνο ελάχιστη δραστηριότητα υπάρχει στις παραλιακές περιοχές.

Ο δευτερογενής τομέας κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη του νομού. Τα λιγνιτωρυχεία της περιοχής, οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (λιγνιτικές, φυσικού αερίου, ΑΠΕ), όπως επίσης και οι μεταποιητικές μονάδες και μονάδες τυποποίησης ειδών διατροφής, μονάδες κατασκευής και επισκευής της περιοχής της Μεγαλόπολης, αλλά και της Βιομηχανικής Περιοχής (ΒΙ.ΠΕ.) της Τρίπολης (έκτασης 1.620 στρεμμάτων) αποτελούν τις βασικές δραστηριότητες του δευτερογενή τομέα της περιοχής.

Οι υπηρεσίες του τριτογενούς τομέα που υπάρχουν στη Μεγαλόπολη ανήκουν τόσο στο δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα. Οι βασικές υπηρεσίες του δημοσίου όπως Αστυνομία, Πυροσβεστική, Δήμος, Δασική Υπηρεσία κ.ά. υπάρχουν και λειτουργούν στην περιοχή. Ο ιδιωτικός τομέας απαρτίζεται από τον κλάδο του εμπορίου, αλλά και του τουρισμού, ο οποίος τα τελευταία χρόνια στο ν. Αρκαδίας παρουσιάζει ιδιαίτερη ανάπτυξη με τη δημιουργία και αξιοποίηση παραδοσιακών ξενώνων σε ορεινά χωριά, όπως στη Βυτίνα, τη Δημητσάνα, τα Λαγκάδια, τη Στεμνίτσα και την Καρύταινα, αλλά και στο χιονοδρομικό κέντρο του Μαινάλου.

Εκτός από τους παραδοσιακούς οικισμούς, τα παραλιακά μέρη της περιοχής της Κυνουρίας ενδείκνυνται για τη δημιουργία ξενοδοχείων και camping για τη φιλοξενία του τουριστικού κόσμου που τα επισκέπτεται και ορισμένοι έχουν αξιοποιήσει τη δυνατότητα αυτή.

Ωστόσο, ο τομέας αυτός δεν αποτελεί έναν από τους πρωτεύοντες τομείς οικονομικής δραστηριότητας στην περιοχή, καθώς το κύριο μερίδιο κατέχει ο δευτερογενής τομέας και στη συνέχεια οι υπηρεσίες του τριτογενούς τομέα (εμπόριο και δημόσιο).

4.2 Περιγραφή Μονάδας IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄

4.2.1 Γενικά στοιχεία

Η μονάδα IV με ονομαστική ισχύ 300 MW_e του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ που είναι εγκαταστημένη 7 km δυτικά της πόλης της Μεγαλόπολης, τέθηκε σε λειτουργία το 1991 και αποτελεί την 4^η κατά σειρά κατασκευής και λειτουργίας μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με κύριο καύσιμο το λιγνίτη των Ορυχείων της περιοχής της δραστηριότητας της ΔΕΗ Α.Ε. στη Μεγαλόπολη, γι αυτό και ο αριθμός 4 στο όνομά της.

Οι πρώτες μονάδες που κατασκευάστηκαν και λειτούργησαν στο ενεργειακό κέντρο της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη είναι οι I, II & III του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Α΄ με ονομαστική ισχύ 125 MW_e, 125 MW_e και 300 MW_e, με τις δύο πρώτες να τίθενται σε λειτουργία το 1970, ενώ η III το 1975.

Τέλος, η ΔΕΗ θέλοντας να στραφεί στην εισαγωγή και άλλων πηγών πρώτων υλών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, να μετριάσει την εκμετάλλευση της τοπικής πρώτης ύλης του λιγνίτη και να αυξήσει την ευστάθεια και αξιοπιστία του ενεργειακού συστήματος της χώρας σχεδίασε, κατασκεύασε και έχει θέσει σε ημιεμπορική λειτουργία από τον Ιανουάριο του 2016 τη μονάδα V συνδυασμένου κύκλου του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ ονομαστικής ισχύος 830 MW με καύσιμο φυσικό αέριο.

Συνεπώς, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο ενεργειακό κέντρο της Μεγαλόπολης πλησιάζει τα 1400 MW χωρισμένη σε δύο συγκροτήματα μονάδων, τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης Α΄ με τρεις μονάδες πρώτης ύλης λιγνίτη και τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ με την υπό μελέτη μονάδα πρώτης ύλης λιγνίτη και τη μονάδα πρώτης ύλης φυσικού αερίου. Ωστόσο, δεν είναι πλέον όλες οι μονάδες εν λειτουργία. Οι πρώτες και παλαιότερες μονάδες I & II λόγω των απαιτήσεων της εθνικής και ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής νομοθεσίας τέθηκαν σε περιορισμό λειτουργίας έως και το 2010 και στη συνέχεια αποσύρθηκαν.

Σήμερα, οι εν λειτουργία μονάδες των δύο σταθμών είναι η μονάδα III και IV, ενώ η μονάδα V παρέχει στο δίκτυο περίπου τη μισή από την ισχύ που μπορεί να διαθέσει, καθώς βρίσκεται ακόμα σε ημιεμπορική/δοκιμαστική λειτουργία.

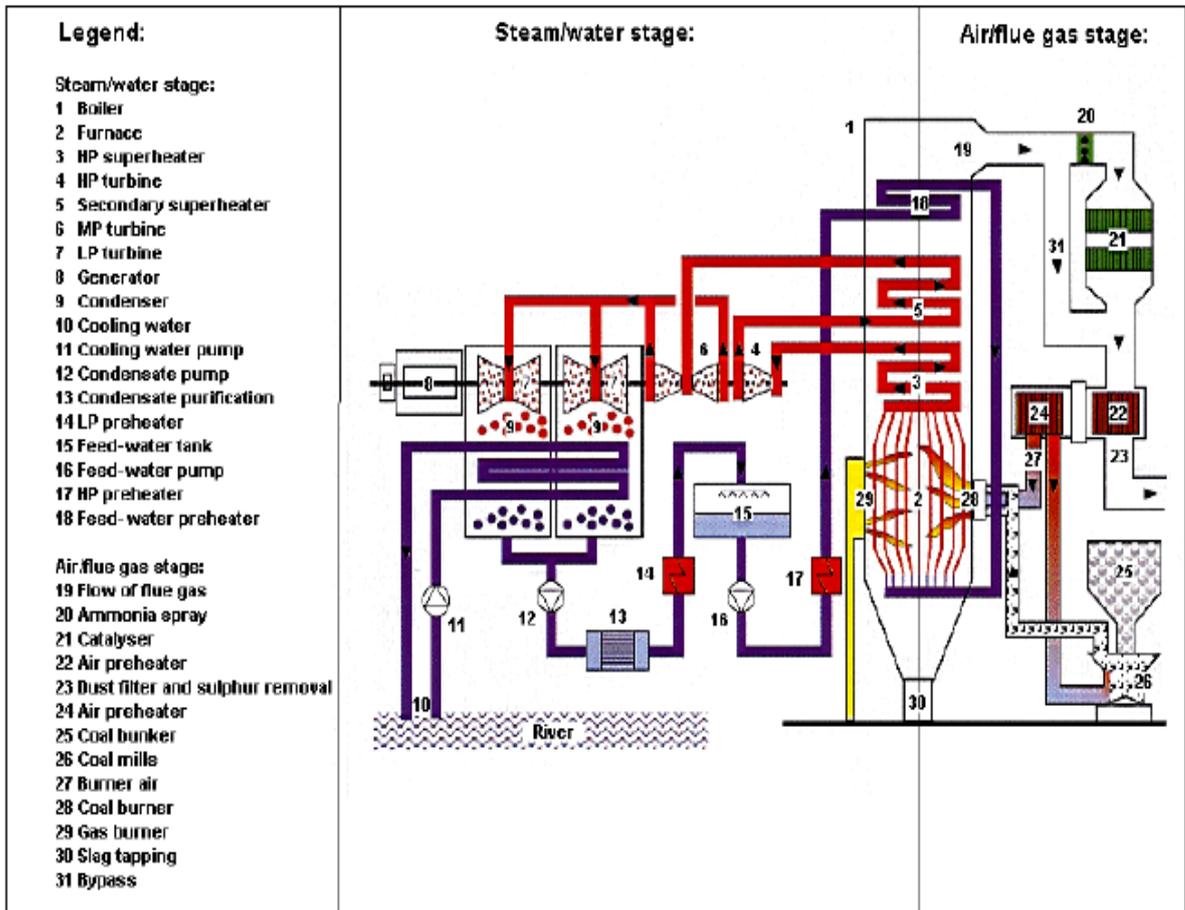
Τέλος, στην περιοχή δημιουργήθηκε, λειτουργεί και τροφοδοτεί τις εν λειτουργία, πλέον, μονάδες του ΑΗΣ Μεγαλόπολης το Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης της ΔΕΗ με λιγνιτικά πεδία έκτασης 40.000 στρεμμάτων και περιλαμβάνει τα Ορυχεία Χωρεμίου, Μαραθούσας και Κυπαρισσίων. Τα ορυχεία αυτά έχουν δυναμικότητα λιγνίτη 9-12 εκατ. τόνους, 1-2 εκατ. τόνους και 2-4 εκατ. τόνους αντίστοιχα. Στο Λιγνιτικό Κέντρο απασχολούνται 1.000 άτομα, ενώ ως προς τον υλικοτεχνικό εξοπλισμό περιλαμβάνει:

- Ηλεκτροκίνητο – Μεταλλευτικό εξοπλισμό (εκσκαφείς, ταινιόδρομοι, αποθέτες κ.λπ.) και εξοπλισμό υποστήριξης (φορτωτές, μπουλντόζες, κ.λπ.)
- Κτιριακές εγκαταστάσεις Ορυχείων (κτίρια γραφείων, συνεργεία, ράμπες, δεξαμενές νερού και καυσίμων, ελαιοδιαχωριστήρες αποθήκες και βιολογικός καθαρισμός).
- Κεντρικές εγκαταστάσεις (κτίρια γραφείων Διοίκησης και Κεντρικών Υπηρεσιών Υποστήριξης, όπως τομέας προστασίας περιβάλλοντος & αποκατάστασης εδαφών, τομέας τοπογραφικού & απαλλοτριώσεων, ιατρείο κ.λπ.)

4.2.2 Στοιχεία παραγωγικής διαδικασίας

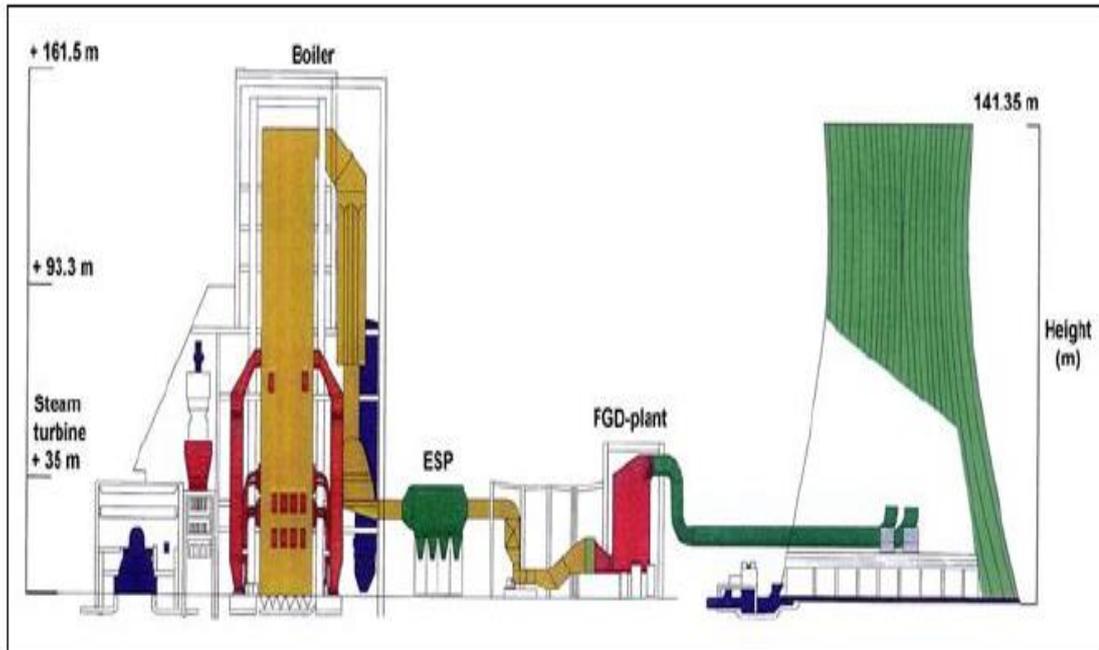
Η μονάδα υπάγεται στην Οδηγία IPPC και συνεπώς ακολουθεί κατά τη λειτουργία της το κείμενο του Εγχειριδίου των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (ΒΔΤ) για τις Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης (Ιούλιος 2006). Στην περίπτωση των εγκαταστάσεων – εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας οι ΒΔΤ υποδεικνύουν σχέδια για τη δημιουργία των σταθμών με παρουσίαση της ροής της παραγωγικής διαδικασίας και του απαιτούμενου εξοπλισμού. Ειδικά για την περίπτωση μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με πρώτη ύλη το λιγνίτη υπάρχει στο Εγχειρίδιο ειδικό προτεινόμενο σχεδιάγραμμα-υπόδειγμα υλοποίησης. Τα ακόλουθα διαγράμματα απεικονίζουν τα ανωτέρω.

Χρήση των διαγραμμάτων και ειδικά του διαγράμματος 7 θα γίνει για την περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας της μονάδας IV, αφού αναφερθεί ο εξοπλισμός που διαθέτει για τη λειτουργία της η μονάδα, καθώς δεν διατέθηκε και δεν βρέθηκε το ακριβές διάγραμμα του σταθμού.



Διάγραμμα 6. Διάγραμμα ροής Εργοστασίου ηλεκτρικής ενέργειας

(Πηγή: *Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants, July 2006*)



Διάγραμμα 7. Εργοστάσιο ηλεκτρικής ενέργειας με πύργο ψύξης και καύσιμο το λιγνίτη
 (Πηγή: *Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants, July 2006*)

Η μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ αποτελείται από τα εξής κύρια τμήματα:

- Μονάδα πρόθραυσης λιγνίτη, όπου σπαστήρες μειώνουν το μέγεθος των τεμαχίων του λιγνίτη σε διαστάσεις κάτω των 30 mm.
- Κύρια εγκατάσταση που περιλαμβάνει:
 - Λέβητα ατμοποίησης με τον αμοστρόβιλο τριών βαθμίδων πίεσης, μέγιστης ισχύος 300 MW και την αντίστοιχη γεννήτρια. Ο αμοστρόβιλος της Μονάδας IV κατασκευάστηκε το 1991, από τον οίκο KWU-SIEMENS και έχει order number 117399. Η γεννήτρια κατασκευάστηκε από τον οίκο KWU, τύπου THDD 108/44, είναι υδρογονόψυκτη, ονομαστικής ισχύος 300 MW, τριφασική, συχνότητας 50Hz και τάσης 21KV.
 - Συμπυκνωτή (ή κύριο ψυγείο), στον οποίο εισέρχεται ο ατμός που εξέρχεται από τον αμοστρόβιλο. Εκεί ο ατμός συμπυκνώνεται με τη βοήθεια ψυκτικού νερού και το συμπύκνωμα μέσω αντλιών επιστρέφει στο λέβητα.
 - Σύστημα ξήρανσης του λιγνίτη.
 - Πύργο ψύξης, ύψους 107 m και διαμέτρου 50 m.

- Όλο τον αναγκαίο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, καθώς και τα κυκλώματα νερού-ατμού, αέρα καύσης και καυσαερίων.
- Συστήματα λίπανσης.
- Μετασχηματιστές ανύψωσης της τάσης.
- Εγκαταστάσεις σύνδεσης των μετασχηματιστών με τον υποσταθμό των 400 kV, από όπου ξεκινούν οι γραμμές μεταφοράς.
- Συστήματα ελέγχου και λειτουργίας της Μονάδας.
- Καπνοδόχο ύψους 200 m και διαμέτρου 7,3 m.
- Σύστημα συλλογής και αποκομιδής ιπτάμενης και υγρής τέφρας. Αυτό περιλαμβάνει τα ηλεκτροστατικά φίλτρα ιπτάμενης τέφρας, τα σιλό αποθήκευσης, τις διατάξεις ύγρυνσης και εκφόρτωσης της τέφρας σε ταινιόδρομους, καθώς επίσης και το σύστημα αποκομιδής της υγρής τέφρας από την τεφρολεκάνη του λέβητα.
- Δύο ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (H/Z) έκτακτης ανάγκης (black start) με καύσιμο diesel, το ένα ισχύος 1120 KVA για την έναυση της Μονάδας και το άλλο 500 KVA για το σύστημα αποθείωσης. Το H/Z για την εκκίνηση είναι του οίκου SIEMENS, τύπου 1FC6, με order number NMA3404 DE, γεννήτρια τάσης 400V, συχνότητας 50Hz και κινητήρα του οίκου Cummins τύπου KTA 50 G1, και serial number 33116562. Το H/Z της μονάδας αποθείωσης είναι του οίκου AEG τύπου DKLB 4407/04F, τάσης 400V και συχνότητας 50Hz.
- Συγκρότημα Αποθείωσης Καυσαερίων, το οποίο μειώνει δραστικά (τουλάχιστον κατά 99%) τη συγκέντρωση θείου στα καυσαέρια και περιλαμβάνει:
 - Μονάδα προετοιμασίας ασβεστόλιθου (εκφόρτωση και αποθήκευση ασβεστόλιθου, άλεση και παραγωγή υδατικού αιωρήματος ασβεστόλιθου).
 - Μονάδα αποθείωσης καυσαερίων (πύργος απορρόφησης SO₂ δύο βαθμίδων με ψεκασμό αιωρήματος ασβεστόλιθου και τροφοδοσία πιεσμένου αέρα στην πρώτη βαθμίδα) εφοδιασμένη με σύστημα κατακράτησης σταγονιδίων και πυθμένα-δεξαμενή συλλογής και ανακυκλοφορίας του αιωρήματος.
 - Σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων.
- Σύστημα διαχείρισης στερεών παραπροϊόντων για την αποθήκευση, μεταφορά και ανάμιξη των στερεών παραπροϊόντων του Σταθμού (υγρή και ιπτάμενη τέφρα και γύψο) και την μεταφορά τους για απόθεση.
- Μονάδες παραγωγής αφαλατωμένου και αποσκληρυμένου νερού, καθώς και σύστημα εξευγενισμού συμπυκνώματος.

- Δεξαμενές αποθήκευσης νερού (αφαλατωμένου – 5.000 m³, αποσκληρυνμένου – 1000 m³, πόσιμου – 1000 m³), οι οποίες εξυπηρετούν τις ανάγκες του συνόλου του Σταθμού.
- Δεξαμενή αποθήκευσης πετρελαίου diesel 3000m³, καθώς και όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη μεταφορά του στους λέβητες των μονάδων.
- Συγκρότημα Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων, δίκτυο συλλογής και εγκαταστάσεις κατεργασίας.
- Πλήρες Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (Σ.Κ.Υ.Β.Α.), στο οποίο οδηγείται το σύνολο των αποβλήτων του σταθμού (δίκτυα, εγκαταστάσεις κατεργασίας).
- Κτίριο ελέγχου της λειτουργίας των εγκαταστάσεων κατεργασίας νερού και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.
- Πλήρως εξοπλισμένο χημικό εργαστήριο.
- Σύστημα ενεργητικής πυροπροστασίας, που καλύπτει όλες τις εγκαταστάσεις της μονάδας.
- Διάφορες Βοηθητικές εγκαταστάσεις όπως: Μηχανουργείο, Ηλεκτρολογείο, Ευλουργείο και εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης προσωπικού, όπως: Διοικητήριο, Εστιατόριο κ.λπ.
- Σύστημα απομάστευσης ατμού ισχύος 20 MWth για την εξυπηρέτηση της τηλεθέρμανσης της Μεγαλόπολης (το δίκτυο τηλεθέρμανσης για την περιοχή της Μεγαλόπολης λειτουργεί προς το παρόν με τη θερμότητα που εξέρχεται από τη μονάδα III).

Το χρησιμοποιούμενο καύσιμο στη Μονάδα IV του σταθμού είναι τοπικός λιγνίτης χαμηλής θερμογόνου δύναμης (900-1050 kcal/kg καυσίμου), με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο (~1,5%) και υγρασία (58-61%) και μέση περιεκτικότητα σε τέφρα (15-20%). Η περιεκτικότητα της τέφρας σε οξείδιο του ασβεστίου είναι 11-18%.

Ως δευτερεύον καύσιμο χρησιμοποιεί πετρέλαιο diesel για την έναυση των λεβήτων και τη συντήρηση της φλόγας στο φλογοθάλαμο, όταν αυτό απαιτείται.

Ο λιγνίτης μεταφέρεται από τα ορυχεία, όπου πραγματοποιείται η εξόρυξη, προς το σταθμό και την αυλή του λιγνίτη με κλειστούς ταινιοδρόμους, στους οποίους δεν

πραγματοποιείται διαβροχή του, καθώς η περιεκτικότητα του σε υγρασία είναι υψηλή. Διαβροχή δεν πραγματοποιείται ούτε στην αυλή του λιγνίτη του σταθμού. Εκεί γίνεται ανάμιξη της παραλαμβανόμενης ποσότητας λιγνίτη, με διαφορετικού προσανατολισμού απόληψη και απόθεση, για την κατά το δυνατόν καλύτερη ομογενοποίηση του καυσίμου και τη μείωση των διακυμάνσεων της ποιότητάς του.

Στη συνέχεια ο λιγνίτης μεταφέρεται με κλειστούς ταινιοδρόμους σε μονάδες πρόθauσης όπου το υλικό θραύεται σε σφυρόμυλους σε τεμάχια κάτω των 40mm. Ο θραυσμένος λιγνίτης, με σκεπαστούς ταινιοδρόμους οδηγείται στα σιλό λιγνίτη των λεβήτων και ανάλογα με την ισχύ που χρειάζεται ο λέβητας, οδηγείται στο λέβητα μέσω των κάτωθι διεργασιών. Στα κτίρια των σπαστήρων και της αποθήκευσης λιγνίτη (σιλό) λειτουργούν συστήματα αναρρόφησης της σκόνης, όπου συγκεντρώνεται σε φίλτρα και ανατροφοδοτείται στους ταινιοδρόμους λιγνίτη.

Ακολούθως, ο λιγνίτης τροφοδοτείται μέσω συστημάτων κλειστών τροφοδοτών στους μύλους λιγνίτη (fan mills), όπου η ξήρανση των σωματιδίων λιγνίτη διευκολύνεται από τη διοχέτευση θερμών καυσαερίων από το λέβητα. Το τελικό μέγεθος των σωματιδίων λιγνίτη είναι μικρότερο από 90 μm και τα θερμά καυσαέρια μειώνουν την υγρασία του λιγνίτη από 58-61% σε 10-20%, δηλαδή στο απαιτούμενο επίπεδο για την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών καύσης. Τελικά το μίγμα σκόνης λιγνίτη, καυσαερίων και υγρασίας οδηγείται στους καυστήρες. Το μίγμα αυτό περιέχει και ψυχρά καυσαέρια για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και την ασφάλεια του εξοπλισμού.

Ειδικά για το λιγνίτη της περιοχής Μεγαλόπολης, ο οποίος είναι χαμηλής θερμογόνου δύναμης και για την αποτελεσματικότερη απομάκρυνση της υγρασίας, γίνεται διαχωρισμός του καυσίμου μετά το μύλο και ένα ρεύμα καυσίμου πλούσιο σε λιγνίτη οδηγείται σε ηλεκτροστατικά φίλτρα (λιγνίτη), όπου διαχωρίζονται τα ξηρά σωματίδια λιγνίτη, τα οποία και τροφοδοτούνται στους κατώτερους καυστήρες.

Οι λέβητες των Μονάδων είναι τύπου Ξηρού Πυθμένα (Dry Bottom Boiler) με τεφρολεκάνη (Bottom Slug Basin), βεβιασμένης κυκλοφορίας χωρίς τύμπανο τύπου Benson και με εφαπτομενική διάταξη καυστήρων (Tangential Fire System). Οι μύλοι λιγνίτη που τροφοδοτούν κάθε λέβητα είναι τύπου “fan mills”, όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω.

Το κύκλωμα του ατμού λειτουργεί με νερό απιονισμένο για να μην υπάρχουν επικαθίσεις αλάτων. Η τροφοδοτική αντλία συμπιέζει το νερό, που έχει ήδη προθερμανθεί, στη γεννήτρια ατμού. Στη γεννήτρια ατμού το νερό ατμοποιείται και διαχωρίζεται ο ατμός απ' το νερό. Ο ατμός υπερθερμαίνεται ακολούθως στον εναλλάκτη.

Στη συνέχεια εισάγεται ο ατμός στον στρόβιλο τριών πιέσεων, υψηλής, μέσης και χαμηλής πίεσης. Ο ατμός εκτονώνεται πρώτα στο τμήμα υψηλής πίεσης και ακολούθως εισάγεται διαδοχικά στα άλλα τμήματα για να εκτονωθεί εκεί. Στην έξοδο του στρόβιλου χαμηλής πίεσης έχουμε κενό που δημιουργείται στο ψυγείο ή συμπυκνωτή. Ο ατμός που μπαίνει στο ψυγείο συμπυκνώνεται πάνω στον ψυχρό εναλλάκτη θερμότητας που διαρρέεται από ψυχρό νερό. Στο ψυγείο γίνεται αποβολή της αχρησιμοποίητης θερμότητας που πηγαίνει τελικά στον πύργο ψύξης. Ο πύργος ψύξης μεταφέρει, ανάλογα με τον βαθμό απόδοσης στα 60-80% της θερμότητας που παράγεται από την καύση στο περιβάλλον.

Ο συμπυκνωμένος ατμός, οδηγείται με κυκλοφορητή στους εναλλάκτες που προθερμαίνουν το νερό, τους προθερμαντές. Προθέρμανση του νερού γίνεται με απομαστεύσεις του ατμού και χρησιμοποιούνται, επίσης, εναλλάκτες που βρίσκονται στην έξοδο του λέβητα. Το νερό συμπιέζεται στην αντλία τροφοδοσίας του λέβητα. Η συγκεκριμένη αντλία είναι και η μεγαλύτερη μηχανή σε έναν ΑΗΣ μετά το στρόβιλο.

Πάνω σε κοινό άξονα με τις βαθμίδες των στρόβιλων βρίσκεται η γεννήτρια και η διεγέρτρια της γεννήτριας. Η έξοδος της γεννήτριας συνδέεται στον υποσταθμό του εργοστασίου με τις άλλες μονάδες και με το δίκτυο. Η τάση στην έξοδο ανυψώνεται στην τάση που απαιτείται για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας με ειδικό μετασχηματιστή, τον μετασχηματιστή γεννήτριας ή τον μετασχηματιστή μονάδας.

Λόγω της κακής ποιότητας του λιγνίτη, στο λέβητα της μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες καύσης, ενώ λόγω υψηλής υγρασίας του λιγνίτη χρησιμοποιούνται οι τεχνικές της σταδιακής προσαγωγής αέρα καύσης, η διατήρηση χαμηλής περισσειας αέρα και η ανακυκλοφορία καυσαερίων για τη πραγματοποίηση της καύσης.

Κατά τη διαδικασία της καύσης τα βαρέα μέταλλα συγκεντρώνονται επάνω στα αιωρούμενα σωματίδια κυρίως στην ιπτάμενη τέφρα, τα οποία και δεσμεύονται στα σύγχρονα Ηλεκτροστατικά φίλτρα καυσαερίων υψηλής απόδοσης (99,85%) για τον έλεγχο και περιορισμό των εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων. Τα Η/Φ χρησιμοποιούν ηλεκτροστατικές δυνάμεις με δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου για το διαχωρισμό των σωματιδίων σκόνης από τα καυσαέρια, όπου τα σωματίδια σκόνης φορτίζονται, οδηγούνται στα ηλεκτρόδια συλλογής και από εκεί συλλέγονται σε ειδικές χοάνες.

Από τα ηλεκτροστατικά φίλτρα (λιγνίτη) και τέφρας, τα ρεύματα καυσαερίων και υγρασίας οδηγούνται στο Συγκρότημα Αποθείωσης καυσαερίων και μέσω του Πύργου Ψύξης στην ατμόσφαιρα. Σε περίπτωση μη λειτουργίας του Συγκροτήματος Αποθείωσης υπάρχει εναλλακτικά η δυνατότητα το ρεύμα καυσαερίων να οδηγείται στην ατμόσφαιρα μέσω της καμινάδας.

Η ιπτάμενη τέφρα που συγκρατείται στα ηλεκτροστατικά φίλτρα και η υγρή τέφρα που παραλαμβάνεται από την τεφρολεκάνη συλλέγονται και μεταφέρονται πνευματικά σε σιλό αποθήκευσης ιπτάμενης τέφρας από σκυρόδεμα, αναμιγνύονται με υδατικό αιώρημα γύψου που προκύπτει κατά τη λειτουργία του συγκροτήματος αποθείωσης καυσαερίων και βρίσκεται αποθηκευμένο στο σιλό γύψου και τελικά το μίγμα οδηγείται μέσω ταινιόδρομων στο εξαντλημένο ορυχείο Θωκνίας για απόθεση.

Στο κτίριο του σπαστήρα και κατά την πνευματική διακίνηση της ιπτάμενης τέφρας προς τα σιλό γίνεται χρήση σακκόφιλτρων για την απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων λιγνίτη και το διαχωρισμό και κατακράτηση της ιπτάμενης τέφρας. Η συλλεγόμενη σκόνη στα σακκόφιλτρα διοχετεύεται στα σιλό αποθήκευσης ασβεστόλιθου.

Η παραλαβή και διακίνηση του καυσίμου και της ιπτάμενης τέφρας, που εξαρτάται κυρίως από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την εκμετάλλευση του κοιτάσματος, ακολουθούν τα προβλεπόμενα στο Εγχειρίδιο των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών για τις Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Τοποθέτηση υπερυψωμένων ταινιόδρομων σε ασφαλείς περιοχές, ώστε να αποφευχθούν τυχόν ζημιές από οχήματα ή άλλο εξοπλισμό.
- Χρήση κλειστών ταινιόδρομων για τη μεταφορά του λιγνίτη από το κτίριο του σπαστήρα προς τα σιλό του λιγνίτη.
- Χρήση συστημάτων αναρρόφησης σκόνης στο κτίριο του σπαστήρα και το λέβητα.
- Χρήση αποθετών – αποληπτών, καθώς και άλλων μηχανημάτων μεταφόρτωσης μεταβλητού ύψους για την αποφυγή εκπομπών σκόνης.

Τέλος, το πρωτεύον ψυκτικό κύκλωμα της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης, είναι τύπου ανοικτής κυκλοφορίας με Πύργο Ψύξης φυσικού ελκυσμού και αποτελεί ΒΔΤ του Εγχειριδίου ΒΔΤ για τα Βιομηχανικά Συστήματα Ψύξης. Για την αντιμετώπιση καθαλατώσεων, διαβρώσεων και την καταπολέμηση των μικροοργανισμών στα ψυκτικά κυκλώματα γίνεται χρήση συστημάτων έγχυσης χημικών προσθέτων (υλικά χλωροβρωμίωσης, αντιδιαβρωτικά, διασπартικά και αντικαθαλατωτικά) σε κλειστά κυκλώματα.

Για την αποτύπωση του διαγράμματος ροής της διαδικασίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που πραγματοποιείται στη μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα χαρτογράφησης διεργασιών Aris, η εκμάθηση της λειτουργίας του οποίου υπήρξε μέρος μαθήματος του Μεταπτυχιακού προγράμματος.

Να επισημανθεί εδώ ότι μία επιχειρηματική δραστηριότητα όπως αυτή της παραγωγικής διαδικασίας στο πρόγραμμα ορίζεται ότι πρέπει να ξεκινάει με ένα γεγονός αφορμή - εδώ η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας - και να τελειώνει με ένα γεγονός - εδώ υπάρχουν τρία επιμέρους γεγονότα ολοκλήρωσης της δραστηριότητας, το βασικό αυτό της διάθεσης της ενέργειας στο δίκτυο μεταφοράς και τα δύο δευτερεύοντα γεγονότα, αυτό της απόθεσης μίγματος τέφρας στο Ορυχείο της Θωκνίας και αυτό της αποβολής της θερμότητας από τον πύργο ψύξης ή την καμινάδα. Επίσης, σημειώνεται ότι με πράσινο είναι οι κύριες διεργασίες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με ροζ οι υποστηρικτικές – δευτερεύουσες διεργασίες και με γαλάζιο οι διεργασίες εκτός του υπό μελέτη συστήματος.

Στο παράρτημα Α φαίνεται καθαρότερα το διάγραμμα 8.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ Α.Ε.), Διεύθυνση Περιβάλλοντος Παραγωγής (ΔΠΠ).

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Διεύθυνση Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης (ΔΙΠΑ), «(Διεύθυνση ΕΑΡΘ του ΥΠΕΧΩΔΕ) οικ. 161692/29.05.2006 ΚΥΑ για την "έγκριση περιβαλλοντικών όρων λειτουργίας του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' της ΔΕΗ Α.Ε. στη Μεγαλόπολη Αρκαδίας"».

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2011, *Κλίμα και Δασική Βλάστηση της Ελλάδας*, Γκουβάς Μ, Σακελλαρίου Ν., Τεχνική Βιβλιοθήκη, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Αθήνα.

Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2013, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων.

Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, 2010, *Αγωγός Φυσικού Αερίου Υψηλής Πίεσης από τους Αγ. Θεοδώρους έως τη ΔΕΗ Μεγαλόπολης*, Penspen Limited – UK; C&M Engineering A.E. – Αθήνα; ΔΕΣΦΑ.

Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, 2009, *ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ Β' - Κατασκευή & Λειτουργία Μ.Σ.Κ. (νέα Μονάδα V) μέγιστης καθαρής ισχύος 815 MWe (σε συνθήκες αναφοράς), με καύσιμο το Φυσικό Αέριο*.

ΤΕΕ, 2012, *Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας – Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών*, Β' Έκδοση, Απρίλιος 2012, Αθήνα.

Ηλεκτρονικές Πηγές

Google Maps, Available at:

<https://www.google.gr/maps/place/%CE%91%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%B1/@37.4291544,21.2672927,8z/data=!4m5!3m4!1s0x136016581b3fe76d:0x86eb6d40c4207c!8m2!3d37.5557825!4d22.3337769>

Google Maps, Available at:

<https://www.google.gr/maps/place/%CE%91%CE%97%CE%A3+%CE%92/@37.4166625,22.0759276,4891m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x136044c4ac33fc85:0xc11d7c38235612c3!8m2!3d37.4161808!4d22.0649849>

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ), Διαθέσιμο: <http://www.emy.gr/>

Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), Διαθέσιμο: <http://www.statistics.gr/>

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Διαθέσιμο: <http://www.cres.gr/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Η ανάλυση των δεδομένων της μελέτης περίπτωσης θα λάβει χώρα στην παρούσα ενότητα και βασίζεται κυρίως στα στοιχεία καταγραφής και μέτρησης από τη Μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β', τα οποία δόθηκαν από τη Διεύθυνση Περιβάλλοντος Παραγωγής (ΔΠΠ) της ΔΕΗ Α.Ε. για τη συγκεκριμένη μονάδα μαζί με τα στοιχεία των υποδομών που παρουσιάστηκαν ανωτέρω.

5.1 Παρουσίαση δεδομένων Μονάδας IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β'

Η μονάδα, ονομαστικής ισχύος 300 MW και βασικής πρώτης ύλης λιγνίτη, τέθηκε σε λειτουργία το 1991. Η αποδιδόμενη ισχύς, το έργο δηλαδή του άξονα του στροβίλου είναι 256 MW. Τα βασικά αυτά στοιχεία για τη μονάδα αποτυπώνονται και στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 10. Βασικά στοιχεία εγκατάστασης Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β'

(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.)

Εγκατάσταση	Καύσιμο	Ονομαστική ισχύς	Αποδιδόμενη Ισχύς	Έναρξη λειτουργίας
ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ Β	Λιγνίτης	300 MW	256 MW	1991

Η έκταση του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' ανέρχεται στα 475.982 m², πληροφορία η οποία δίνεται στη ΜΠΕ της μονάδας V φυσικού αερίου του σταθμού.

Όσον αφορά τις εισροές στη μονάδα IV, η κύρια πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο λιγνίτης των Ορυχείων της περιοχής Μεγαλόπολης, ενώ η μονάδα χρησιμοποιεί ως δευτερεύουσα επιλογή καυσίμου το πετρέλαιο diesel για την έναυση των λεβήτων και του συστήματος αποθείωσης σε έκτακτη ανάγκη και τη συντήρηση της φλόγας στο φλογοθάλαμο όταν αυτό χρειάζεται. Ο ασβεστόλιθος, ως πρώτη ύλη στις εισροές, χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία της αποθείωσης και τα προϊόντα του στη διαχείριση της ιπτάμενης τέφρας. Τέλος, ο λιθάνθρακας χρησιμοποιήθηκε για μικρή περίοδο για εμπλουτισμό του λιγνίτη για ενίσχυση της θερμογόνου δύναμής του.

Οι ποσότητες των πρώτων υλών που έχουν καταγραφεί από τη μονάδα είναι σε ετήσια βάση για τα έτη 2001÷2014 και η μονάδα μέτρησης του λιγνίτη και του λιθάνθρακα είναι ο μετρικός τόνος (t), του ασβεστόλιθου ο τόνος (tn) και του πετρελαίου diesel είναι τα χιλιάδες λίτρα (klit). Οι ετήσιες εισροές παρουσιάζονται για την καλύτερη κατανόηση και σε μορφή πινάκων, για όλες τις πρώτες ύλες, και διαγραμμάτων, μόνο για το βασικό και δευτερεύον καύσιμο, ακολούθως.

Πίνακας 11. Ετήσιες εισροές πρώτων υλών στη μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ (Μέρος 1)

(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.)

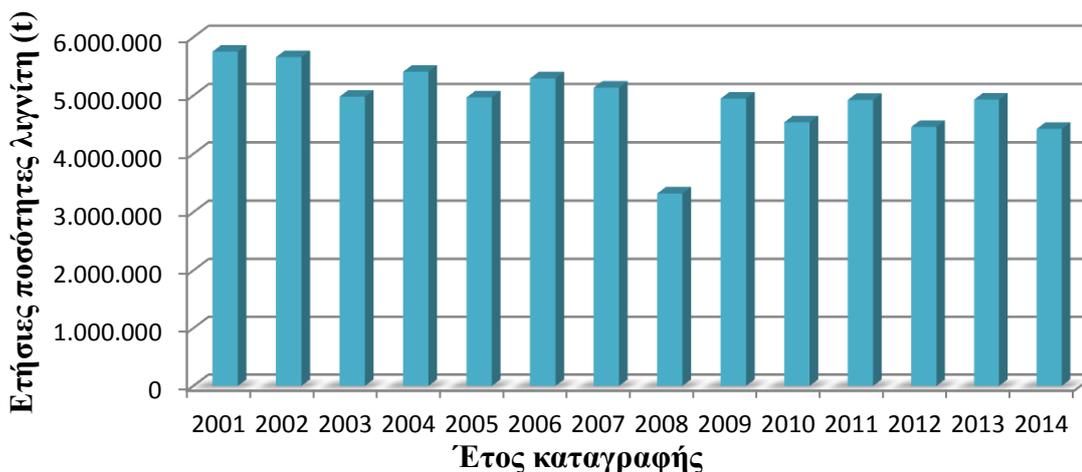
Κατανάλωση	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Λιγνίτης (t)	5.752.024	5.658.563	4.979.000	5.406.390	4.966.698	5.293.378	5.133.664
Λιθάνθρακας (t)	0	0	0	0	0	0	0
Λιγνίτης (σύνολο) (t)	5.752.024	5.658.563	4.979.000	5.406.390	4.966.698	5.293.378	5.133.664
Ασβεστόλιθος (tn)	-	-	-	-	165.904	145.013	161.535
Diesel (klit)	-	3.762	5.986	2.836	7.095	2.943	3.314

Πίνακας 12. Ετήσιες εισροές πρώτων υλών στη μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ (Μέρος 2)

(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.)

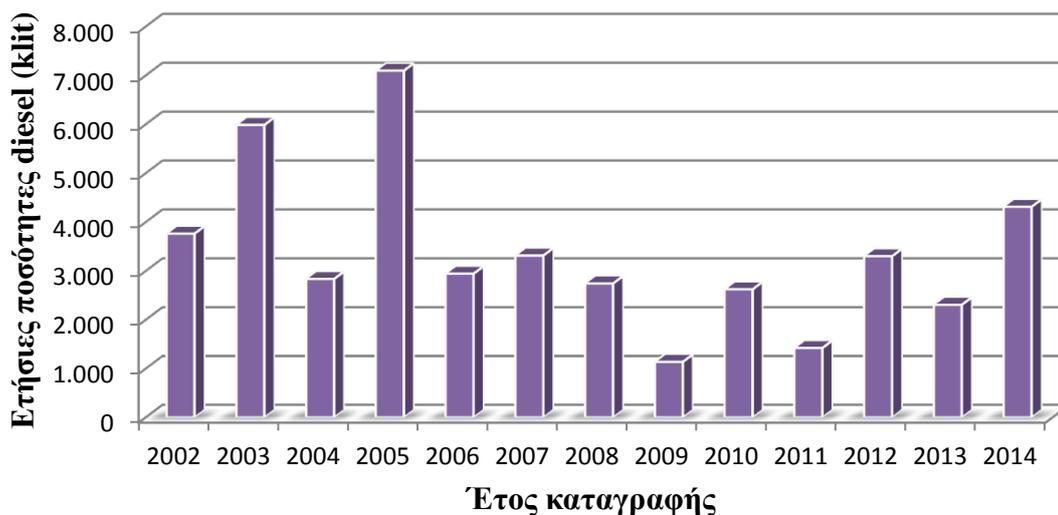
Κατανάλωση	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Λιγνίτης (t)	3.318.898	4.947.389	4.537.826	4.923.062	4.459.456	4.927.893	4.427.263
Λιθάνθρακας (t)	0	0	2.268	635	2.083	756	0
Λιγνίτης (σύνολο) (t)	3.318.898	4.947.389	4.540.094	4.923.697	4.461.539	4.928.649	4.427.263
Ασβεστόλιθος (tn)	125.220	233.426	200.044	241.059	226.351	221.035	179.547,55
Diesel (klit)	2.744	1.137	2.624	1.420	3.301	2.307	4.311,87

Εισροές βασικής πρώτης ύλης - καυσίμου



Διάγραμμα 9. Χρονοσειρά εισροών βασικής πρώτης ύλης, λιγνίτη, μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄

Εισροές δευτερεύοντος καυσίμου



Διάγραμμα 10. Χρονοσειρά εισροών δευτερεύοντος καυσίμου, diesel, μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄

Οι ετήσιες εκροές ηλεκτρικής ενέργειας από τη μονάδα IV καθορίζονται σύμφωνα με τις οδηγίες που εκδίδονται από τον Ανεξάρτητο Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ) Α.Ε., οι οποίες βασίζονται σε προγραμματισμό αξιόπιστης, ασφαλούς, σταθερής και οικονομικότερης λειτουργίας του συνολικού συστήματος παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας. Συνεπώς, η μονάδα IV, που αποτελεί μονάδα βάσης, λειτουργεί σε συνθήκες μεταβλητού φορτίου όλο το

24ωρο, ανάλογα με τη ζήτηση και τον προγραμματισμό του ΑΔΜΗΕ, και τίθεται εκτός λειτουργίας ένα μήνα περίπου ετησίως για συντήρηση.

Έως και το 2001 σύμφωνα με τα στοιχεία της ΔΕΗ για τις εκροές υπάρχει καταγραφή για την εξαχθείσα ενέργεια, την ενέργεια δηλαδή που διοχετεύεται στο δίκτυο μεταφοράς από τη μονάδα. Από το 2002 και μετά καταγράφονται και τα τρία μεγέθη χρήσης της ενέργειας στην έξοδο της μονάδας, δηλαδή της παραχθείσας ενέργειας, της ενέργειας δηλαδή που αποτελεί τη συνολική παραγωγή της, της εξαχθείσας ενέργειας και της ποσότητας ενεργειακής κατανάλωσης, δηλαδή το μέρος της ενέργειας που παράγεται και χρησιμοποιείται για ιδιοκατανάλωση για την εύρυθμη λειτουργία της μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β'. Τα στοιχεία των ανωτέρω μεγεθών παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν, αλλά και στο ραβδόγραμμα του διαγράμματος 11 για διευκόλυνση της κατανόησης.

Πίνακας 13. Ετήσιες εκροές ηλεκτρικής ενέργειας από τη Μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' (Μέρος 1)

(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Εξαχθείσα ενέργεια (MWh)	804.103	1.701.841	1.709.003	1.704.131	1.927.140	1.755.793	1.691.332	2.007.039	1.913.175	1.849.317	1.997.344

Πίνακας 14. Ετήσιες εκροές ηλεκτρικής ενέργειας & Βαθμός απόδοσης της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' (Μέρος 2)

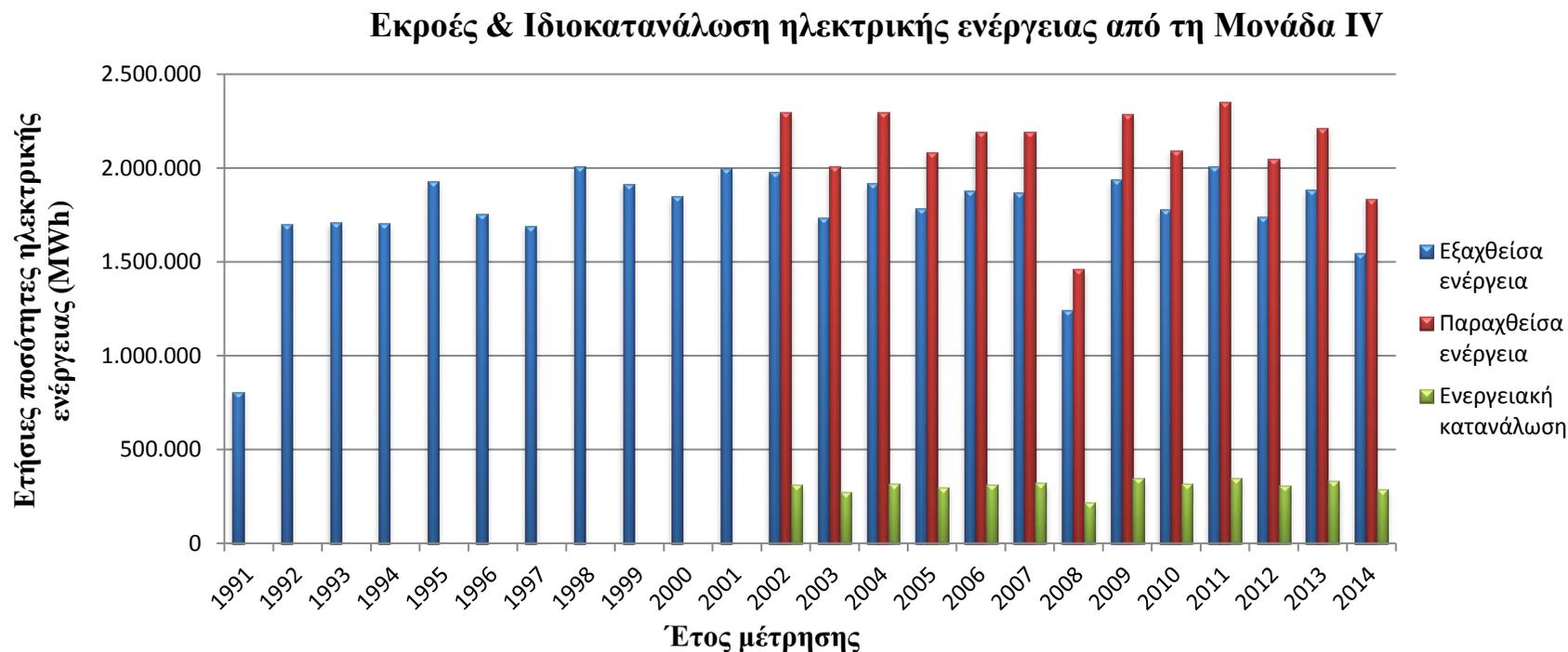
(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Παραχθείσα ενέργεια (MWh)	2.296.520	2.007.980	2.296.520	2.084.610	2.193.180	2.191.360	1.461.030	2.284.840	2.093.460	2.353.710	2.047.290	2.212.940	1.835.910
Εξαχθείσα ενέργεια (MWh)	1.980.416	1.732.948	1.918.540	1.786.131	1.878.981	1.868.981	1.244.602	1.937.058	1.777.071	2.006.802	1.741.867	1.882.928	1.545.919
BA (επί παραχθείσας) (%)	36,84	36,89	37,29	37,55	36,78	34,65	35,98	37,23	36,19	36,15	36,05	36,54	36,75
BA (επί εξαχθείσας) (%)	31,80	31,84	31,98	32,18	31,51	29,55	30,65	31,56	30,72	30,82	30,67	31,09	30,94

Πίνακας 15. Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β'

(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ενεργειακή κατανάλωση (MWh)	313.780	275.033	318.450	298.479	314.199	322.379	216.429	347.782	316.389	346.908	305.423	330.012	289.991



Διάγραμμα 11. Χρονοσειρές εκροών παραχθείσας ενέργειας, εξαχθείσας ενέργειας και ενεργειακής κατανάλωσης Μονάδας IV

Εκτός από την πρώτη χρονιά λειτουργίας (1991) και το 2008, η μονάδα παρουσιάζει μια σταθερή σχεδόν, μικρής απόκλισης, εικόνα ως προς όλες τις ποσότητες ενέργειας που παράγει, εξάγει και καταναλώνει ανά χρονιά.

Στον πίνακα 14 υπάρχουν και στοιχεία για το βαθμό απόδοσης της μονάδας IV. Ο βαθμός απόδοσης είναι υπολογισμένος σε δύο εκδοχές, επί της παραχθείσας και επί της εξαχθείσας ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς βάσει της παραχθείσας ενέργειας βλέπουμε το συνολικό βαθμό απόδοσης

της μονάδας χωρίς να αφαιρέσουμε την ενέργεια που καταναλώνεται στη μονάδα, ενώ βάσει της εξαχθείσας ενέργειας βλέπουμε με τι βαθμό απόδοσης εισέρχεται η μονάδα στο δίκτυο και πόση ενέργεια τελικά διαθέτει για την εξυπηρέτηση της ζήτησης.

Οι εκπομπές από τη μονάδα IV στην ατμόσφαιρα αφορούν στους ρύπους - διοξείδιο του θείου (SO₂), οξείδια του αζώτου (NO_x), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου έως 10μm (PM₁₀) και σκόνη (dust) - και σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το σημαντικότερο αέριο συστατικό των αερίων που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατηγορούνται για την κλιματική αλλαγή. Τα στοιχεία αυτά που μετρώνται στις εκπομπές τίθενται ως απαραίτητα για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων της λειτουργίας της μονάδας τόσο από κράτος όσο και από τη διοίκηση της ίδιας της μονάδας.

Οι ποσότητες των εκπεμπόμενων ρύπων μετρώνται από την έναρξη της λειτουργίας της μονάδας, καθώς υποχρεούται και από την Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ). Από το 2000 και μετά με την εγκατάσταση του συγκροτήματος αποθείωσης παρατηρείται μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου, ενώ μετά το 2007 οι εκπομπές αυτές μειώνονται ακόμα περισσότερο λόγω έργων βελτίωσης στο συγκρότημα.

Τέλος, για τις εκπεμπόμενες ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) διατέθηκαν μετρήσεις από το 2005 έως το 2014.

Πίνακας 16. Ετήσιες ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων από τη λειτουργία της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' (Μέρος 1)

(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.- E-PRTR <http://prtr.ec.europa.eu>)

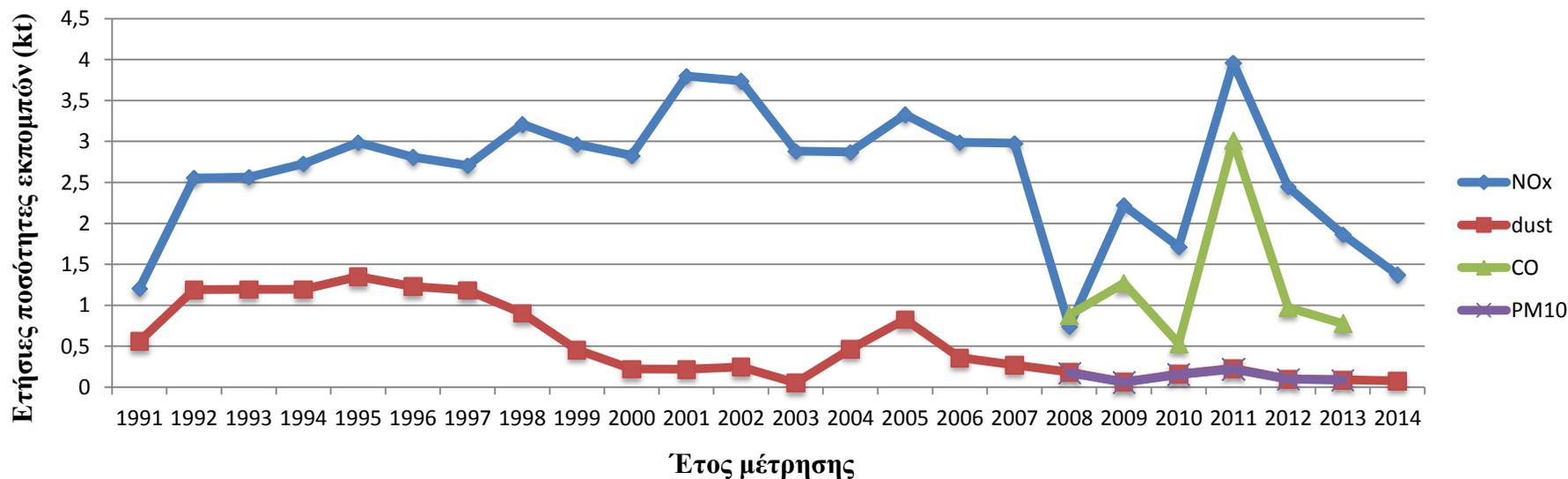
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
SO₂ (kt)	30,401	78,285	76,905	78,22	88,263	80,415	77,378	91,822	77,484	27,037	28	55,106	56,263	33,652
NO_x (kt)	1,206	2,553	2,564	2,727	2,987	2,809	2,706	3,211	2,965	2,829	3,8	3,74	2,883	2,872
dust (kt)	0,563	1,191	1,196	1,193	1,349	1,229	1,184	0,903	0,459	0,222	0,22	0,248	0,053	0,466

Πίνακας 17. Ετήσιες ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων από τη λειτουργία της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' (Μέρος 2)

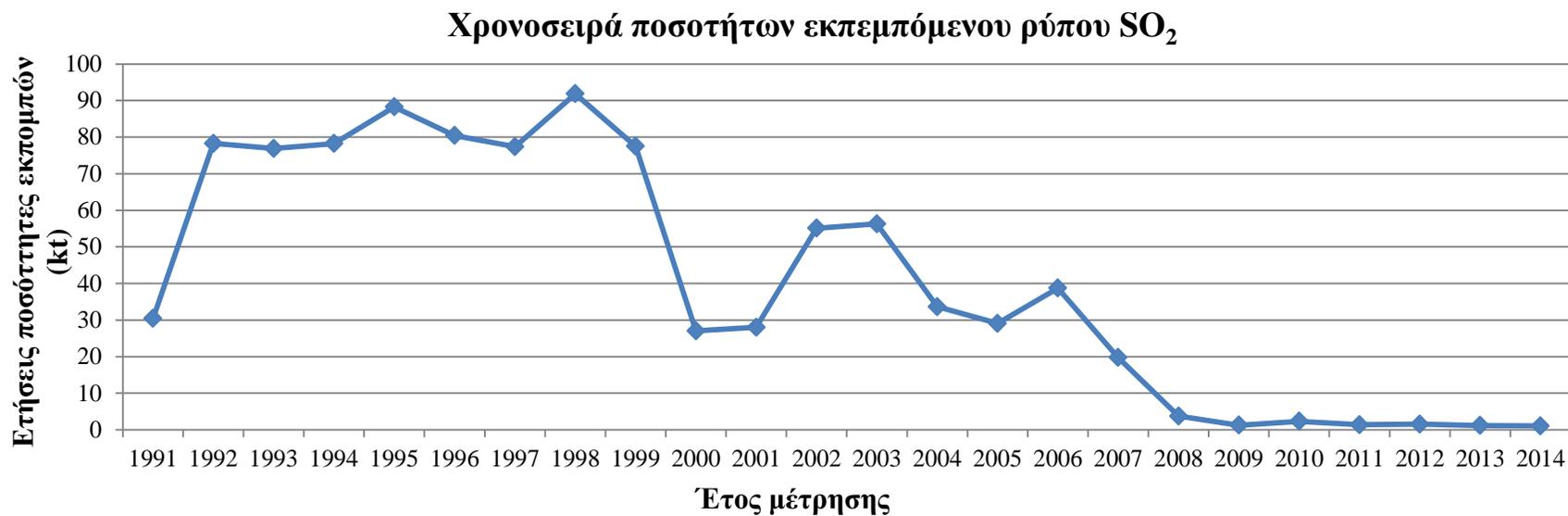
(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.- E-PRTR <http://prtr.ec.europa.eu>)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
SO ₂ (kt)	29,077	38,74	19,76	3,726	1,261	2,324	1,396	1,525	1,168	1,049
NO _x (kt)	3,33	2,99	2,98	0,743	2,217	1,718	3,962	2,445	1,867	1,373
dust (kt)	0,827	0,36	0,27	0,185	0,062	0,162	0,231	0,103	0,091	0,0783
CO (kt)				0,881	1,27	0,534	3,01	0,974	0,777	
PM ₁₀ (kt)				0,176	0,0592	0,154	0,22	0,0979	0,0865	

Χρονοσειρές ποσοτήτων εκπεμπόμενων ρύπων (NO_x, dust, CO, PM₁₀)



Διάγραμμα 12. Χρονοσειρές ποσοτήτων εκπεμπόμενων ρύπων από τη Μονάδα IV



Διάγραμμα 13. Χρονοσειρά ποσοτήτων εκπεμπόμενου διοξειδίου του θείου (SO₂) από τη μονάδα IV

Πίνακας 18. Ετήσιες ποσότητες εκπεμπόμενου Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) από τη λειτουργία της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β'

(Πηγή: ΔΙΠΠ ΔΕΗ Α.Ε)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
CO ₂ (t)	3.151.497	3.422.536	3.329.512	2.190.791	2.914.168	2.694.745	3.009.880	2.658.081	2.847.872	2.418.698



Διάγραμμα 14. Χρονοσειρά εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από τη Μονάδα IV

5.2 Επεξεργασία δεδομένων

Ένας βαθμός επεξεργασίας των δεδομένων από τη μονάδα πραγματοποιήθηκε στην προηγούμενη ενότητα με στόχο την παρουσίαση τους. Η παρούσα ενότητα έχει ως στόχο τη χρήση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής που ακολουθεί, κάτι που σημαίνει ότι θα πρέπει να αξιολογηθούν τα δεδομένα εισροής και εκροής για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ως προς τα περιγραφικά στατιστικά που μπορούν να αποτυπώσουν και να μας δώσουν μια εικόνα για το σύνολο των δεδομένων κάθε κατηγορίας.

Για μικρό αριθμό παρατηρήσεων, όπως είναι οι μετρήσεις για τα χρόνια που διατίθενται και τα διάφορα μεγέθη της μονάδας, χρησιμοποιούνται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για την απεικόνιση της κεντρικής τάσης και της διακύμανσης των δεδομένων.

Συγκεκριμένα, για την ενέργεια η οποία παράγεται από την μονάδα υπάρχει η εξής ιδιομορφία. Μέχρι το 2002 τα δεδομένα που υπάρχουν αφορούν αποκλειστικά σε εξαχθείσα ενέργεια, ενώ για την ιδιοκατανάλωση και επομένως τη διαφορά μεταξύ παραχθείσας και εξαχθείσας υπάρχουν δεδομένα από το 2002 και μετά. Με δεδομένο αυτό, για τον υπολογισμό των στατιστικών μεγεθών και της ακόλουθης ανάλυσης, θεωρούμε ότι μέχρι και το 2001 η εξαχθείσα ενέργεια είναι και παραχθείσα.

Για τον υπολογισμό της μέσης τιμής της παραχθείσας ενέργειας για τα έτη 1991÷2014 χρησιμοποιείται ο μαθηματικός τύπος

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (5.2.1)$$

και για την τυπική απόκλιση ο μαθηματικός τύπος

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (5.2.2)$$

όπου N ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων στον πληθυσμό, που μελετάται, εδώ είναι ο αριθμός των ετήσιων παραχθεισών ενεργειών, δηλαδή N=24.

Από τα δεδομένα των πινάκων 13 και 14 προκύπτει ότι η μέση παραχθείσα ενέργεια είναι ίση με **1.934.148,667 MWh**, ενώ η τυπική απόκλιση είναι ίση με **330.070,445 MWh**.

Για την ενεργειακή κατανάλωση έχουμε, αντίστοιχα, μέση τιμή **307.327,321 MWh** και η τυπική απόκλιση **32.730,766 MWh**.

Συνεπώς, θα μπορούσαμε να συνεχίσουμε την παρακάτω διαδικασία αναφέροντας αναλυτικά για όλες τις εισροές και εκροές του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β', ωστόσο για την καλύτερη και πιο εύληπτη παρουσίαση των στατιστικών μεγεθών ακολουθεί ο πίνακας 19, στον οποίο φαίνονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις όλων των εισροών και εκροών.

Πίνακας 19. Μέσες τιμές & Τυπικές αποκλίσεις ποσοτήτων πρώτων υλών

Εισροές Πρώτων Υλών			
	Μονάδες Μέτρησης	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση
Λιγνίτης	t	4.909.393	587.292
Λιθάνθρακας	t	1.436	744
Λιγνίτης (σύνολο)	t	4.909.803	587.078
Ασβεστόλιθος	tn	189.913	38.208
Diesel	klit	3.368	1.596
Εκπομπές			
SO ₂	kt	40,802	32,150
NO _x	kt	2,645	0,752
dust	kt	0,535	0,450
CO	kt	1,241	0,821
PM ₁₀	kt	0,132	0,056
CO ₂	t	2.863.778	368.501,011

5.3 Εκτίμηση και αξιολόγηση περιβαλλοντικού κινδύνου με τη χρήση του FMEA

Βάσει της Κ.Υ.Α. Η.Π. 33437/1904/Ε103/29.07.2008 (ΦΕΚ 1634 Β') «Έγκριση Εθνικού Σχεδίου Μείωσης των Εκπομπών (ΕΣΜΕ) στην ατμόσφαιρα, ορισμένων ρύπων από υφιστάμενες μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, σύμφωνα με το άρθρο 4 (παραγ. Γ' εδ. 8) της υπ. αριθ. 29457/1511/2005 κοινής υπουργικής απόφασης «Καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων που προέρχονται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/80/ΕΚ «για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων από μεγάλες εγκαταστάσεις», του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2001 (Β'992)» καθορίζονται τα ισχύοντα από 01.01.2008 άνω όρια των ετήσιων εκπομπών ρύπων των μονάδων που εντάσσονται στο ΕΣΜΕ.

Οι μέγιστες τιμές ανοχής για τα έτη μετά του 2008 για τους εκπεμπόμενους ρύπους που καθορίζονται από την απόφαση, δηλαδή για SO₂, NO_x και αιωρούμενα σωματίδια dust φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 20. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές εκπομπών αέριων ρύπων

Εκπεμπόμενος Ρύπος	Μέγιστες τιμές εκπομπών αέριων ρύπων	
	SO ₂ (t/yr)	2008-2015
πέραν του 2016		11.840
NO _x (t/yr)	2008-2015	5.550
	2016-2017	2.220
	πέραν του 2017	2.220
Αιωρούμενα σωματίδια (dust) (t/y)	πέραν του 2008	1.110

Θα πρέπει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι οι οριακές τιμές ποσοτήτων των αέριων ρύπων μετρούμενες σε μονάδα μέτρησης mg/Nm³ είναι αυστηρότερες και στην ανωτέρω απόφαση, αλλά και στην απόφαση 36060/1155/E.103/13.06.2013 «Καθορισμός πλαισίου κανόνων, μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης του περιβάλλοντος από βιομηχανικές δραστηριότητες, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2010/75/ΕΕ «περί βιομηχανικών εκπομπών (ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης)» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Νοεμβρίου 2010. (ΦΕΚ 1450 Β΄) που επιβάλλει αυστηρότερα όρια.

Όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για τα έτη 2008-2012 τα δικαιώματα εκπομπής για τη μονάδα IV ήταν 2.196.037 t CO₂ ετησίως (ETS), ενώ για την πρώτη περίοδο εφαρμογής 2005÷2007 τα δικαιώματα εκπομπής ανήλθαν στα 2.604.880 t CO₂ ετησίως (ETS). Για την περίοδο 2013-2020 δεν υπάρχουν κατανεμημένα δικαιώματα στη μονάδα.

Βάσει των ανωτέρων τιμών και των ετήσιων ποσοτήτων των αέριων εκπομπών των πινάκων 17 και 18 προκύπτει ότι για τις ποσότητες των SO₂, NO_x και dust οι εκπεμπόμενες ποσότητες ήταν εντός ορίων, για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), όμως, οι ποσότητες για την πρώτη περίοδο εφαρμογής του ETS υπερέβησαν τα όρια, αλλά και για όλα τα έτη εκτός του 2008 για την επόμενη περίοδο.

Αν αυτό το συμπέρασμα χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο για την εκτίμηση των αστοχιών του υπό μελέτη συστήματος που οδήγησαν ή μπορεί να οδηγήσουν σε υπερβάσεις

εκπομπών και βάσει του διαγράμματος 8 ροής του συστήματος, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας από την εφαρμογή της μεθοδολογίας FMEA για την παρούσα μελέτη περίπτωσης.

Πίνακας 21. Εφαρμογή μεθοδολογίας FMEA στη παραγωγική διαδικασία της Μονάδας IV

Function	Potential Failure Mode	Potential Effects of failure	S	Potential Causes of Failure	O	Current Process Control	D	RPN	CRITICALITY	Recommended Actions
Διαχωρισμός αιωρούμενων σωματιδίων στα Η/Φ	Μη λειτουργία / Περιορισμένη λειτουργία	Περιορισμένη καύση λιγνίτη	8	Μη λειτουργία ηλεκτροδίου	2	Έλεγχος λειτουργίας ρεύματος	2	32	16	Άμεση συντήρηση Η/Φ
		Μεγαλύτερες εκπομπές	7		2	Έλεγχος δημιουργίας ηλεκτρικού πεδίου	2	28	14	
Μεταφορά τέφρας στους ταινιόδρομους	Μη λειτουργία / Περιορισμένη λειτουργία συστήματος διαβροχής	Μεγαλύτερες εκπομπές σκόνης	8	Περιορισμένη κυκλοφορία νερού	2	Έλεγχος ποσότητας νερού	2	32	16	Έλεγχος και της ποσότητας της δεξαμενής νερού
Λειτουργία πύργου ψύξης	Μη λειτουργία πύργου ψύξης	Αποβολή θερμότητας καμινάδας	6	Διαρροή νερού	4	Έλεγχος πιθανών διαρροών – ποσοτήτων νερού	4	96	24	Έλεγχος δεξαμενής νερού

5.4 Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) Μονάδας IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄

Για την αποτύπωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της δραστηριότητας – παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – της μονάδας IV θα χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία ΑΚΖ, όπως περιγράφηκε στο 2^ο κεφάλαιο, αλλά και στην περιγραφή της μεθοδολογίας του 3^{ου} κεφαλαίου.

Η λειτουργική μονάδα του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ορίζεται συνήθως η 1 kWh. Στην περίπτωση μας λόγω του μεγέθους του εργοστασίου και των μεγάλων ετήσιων ποσοτήτων που διοχετεύει στο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας, ορίζεται η 1 MWh. Όσον αφορά τη χρήση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας από επόμενους ερευνητές, η αναγωγή σε 1 kWh είναι εφικτή και εύκολη, καθώς η 1 MWh είναι ίση με 1.000 kWh, επομένως δεν χρειάζεται παρά να πολλαπλασιάσουν ή να διαιρέσουν όπου χρειάζεται με τον αριθμό 1.000.

Για τον ορισμό των ορίων του συστήματος, όπως ορίζεται στην ΑΚΖ, χρησιμοποιείται το διάγραμμα 8. Εκτός από τις δραστηριότητες της εξόρυξης λιγνίτη και της απόθεσης, οι διεργασίες που περιλαμβάνονται ως κύριες και δευτερεύουσες στο διάγραμμα 8 είναι εντός των ορίων του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΑΚΖ.

Τις εισροές του συστήματος αποτελούν οι πρώτες ύλες καυσίμων – λιγνίτη, λιθάνθρακα - και βασικών προϊόντων – ασβεστόλιθου - που χρησιμοποιούνται σε επιμέρους διεργασίες του συστήματος. Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι επειδή ο λιθάνθρακας χρησιμοποιήθηκε λίγα χρόνια και για ενίσχυση του λιγνίτη και για την πιο αξιόπιστη χρήση των μέσων τιμών, για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα χρησιμοποιηθεί η μέση τιμή του λιγνίτη ως σύνολο των ποσοτήτων λιγνίτη και λιθάνθρακα.

Επίσης, εισροή θεωρείται και η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται κατά την παραγωγική διαδικασία και το πετρέλαιο diesel που χρησιμοποιείται ως έκτακτη εισροή ενέργειας σε περίπτωση μη διαθέσιμου καυσίμου-πρώτης ύλης. Για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα χρησιμοποιηθούν οι μέσες τιμές των εισροών του πίνακα 19 και της ενεργειακής κατανάλωσης.

Τις εκροές του συστήματος αποτελούν η παραχθείσα ηλεκτρική ενέργεια, της οποίας η μέση τιμή χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς αναγωγής των μεγεθών στη λειτουργική μονάδα της 1 MWh παραχθείσας ενέργειας, οι αέριες εκπομπές ρύπων που μετρούνται ετησίως, αλλά και η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Ο πίνακας που ακολουθεί αποτελεί των πίνακα εισροών – εκροών, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη Μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄, ανηγμένων στην παραγωγή 1 MWh.

Πίνακας 22. Εισροές – Εκροές της Μονάδας IV για την παραγωγή 1 MWh ηλεκτρικής ενέργειας

	Μονάδες	Ανηγμένη ποσότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
ΕΙΣΡΟΕΣ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ		
Λιγνίτης	t/MWh	2,5385
Ασβεστόλιθος	tn/MWh	0,0982
ΕΙΣΡΟΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
Ηλεκτρική ενέργεια	MWh/MWh	0,1589
Πετρέλαιο diesel	klit/MWh	0,0017
ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ		
CO ₂	kt/MWh	0,0015
SO ₂	kt/MWh	2,11E-05
NO _x	kt/MWh	1,37E-06
CO	kt/MWh	6,42E-07
PM ₁₀	kt/MWh	6,84E-08
dust	kt/MWh	2,77E-07

Η εκτίμηση των επιπτώσεων ξεκινάει επιλέγοντας τις κατηγορίες των επιπτώσεων και συνεχίζει με τη χρήση των δεικτών κατηγοριοποίησης και των μοντέλων χαρακτηρισμού.

Βάσει του μοντέλου Eco Indicator '99 οι κατηγορίες για τις επιπτώσεις είναι τρεις: η ποιότητα οικοσυστήματος, η ανθρώπινη υγεία και οι φυσικοί πόροι και κάθε μία από αυτές έχει τον δείκτη που χαρακτηρίζεται την επίπτωση που θα προξενήσει το στοιχείο του υπό μελέτη συστήματος που χρησιμοποιείται ή εκπέμπεται.

Αναλυτικότερα, ο δείκτης που περιγράφει και ποσοτικοποιεί την υποβάθμιση της ποιότητας του οικοσυστήματος είναι το αναμενόμενο περιβάλλον – μέρος του

οικοσυστήματος που χάνεται, δηλαδή εκφράζει το απειλούμενο από τη δραστηριότητα οικοσύστημα ανά μονάδα επιφάνειας και ανά έτος εκφρασμένο στη μονάδα PDF(Potentially Disappeared Fraction)*m²*yr.

Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία εκφράζονται με το δείκτη DALY, που ουσιαστικά δείχνει την αναμενόμενη μείωση του μέσου όρου της ανθρώπινης ζωής (Disability Adjusted Life Years) και ποσοτικοποιούνται με μονάδα μέτρησης persons*year, δηλαδή πόσοι θάνατοι προκαλούνται το χρόνο.

Τέλος, ο δείκτης για τους φυσικούς πόρους είναι η κατανάλωσή τους που ισοδυναμεί με εξάντληση του φυσικού πόρου που χρησιμοποιείται και ποσοτικοποιείται με μονάδα μέτρησης MJ/kg εξορυσσόμενου πόρου.

Βάσει του μοντέλου που θα χρησιμοποιούμε, Eco Indicator '99, τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται ή εκπέμπονται ταξινομούνται ανάλογα με την επιρροή που ασκούν στις ανωτέρω κατηγορίες επιπτώσεων. Συγκεκριμένα, για την περίπτωση της εργασίας:

- Ποιότητα του οικοσυστήματος:
 - Επιπτώσεις λόγω συνδυασμένης επίδρασης της αύξησης της οξύτητας της ατμόσφαιρας και του ευτροφισμού (την αύξηση δηλαδή των θρεπτικών συστατικών στο οικοσύστημα που οδηγούν σε ανεπιθύμητες επιπτώσεις για τους πληθυσμούς του οικοσυστήματος): NO_x, SO₂.
 - Επιπτώσεις λόγω χρήσης γης: Χρήση ως βιομηχανική περιοχή.
- Ανθρώπινη υγεία:
 - Αναπνευστικά προβλήματα από εκπομπή ανόργανων ουσιών: PM₁₀, dust, NO_x, SO₂.
 - Βλάβες στην ανθρώπινη υγεία λόγω κλιματικής αλλαγής: CO₂
- Εξάντληση φυσικών πόρων
 - Επιπτώσεις από εξόρυξη ορυκτών καυσίμων: Κατανάλωση λιγνίτη, λιθάνθρακα, ασβεστόλιθου και πετρελαίου diesel.

Αφού αναγνωρίστηκαν οι επιπτώσεις που μπορεί να προκληθούν, το επόμενο βήμα είναι η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων αυτών με τους δείκτες χαρακτηρισμού και τα μεγέθη τους σε κάθε κατηγορία. Χρησιμοποιώντας, δηλαδή, τα αποτελέσματα του

πίνακα 22 και τα στοιχεία των δεικτών του μοντέλου, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας των αποτελεσμάτων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Πυροβολάκης Α. & Γεωργακέλος Δ., 2005; PRè Consultants b.v, 2001; Pang B., Wang Y., Zhang J., 2012).

Η πυκνότητα του πετρελαίου diesel που χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς για τη μετατροπή των klit σε kg είναι ίση με $0,839 \text{ kg/m}^3$ (Μαμάσης Ν. & Στεφανάκος Ι., 2011).

Πίνακας 23. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση ή εκπομπή στοιχείων ανά MWh παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Κατηγορία	Στοιχείο – Επίπτωση	Ποσότητα στοιχείου	Δείκτης κατηγοριοποίησης	Εκτίμηση επιπτώσεων
Ποιότητα οικοσυστήματος	SO ₂ (λόγω οξύτητας και ευτροφισμού)	2,11E-05 kt	2,03E-04 (PDF*m ² *yr/kg)	4,28E-03 PDF*m ² *yr
	NO _x (λόγω οξύτητας και ευτροφισμού)	1,37E-06 kt	1,11E-03 (PDF*m ² *yr/kg)	1,52E-03 PDF*m ² *yr
	Βιομηχανική περιοχή (επιπτώσεις λόγω χρήσης γης)	475.982 m ²	1,64E-04 (PDF*m ² *yr/m ²)	7,81E+01 PDF*m ² *yr
Σύνολο υποβάθμισης της ποιότητας του οικοσυστήματος				78,0669 PDF*m²*yr
Ανθρώπινη υγεία	SO ₂ (Αναπνευστικά προβλήματα)	2,11E-05 kt	3,55E-03 (DALY/kg)	7,49E-02 DALY
	NO _x (Αναπνευστικά προβλήματα)	1,37E-06 kt	5,76E-03 (DALY/kg)	7,89E-03 DALY
	dust (Αναπνευστικά προβλήματα)	2,77E-07 kt	4,55E-02 (DALY/kg)	1,26E-02 DALY
	PM ₁₀ (Αναπνευστικά προβλήματα)	6,84E-08 kt	2,44E-02 (DALY/kg)	1,67E-03 DALY
	CO ₂ (βλάβες λόγω κλιματικής αλλαγής)	0,0015 kt	1,36E-05 (DALY/kg)	2,04E-02 DALY
Σύνολο επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία				0,1175 DALY
Φυσικοί πόροι	Λιγνίτης (εξάντληση φυσικών πόρων)	2,5385 t	1,02E-06(MJ/kg)	2,59E-03 MJ
	Ηλεκτρική ενέργεια από λιγνίτη (εξάντληση φυσικών πόρων)	0,1589 MWh	1,02E-06(MJ/MJ)	5,83E-04 MJ
	Ασβεστόλιθος (εξάντληση φυσικών πόρων)	0,0982 tn	2,04E-02 (MJ/kg)	2,00E+00 MJ
	Πετρέλαιο diesel (εξάντληση φυσικών πόρων)	14,263 t	1,71E-05 (MJ/kg)	2,44E-01 MJ
Σύνολο επίπτωσης προς εξάντληση φυσικών πόρων				2,3678 MJ

Στη συνέχεια σταθμίζοντας τα αποτελέσματα των επιμέρους συνόλων των κατηγοριών με συντελεστές βαρύτητας του μοντέλου μετατρέπουμε τα ποσά σε κοινή μονάδα μέτρησης, την ECO 99 unit, που χαρακτηρίζει και το μοντέλο. Οι συντελεστές βαρύτητας αλλά και τα τελικά αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 24. Συντελεστές βαρύτητας & συνολικά αποτελέσματα ανά κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Κατηγορία	Συντελεστής Βαρύτητας	Μονάδα	Συνολική επίπτωση	Συνολική επίπτωση κοινής μονάδας
Ποιότητα οικοσυστήματος	400	ECO 99 unit/PDF*m ² *yr	78,0669 PDF*m ² *yr	31.226,76 ECO 99 unit
Ανθρώπινη υγεία	400	ECO 99 unit/DALY	0,1175 DALY	47 ECO 99 unit
Φυσικοί πόροι	200	ECO 99 unit/MJ	2,3678 MJ	473,56 ECO 99 unit

Από τα αποτελέσματα του ανωτέρω πίνακα προκύπτει ότι η υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος αποτελεί τη σημαντικότερη περιβαλλοντική επίπτωση που προκύπτει από την επιχειρηματική δραστηριότητα της μονάδας IV, καθώς καταλαμβάνει το 98% της συνολικής επίπτωσης. Κι αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η έκταση του σταθμού και η χρήση του ως βιομηχανική περιοχή είναι ιδιαίτερος μεγάλη.

Αν εξαιρούσαμε από την ποιότητα του οικοσυστήματος το μέρος της χρήσης γης, τότε θα προέκυπτε ο παρακάτω πίνακας 25, όπου θα αφορούσε σε αποτελέσματα λόγω χρήσης πρώτων υλών και αέριων εκπομπών και επομένως, προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό επίπτωσης σημειώνεται στην εξάντληση των φυσικών πόρων με ποσοστό 90,57% επί του συνόλου των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το αποτέλεσμα θεωρείται λογικό, εφόσον κρίνουμε μόνο την επιχειρηματική δραστηριότητα ως παραγωγική διαδικασία και δεν εξετάσουμε το θέμα της χρήσης γης, που αποτελεί παράγοντα εξέτασης της συνολικού κύκλου ζωής της μονάδας IV.

Πίνακας 25. Συντελεστές βαρύτητας & συνολικά αποτελέσματα ανά κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων χωρίς υπολογισμό της εκμετάλλευσης βιομηχανικής περιοχής

Κατηγορία	Συντελεστής Βαρύτητας	Μονάδα	Συνολική επίπτωση	Συνολική επίπτωση κοινής μονάδας
Ποιότητα οικοσυστήματος	400	ECO 99 unit/PDF*m ² *yr	0,0058 PDF*m ² *yr	2,32ECO 99 unit
Ανθρώπινη υγεία	400	ECO 99 unit/DALY	0,1175 DALY	47 ECO 99 unit
Φυσικοί πόροι	200	ECO 99 unit/MJ	2,3678 MJ	473,56 ECO 99 unit

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Pang B., Wang Y., Zhang J., 2012, “Environmental Impact Assessment for a Chinese Pre-stressed Concrete Continuous Rigid-frame Bridge Based on LCA”, The 2012 World Congress on Advances in Civil, Environmental, and Materials Research (ACEM’ 12), August 26-30, 2012, Seoul, Korea

PRé Consultants b.v, 2001, *Eco-Indicator 99 methodology report - Annex I*, Amersfoort, The Netherlands.

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ Α.Ε.), Διεύθυνση Περιβάλλοντος Παραγωγής (ΔΠΠ).

Μαμάσης Ν. & Στεφανάκος Ι., 2011, *Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία - Ορυκτά καύσιμα και ενέργεια*, Τομέας Υδατικών Πόρων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Πυροβολάκης Α. & Γεωργακέλος Δ., 2005, “Εκτίμηση Κύκλου Ζωής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Τυπικό Ελληνικό Πετρελαϊκό Σταθμό”, Τεχν. Χρον. Επιστ. Εκδ. ΤΕΕ, τευχ. 1-2.

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΥΠΕΝ), Διεύθυνση Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης (ΔΠΠΑ), «(Διεύθυνση ΕΑΡΘ του ΥΠΕΧΩΔΕ) οικ. 161692/29.05.2006 ΚΥΑ για την "έγκριση περιβαλλοντικών όρων λειτουργίας του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β' της ΔΕΗ Α.Ε. στη Μεγαλόπολη Αρκαδίας"».

Ηλεκτρονικές Πηγές

Emissions Trading System (ETS), European Union Transaction Log , Available at: <http://ec.europa.eu/environment/ets/napInstallationInformation.do?registryName=Greece&napId=13812&allowancesForReserve=18751120&action=napHistoryParams&co>

[mmitmentPeriodCode=1&commitmentPeriodDesc=Phase+2+%282008-2012%29&allowancesForOperators=322796590](http://ec.europa.eu/environment/ets/napInstallationInformation.do?registryName=Greece&napId=1700&allowancesForReserve=9713298&action=napHistoryParams&commitmentPeriodCode=1&commitmentPeriodDesc=Phase+2+%282008-2012%29&allowancesForOperators=322796590)

Emissions Trading System (ETS), European Union Transaction Log, Available at:
<http://ec.europa.eu/environment/ets/napInstallationInformation.do?registryName=Greece&napId=1700&allowancesForReserve=9713298&action=napHistoryParams&commitmentPeriodCode=0&commitmentPeriodDesc=Phase+1+%282005-2007%29&allowancesForOperators=213487296>

European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR), Available at:
<http://prtr.ec.europa.eu>.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 Συμπεράσματα

Από την ανωτέρω ανάλυση δεδομένων της μελέτης περίπτωσης της Μονάδας IV προκύπτει ότι οι βασικές διαστάσεις της περιβαλλοντικής επίπτωσης από την επιχειρηματική δραστηριότητα αυτή είναι η βιομηχανική χρήση της περιοχής για το σκοπό της παραγωγικής διαδικασίας, η εξάντληση του λιγνίτη ως βασικού καυσίμου, αλλά και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τους εκπεμπόμενους ρύπους και τις υπερβάσεις τους.

Όσον αφορά στη βιομηχανική χρήση της περιοχής οι δράσεις αποκατάστασης θα πρέπει να προβλεφθούν και να σχεδιαστούν πριν την απόφαση για παύση λειτουργίας του εργοστάσιου, γεγονός που θα επέλθει και με την εξάντληση του τοπικού λιγνίτη της περιοχής. Η ΔΕΗ προκειμένου να περιορίσει την εξόρυξη λιγνίτη με σκοπό τη καλύτερη διαχείριση των κοιτασμάτων για τα επόμενα χρόνια, επέλεξε να εγκαταστήσει τη Μονάδα V φυσικού αερίου υψηλού βαθμού απόδοσης, όπως επίσης και τη δημιουργία φωτοβολταϊκού πάρκου στη Μεγαλόπολη ισχύος 50 MW, που όμως έως ώρας δεν έχει υλοποιηθεί.

Τέλος, προκειμένου να περιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και οι υπερβάσεις των εκπεμπόμενων ποσοτήτων ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα, η διοίκηση της μονάδας, αλλά κυρίως η ομάδα υλοποίησης του έργου έχει υιοθετήσει μέτρα προστασίας, εισάγοντας διατάξεις συγκράτησης των ρύπων. Ένα μέτρο συμπληρωματικό στα ανωτέρω είναι και η σχεδίαση και λειτουργία συστήματος διαχείρισης περιβάλλοντος σύμφωνα με τα πρότυπα της σειράς ISO 14000, το οποίο έχει πιστοποιηθεί κατά το πρότυπο ISO 14001:2004 με τις τακτικές υποχρεωτικές ανανεώσεις έως σήμερα.

Σε αυτό το σημείο είναι σκόπιμο να αναφερθεί το συμπέρασμα της μελέτης του Ελληνικού Ινστιτούτου Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας, η οποία αφορούσε στη διερεύνηση των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στους κατοίκους της

περιοχής που γειτνιάζει με τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης και στους εργαζόμενους (Μακρόπουλος Β., κ.ά., 2012). Σύμφωνα με τη μελέτη δεν διαπιστώθηκε αυξημένη επίπτωση νοσηρότητας από το αναπνευστικό σύστημα στις σπιρομετρήσεις που έγιναν στους εργαζόμενους της ΔΕΗ και στους μόνιμους κατοίκους Μεγαλόπολης και Τρίπολης· οι τελευταίοι παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές στις παραμέτρους μέτρησης, αλλά αυτό δεν υποδεικνύει κάτι νοσηρό για τους κατοίκους της Μεγαλόπολης, λόγω εντός των ορίων επιτρεπόμενης στατιστικής διαφοράς. Επίσης, παρατηρείται υστέρηση εμφάνισης στον υπό μελέτη πληθυσμό κακοήθων νεοπλασμάτων και μεγαλύτερη εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων σε σύγκριση με το σύνολο του πληθυσμού της Ελλάδας. Τέλος, η μελέτη αναδεικνύει και αποτελέσματα για τους εκπεμπόμενους ρύπους σε συμφωνία με τα αποτελέσματα που έχουν αναδειχθεί και από την παρούσα εργασία.

Επιστρέφοντας, όμως, στο αντικείμενο αυτής της εργασίας, θα αναπτυχθούν ακολούθως τα υφιστάμενα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος που χρησιμοποιούνται στη μονάδα – κάποια από αυτά έχουν αναφερθεί και στην ενότητα 4 της περιγραφής της μονάδας – αλλά και θα κατατεθούν, στη συνέχεια, ορισμένες προτάσεις για πρόσθετη διαχείριση των περιβαλλοντικών κινδύνων.

6.2 Υφιστάμενα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος

Η ΔΕΗ και η διοίκηση της μονάδας IV τόσο κατά τα στάδια της πρόβλεψης και κατασκευής του εργοστασίου όσο και κατά τη διάρκεια λειτουργίας υλοποίησαν και συνεχίζουν να υλοποιούν μια σειρά μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος και βελτίωσης της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς της μονάδας.

Πριν αναφερθούμε, όμως, σε αυτά σκόπιμο είναι να καταγραφούν σε αυτό το σημείο οι στρατηγικές που μπορεί να ακολουθήσει μια επιχείρηση, ώστε να μειώσει τις εκπομπές των ανεπιθύμητων περιβαλλοντικά αερίων (Φ. Ρήγας):

- Μείωση ή αποφυγή παραγωγής των ανεπιθύμητων αερίων.
- Εισαγωγή των παραγόμενων αερίων σε άλλες χημικές διεργασίες, ώστε να δημιουργηθούν διαφορετικές, λιγότερο επιβλαβείς ουσίες.

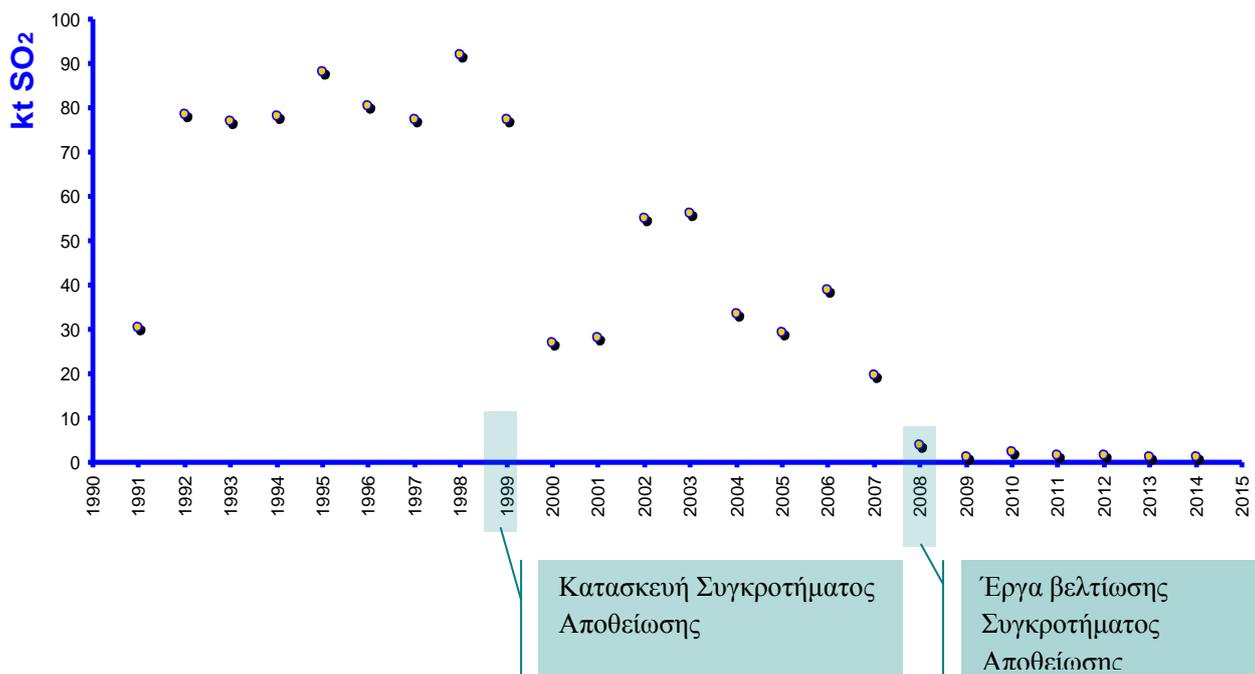
- Εκλεκτική απομάκρυνση των ανεπιθύμητων αερίων από ένα αέριο ρεύμα με απορρόφηση (μεταφορά των μορίων του αερίου σε ένα υγρό).
- Εκλεκτική απομάκρυνση με προσρόφηση (εναπόθεση των μορίων ενός αερίου σε μια στερεή επιφάνεια).

Τα πρωτογενή μέτρα κατά τη διάρκεια της καύσης αποτελούν μέτρα μείωσης της παραγωγής των εκπεμπόμενων αερίων, το συγκρότημα αποθείωσης αποτελεί μέθοδο απορρόφησης, ενώ τα ηλεκτροστατικά φίλτρα και τα σακκόφιλτρα μέτρα προσρόφησης. Αυτές οι επιλογές μείωσης των εκπεμπόμενων αερίων χρησιμοποιούνται στη Μονάδα IV και αναλύονται στις ακόλουθες παραγράφους.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά στη μείωση των εκπεμπόμενων ποσοτήτων διοξειδίου του θείου (SO₂) από την έναρξη της λειτουργίας του σταθμού (1991) συντελείται φυσική αποθείωση κατά τη διάρκεια της καύσης σε ποσοστό της τάξης 10 - 20%, ανάλογα και με την περιεκτικότητα του καυσίμου σε ασβέστιο, η οποία αποτελεί πρωτογενές μέτρο μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του θείου, σύμφωνα με τις παραγράφους 3.3.1 και 3.1.2 του Εγχειριδίου των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών για τις Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης (Ιούλιος 2006).

Για την περαιτέρω μείωση των εκπομπών SO₂, κατασκευάστηκε και λειτουργεί από το 1999 Συγκρότημα Αποθείωσης Καυσαερίων. Η μέθοδος Αποθείωσης που εφαρμόζεται είναι η υγρή, με χρήση ασβεστόλιθου και παραγωγή γύψου ως παραπροϊόν. Το έργο, συμβατικού τιμήματος 28 δις δρχ (τιμές 1995), στην περίοδο κατασκευής του ήταν μοναδικό στον κόσμο, ως προς το μέγεθος του. Η χρήση της υγρής μεθόδου αποτελεί Βέλτιστη Διαθέσιμη Τεχνική, σύμφωνα με τις Παραγράφους 3.3.2, 4.1.9.1.5, 4.4.5 (Πίνακας 4.61), 4.5.8 (Πίνακας 4.68) του εγχειριδίου ΒΔΤ.

Εντός του 2008 υλοποιήθηκαν έργα περαιτέρω βελτίωσης της λειτουργίας του συγκροτήματος αποθείωσης, συμβατικού τιμήματος 1,7 εκατ. €, με αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση της λειτουργίας του. Τα έργα βελτίωσης περιλάμβαναν εγκατάσταση και λειτουργία δυο νέων σφυρόμυλων ασβεστολίθου, νέου συστήματος υδροκυκλώνων και αναδευτήρα Δεξαμενής Τροφοδοσίας Πύργου Απορρόφησης.



Διάγραμμα 15. Επίδραση των έργων βελτίωσης του Συγκροτήματος Αποθείωσης

(Πηγή: ΔΠΠ ΔΕΗ Α.Ε.)

Η εφαρμογή της υγρής μεθόδου για την αποθείωση των καυσαερίων έχει σαν παράπλευρο αποτέλεσμα και την κατακράτηση σε ποσοστό έως και 98 – 99% των εκπομπών HCl και HF, σύμφωνα με τις υποδείξεις των παραγράφων 3.3.7 (Πίνακας 3.5), 3.8.1, 3.8.2, 4.5.11 του εγχειριδίου.

Για το μετριασμό των εκπεμπόμενων ποσοτήτων οξειδίων του αζώτου (NO_x) εφαρμόζονται πρωτογενή μέτρα μείωσης από την έναρξη λειτουργίας του σταθμού και βάση του εγχειριδίου ΒΔΤ. Λόγω της κακής ποιότητας του λιγνίτη, στο λέβητα της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες καύσης και καθώς η υγρασία των καυσαερίων είναι υψηλή, οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα (περί τα 300 mg/Nm³ dry, 6% O₂), όπως αυτό επισημαίνεται και στην παράγραφο 4.1.9.1.6 του κειμένου του Εγχειριδίου, όπου για το λιγνίτη αναφέρεται ότι η θερμοκρασία καύσης είναι χαμηλότερη από ότι στις υπόλοιπες μορφές ορυκτού άνθρακα και η υγρασία των καυσαερίων είναι υψηλότερη οπότε ο σχηματισμός NO_x είναι περιορισμένος.

Για το λόγο αυτό εφαρμόζονται συνήθως και επαρκούν μόνο πρωτογενή μέτρα μείωσης των εκπομπών NO_x , όπως η σταδιακή προσαγωγή αέρα καύσης, η χαμηλή περισσεια αέρα και η ανακυκλοφορία των καυσαερίων, όπως αυτό περιγράφεται στις παραγράφους 3.4.1, 4.4.6 (Πίνακας 4.62) και 4.5.9 (Πίνακας 4.69) του εγχειριδίου και των Ελληνικών Διαφορετικών Απόψεων (Split views of Greece) για εγκαταστάσεις με ισχύ $>300 \text{ MW}_{\text{th}}$ και καύσιμο λιγνίτη. Επίσης, και η εφαρμογή πολυβάθμιας καύσης μέσω του λέβητα τριών βαθμίδων της μονάδας IV είναι ένα ακόμη μέτρο μείωσης των NO_x (Ρήγας Φ.).

Για τη συγκράτηση και την απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων εγκαταστάθηκαν εξ αρχής Ηλεκτροστατικά Φίλτρα (Η/Φ) υψηλής απόδοσης, όπου αποτελεί ΒΔΤ για τον έλεγχο και περιορισμό τους βάσει των παραγράφων 3.2.1, 4.1.9.1.3, 4.4.4 (Πίνακας 4.59) και 4.5.6 (Πίνακας 4.67) του εγχειριδίου, και σακκόφιλτρα για την απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων λιγνίτη στο κτίριο του σπαστήρα και ιπτάμενης τέφρας κατά την αποθήκευσή της στα σιλό της ιπτάμενης τέφρας. Η τεχνική αυτή αποτελεί ΒΔΤ και αναφέρεται στις παραγράφους 3.2.3 και 4.4.4 (Πίνακας 4.59) του εγχειριδίου.

Ο εξοπλισμός για την απομάκρυνση των σωματιδιακών ρύπων επιλέγεται βάσει κατανομής μεγέθους των σωματιδίων, σχήματος, ειδικού βάρους και χημικής σύστασης, πυκνότητας, ηλεκτρικής αγωγιμότητας και συνοχής της σωματιδιακής ύλης και, τέλος, ανάλογα και με την αναμενόμενη ποσότητα απόβλητου φορτίου (Ζιώμας Α., 2014).

Χαρακτηριστικά των ηλεκτροστατικών φίλτρων είναι η υψηλή απόδοση και για πολύ μικρά σωματίδια (της τάξης του $1\mu\text{m}$) και η υψηλή αξιοπιστία. Η λειτουργία τους βασίζεται στη διαφορά δυναμικού ανάμεσα στο ηλεκτρόδιο και στις πλάκες συλλογής, όπου δημιουργεί το απαραίτητο ηλεκτρικό πεδίο. Ηλεκτρόνια από το αρνητικά φορτισμένο ηλεκτρόδιο έρχονται σε επαφή με τα σωματίδια φορτίζοντάς τα αρνητικά. Τα φορτισμένα σωματίδια κινούνται προς τις γειωμένες (θετικές) πλάκες συλλογής λόγω του δυνάμεων του πεδίου που δημιουργούνται. Αφού σχηματιστεί σταδιακά ένα στρώμα 2-6mm φορτισμένων σωματιδίων στις πλάκες, οι πλάκες τινάζονται με ελεγχόμενο τίναγμα από ταυνοστήρες και τα σωματίδια καταλήγουν σε χοάνες συλλογής που απομακρύνονται εύκολα με την βαρύτητα. Αποτελούν υψηλού κόστους διατάξεις,

και η απόδοσή τους εξαρτάται από τις ροές των αερίων και την αντίσταση των σωματιδίων (Ρήγας Φ.; Ζιώμας Α.,2014).

Τα σακκόφιλτρα εφαρμόζονται για την απομάκρυνση ξηρών άνυδρων σωματιδίων με την κατακράτηση της σκόνης από τη μία πλευρά του υφάσματος που διαθέτει το σακκόφιλτρο, ύφασμα με διάκενα από τα οποία διαπερνούν τα καθαρά αέρια. Όταν το αέριο ρεύμα εισέλθει στο σακκόφιλτρο, τα μικρά σωματίδια αρχικά διαφεύγουν από την άλλη πλευρά του, ενώ τα μεγαλύτερα σωματίδια παγιδεύονται πάνω στο φίλτρο και σταδιακά όσο η λειτουργία του φίλτρου συνεχίζεται στην επιφάνεια του φίλτρου αρχίζει και δημιουργείται ένα στρώμα σωματιδίων («κέικ»). Το στρώμα αυτό, με το πέρασμα του χρόνου, γίνεται μεγαλύτερο και αρχίζει και λειτουργεί το ίδιο ως φίλτρο για τα αέρια που εισέρχονται και καθορίζει πλέον και αυτό τι θα περάσει και τι όχι από τις οπές που σχηματίζει. Με αυτή τη διάταξη το σακκόφιλτρο έχει τελικώς μεγάλη απόδοση σε σχετικά μεγάλα σωματίδια, μεγαλύτερα του 1μm, ενώ πέφτει η απόδοσή του για μικρότερα σωματίδια. Το «κέικ» απομακρύνεται είτε με τσίναγμα των σάκων, αλλά στην περίπτωση μας, δηλαδή σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, καθαρίζεται με τη χρήση ρεύματος αέρα κατά μήκος του σάκου ή με στιγμιαία αντιστροφή του αερίου ρεύματος μέσα στο σάκο, διατηρώντας και ένα αποδοτικό για τη λειτουργία μικρό πάχος στρώματος (Ρήγας Φ.; Ζιώμας Α.,2014)..

Τα βαρέα μέταλλα συγκεντρώνονται κατά τη διαδικασία της καύσης επάνω στα αιωρούμενα σωματίδια κυρίως στην ιπτάμενη τέφρα, τα οποία και δεσμεύονται στα υψηλής απόδοσης (99,85%) Η/Φ καυσαερίων, τα οποία χρησιμοποιούνται ως ΒΔΤ για τη μείωση των εκπομπών των βαρέων μετάλλων από τα καυσαέρια των λιγνιτικών μονάδων, όπως αυτό περιγράφεται στις παραγράφους 3.6, 3.6.2, 3.6.3, 4.1.9.1.4, 4.3.3.3, 4.4.4 (Πίνακας 4.59) και 4.5.7 του εγχειριδίου.

Για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας της μονάδας και της παραγωγικής διαδικασίας με σκοπό τη μείωση της περιβαλλοντικής επίπτωσης και την αύξηση του βαθμού απόδοσης εφαρμόζονται οι παρακάτω τεχνικές – που έχουν αναφερθεί και στο κεφάλαιο 4 - όλες υπό την καθοδήγηση των παραγράφων 4.4.3 (Πίνακας 4.57) και 4.5.5 του εγχειριδίου ΒΔΤ:

- Πρόσδωση στον ατμό συνθηκών μέγιστης επιτρεπόμενης πίεσης και θερμοκρασίας, καθώς και διαδοχική υπερθέρμανση και αναθέρμανση.

- Επιδίωξη για μέγιστη πτώση της πίεσης στο στρόβιλο χαμηλής πίεσης, μέσω της ψύξης του νερού του πρωτεύοντος ψυκτικού κυκλώματος στην ελάχιστη δυνατή θερμοκρασία.
- Ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας λόγω των απαερίων της καύσης.
- Χρήση μονώσεων για την ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας λόγω ακτινοβολίας και συναγωγής.
- Προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού του λέβητα.
- Χρήση εξελιγμένων υπολογιστικών συστημάτων για τον έλεγχο της λειτουργίας της μονάδας.

Τεχνικές βελτιστοποίησης χρησιμοποιούνται, όμως, και στη διαχείριση των πρώτων υλών και των παραπροϊόντων της διαδικασίας. Η παραλαβή και διακίνηση του καυσίμου και της ιπτάμενης τέφρας πραγματοποιούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να γίνεται εφικτή η αποφυγή διάχυτων εκπομπών κατά τη μεταφορά του λιγνίτη και τέφρας σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται στις παραγράφους 4.1.1, 4.4.1 (Πίνακας 4.5) και 4.5.2 (Πίνακας 4.65) του εγχειριδίου ΒΔΤ. Παρακάτω αναφέρονται εφαρμοζόμενες τεχνικές στη μονάδα IV:

- Μεταφορά του λιγνίτη από τα ορυχεία προς το σταθμό με κλειστούς ταινιοδρόμους.
- Τοποθέτηση υπερυψωμένων ταινιοδρόμων σε ασφαλείς περιοχές, ώστε να αποφευχθούν τυχόν ζημιές από οχήματα ή άλλο εξοπλισμό.
- Χρήση κλειστών ταινιοδρόμων για τη μεταφορά του λιγνίτη από το κτίριο του σπαστήρα προς τα σιλό του λιγνίτη.
- Χρήση συστημάτων αναρρόφησης σκόνης στο κτίριο του σπαστήρα και το λέβητα.
- Χρήση αποθετών – αποληπτών, καθώς και άλλων μηχανημάτων μεταφόρτωσης μεταβλητού ύψους για την αποφυγή εκπομπών σκόνης.
- Πνευματική διακίνηση της ιπτάμενης τέφρας προς τα σιλό της ιπτάμενης τέφρας και την ανάμιξή της με γύψο και υγρή τέφρα για την εξάλειψη των εκπεμπόμενων σωματιδίων τέφρας.
- Χρήση σακκόφιλτρων για το διαχωρισμό και κατακράτηση της ιπτάμενης τέφρας κατά την πνευματική μεταφορά της προς τα σιλό της ιπτάμενης τέφρας.

Επίσης, κατά την προεργασία του καυσίμου, η τεχνική ομογενοποίησης του καυσίμου με ανάμιξη της παραλαμβανόμενης ποσότητας λιγνίτη, με διαφορετικού

προσανατολισμού απόληψη και απόθεση στην αυλή λιγνίτη, όπως ειπώθηκε στο κεφάλαιο 4, αποτελεί ΒΔΤ σύμφωνα με τις παραγράφους 4.1.2, 4.4.2 και 4.5.3 του εγχειριδίου για τη μείωση των διακυμάνσεων της ποιότητάς του καυσίμου.

Ο τρόπος προετοιμασίας του λιγνίτη, οι διατάξεις καύσης και τα συστήματα ψύξης είναι και τα συστήματα αυτά σχεδιασμένα και εν λειτουργία σύμφωνα με τις ΒΔΤ.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί η προσπάθεια της ΔΕΗ να εγκαταστήσει και να λειτουργεί την πλειοψηφία των μονάδων της υπό συστήματα διαχείρισης περιβάλλοντος υπό τις αρχές της σειράς ISO 14000, όπως συμβαίνει και για τη Μονάδα IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β', της οποίας το σύστημα έχει πιστοποιηθεί κατά ISO 14001.

Ολοκληρώνοντας την αναφορά στα εφαρμοσμένα μέτρα διαχείρισης του περιβαλλοντικού αντίκτυπου στη Μονάδα IV θα πρέπει να σημειώσουμε και τη συμμετοχή της στο Σύστημα Εμπορίας Ρύπων κατά τις δύο προηγούμενες περιόδους εφαρμογής του, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

6.3 Προτάσεις

Τα ανωτέρω υιοθετημένα μέτρα από τη διοίκηση της ΔΕΗ για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης της Μονάδας IV αποτελούν μέτρα που αντιμετωπίζουν λειτουργικούς κινδύνους, όπως ο περιορισμός των εκπεμπόμενων ποσοτήτων αερίων ρύπων, αλλά και κινδύνους στρατηγικού επιπέδου με την υιοθέτηση του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Οι παραπάνω χαρακτηρισμοί των κινδύνων σε μια επιχείρηση προέρχονται από τις κατηγορίες που τους κατατάσσουν τα σχετικά πρότυπα διαχείρισης κινδύνων (ISO 31000, AS/NZS 4360:1999):

1. Κίνδυνος σε επίπεδο στρατηγικής
2. Κίνδυνος σε επίπεδο επιχειρησιακό – λειτουργικό
3. Χρηματοοικονομικός κίνδυνος
4. Απρόβλεπτοι κίνδυνοι

Η προσπάθεια της παρούσας εργασίας όσον αφορά στη μελέτη περίπτωσης ήταν να ανακαλύψει κανείς τους περιβαλλοντικούς κινδύνους μιας δραστηριότητας, όπως η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, και να διατυπώσει ρεαλιστικές προτάσεις διαχείρισης τους πέραν των χρησιμοποιούμενων.

Στην περίπτωση μας η ΔΕΗ χρησιμοποιεί την πλειοψηφία των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών, οπότε η κύρια πρόταση που θα γίνει θα είναι σε επίπεδο στρατηγικό, υιοθέτησης δηλαδή τρόπου εξέτασης και διαχείρισης των κινδύνων με βάση και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την πρότερη ανάλυση.

Τεχνικές μέθοδοι, όπως τρόποι βελτίωσης του βαθμού απόδοσης ή τρόποι δέσμευσης (απορρόφηση, προσρόφηση, χρήση μεμβρανών και κρυογενικές τεχνολογίες) ή αποθήκευσης CO₂ (αποθήκευση σε ενεργούς ταμιευτήρες πετρελαίου, σε ταμιευτήρες πετρελαίου / φυσικού αερίου και σε αλατούχους υδροφόρους ορίζοντες μεγάλου βάθους, σε κοιτάσματα μη εξορυγμένου γαιάνθρακα, σε ωκεανούς μέσω αγωγού ή μέσω βυτιοφόρου πλοίου και αποθήκευση μέσω ορυκτοποίησης) (Αναστασοπούλου Α., 2011), είναι δύσκολο να προσεγγιστούν με τα διαθέσιμα στοιχεία. Προτάσεις, όμως, από σχετικές μελέτες σε λιγνιτικούς σταθμούς για βελτιώσεις στην παραγωγική διαδικασία μπορούν να αναφερθούν συνοπτικά με τα αντίστοιχα στοιχεία οικονομικής και περιβαλλοντικής επίδοσης:

- Αύξηση του βαθμού απόδοσης κατά 0,04 ποσοστιαίες μονάδες με μείωση του παρασιτικού αέρα στην εστία καύσης στην υπό μελέτη λιγνιτική μονάδα 5 του Αγ. Δημητρίου, κόστους επένδυσης 53.500€ και χρόνου αποπληρωμής 2,1 μήνες (Φραγκογιαννόπουλος Ε., 2008).
- Δέσμευση CO₂ με καύση σε συνθήκες καθαρού οξυγόνου ή δέσμευση με χημική απορρόφηση με αμίνες, μειώνουν το βαθμό απόδοσης του ΑΗΣ κατά 10,3% και 11,6% αντίστοιχα, αυξάνουν το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά 0,01-0,03€/kWh με πρόσθετο κόστος επένδυσης 1.570 €/kW και 1.310€/KW αντίστοιχα, αλλά μειώνουν τις εκπομπές CO₂ (kg/kWh) κατά 83% (Ασπρούλη Π., 2010).

Συνεπώς, εκτός των ανωτέρω τεχνικών προτάσεων, από την παρούσα εργασία προτείνεται η υιοθέτηση πολιτικής και συστήματος διαχείρισης κινδύνων, στο οποίο θα

εντάσσονται και οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι σε συνδυασμό με το υπαρκτό σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης, προκειμένου να υπάρχει συνεχής έλεγχος των διεργασιών, των εισροών και των εκροών τους και βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας, ώστε να περιορίζεται η επίπτωση που προκαλείται στο περιβάλλον.

Η σειρά ISO 31000 και διεθνή πρότυπα, όπως το AS/NZS 4360:1999 της Αυστραλίας, θα μπορούσαν να αποτελέσουν τον οδηγό για την εγκατάσταση ενός συστήματος διαχείρισης κινδύνων, όχι με σκοπό την πιστοποίηση, μιας και η σειρά των ISO αυτή δεν έχει πρότυπο προς πιστοποίηση, αλλά την ουσιαστική προσπάθεια ελέγχου των απρόοπτων καταστάσεων και των επιπτώσεών τους.

Ένα σύστημα διαχείρισης κινδύνων βασίζεται σε μια επαναληπτική διαδικασία. Η διοίκηση και ο υπεύθυνος ποιότητας συντάσσουν και κοινοποιούν την πολιτική για τη διαχείριση κινδύνων σε όλους τους εργαζόμενους, η οποία σχεδιάζεται στην παρούσα δραστηριότητα συνδυαστικά με την πολιτική του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης. Επίσης, καθορίζουν και τις διεργασίες που εντάσσονται στα όρια του συστήματος.

Στη συνέχεια, καθορίζονται ο σκοπός και οι επιμέρους στόχοι του συστήματος. Εδώ ο βασικός σκοπός θα μπορούσε να διατυπωθεί ως η μείωση των περιβαλλοντικών κινδύνων από τη δραστηριότητα με ετήσια μείωση και διατήρηση εκπομπών αερίων εντός των νομοθετικών ορίων για τα επόμενα 5 έτη και καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων λιγνίτη. Οι επιμέρους στόχοι που θα μπορούσαν να καθοριστούν για την επίτευξη του ανωτέρω σκοπού είναι:

- Μείωση εκπομπών SO₂
- Μείωση εκπομπών NO_x
- Διατήρηση επιπέδου εκπομπών σωματιδιακών ρύπων
- Μείωση εκπομπών CO₂

Οι ανωτέρω στόχοι προκύπτουν χρησιμοποιώντας και σχετική μελέτη της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, όπου σημειώνει ότι για τις νέες λιγνιτικές μονάδες που χρησιμοποιούν αντιρρυπαντικό εξοπλισμό και βέλτιστες

τεχνολογίες για μεγιστοποίηση του βαθμού απόδοσης, προκειμένου να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των Οδηγιών της ΕΕ, ισχύουν οι ακόλουθοι δείκτες εκπομπών:

Πίνακας 26. Δείκτες αερίων εκπομπών για νέες λιγνιτικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
(Πηγή: TEE)

ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ	Μονάδα	Ανηγγεμένη ποσότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
CO ₂	kg/MWh	870
SO ₂	kg/MWh	0,5
NO _x	kg/MWh	0,7
dust	kg/MWh	0,1

Αν λάβουμε υπόψη τα αποτελέσματα του πίνακα 22 για την Μονάδα IV, εκτός από τα αποτελέσματα κυρίως του SO₂ και των σωματιδίων που οι βελτιώσεις στην τεχνολογία συγκράτησής τους τα τελευταία χρόνια έχουν οδηγήσει σε καλύτερους δείκτες για τη μονάδα σε αυτά, οι απαιτήσεις για μείωση είναι αυξημένες κυρίως για το CO₂ και λογικές για τα άλλα εξεταζόμενα στοιχεία ρύπων. Αυτό φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα, όπου συγκρίνονται οι δείκτες της υπό μελέτη Μονάδας και μιας νέας λιγνιτικής μονάδας.

Πίνακας 27. Δείκτες αερίων εκπομπών για νέες λιγνιτικές μονάδες και τη Μονάδα IV παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ	Μονάδα	Ανηγγεμένη ποσότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	
		Νέα μονάδα	Μονάδα IV
CO ₂	kg/MWh	870	1500
SO ₂	kg/MWh	0,5	0,67856 (2014)
NO _x	kg/MWh	0,7	0,88815 (2014)
dust	kg/MWh	0,1	0,05065 (2014)

Οι ορισμοί των στόχων σχετίζονται και με τις επόμενες διαδικασίες, δηλαδή:

- την αναγνώριση των κινδύνων,
- την ανάλυση τους, δηλαδή την εύρεση των γεγονότων που τους προκαλούν, την πιθανότητα εμφάνισης και την επίπτωση που προκαλούν,
- την ιεράρχηση και αξιολόγησή τους,
- τη διαχείριση των κινδύνων,
- τον έλεγχο και επαναξιολόγησή τους,

- την επικοινωνία και διατήρηση της κατάστασης.

Η ιεράρχηση των κινδύνων μπορεί να επιτευχθεί και με τη Μήτρα Κινδύνων (Risk Matrix), όπου βάσει της ανάλυσης του κεφαλαίου 5 και βάσει και του πίνακα 27, θα μπορούσε για τη Μονάδα IV να είναι η ακόλουθη:

Πίνακας 28. Μήτρα κινδύνων για τη Μονάδα IV ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄

Πιθανότητα	Επίπτωση				
	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Μεγάλη	Πολύ Μεγάλη
Πολύ υψηλή					
Υψηλή			Κίνδυνος λόγω αέριων εκπομπών CO ₂	Κίνδυνος λόγω εξάντλησης λιγνίτη	
Μέτρια		Κίνδυνος λόγω αέριων εκπομπών NO _x	Κίνδυνος λόγω αέριων εκπομπών SO ₂	Κίνδυνος λόγω βιομηχανικής χρήσης περιοχής	
Χαμηλή		Κίνδυνος λόγω εκπομπής σωματιδίων - σκόνης			
Πολύ χαμηλή					

Επιλέγει, συνεπώς, να διαχειριστεί κανείς τους κινδύνους με υψηλή προτεραιότητα (κόκκινο χρώμα) και αυτούς με μεσαία (κίτρινο χρώμα). Οι βασικές στρατηγικές που ακολουθούνται για την αντιμετώπιση των κινδύνων είναι οι ακόλουθες τέσσερις:

1. Αποφυγή του κινδύνου, δηλαδή αποφασίζω να μην ξεκινήσω ή να μη συνεχίσω τη δραστηριότητα, η οποία θα προκαλέσει τον κίνδυνο.

2. Μεταφορά κινδύνου ή παραχώρηση μέρους του κινδύνου, δηλαδή μέσα από συμβάσεις ή κοινοπραξίες με τρίτα μέρη, όπως ασφάλιση, σύμβαση πραγματοποίησης της δραστηριότητας από τρίτο μέρος, κοινοπραξία για την πραγματοποίηση από κοινού με τρίτο μέρος της δραστηριότητας που προκαλεί τον κίνδυνο.
3. Μείωση πιθανότητας να συμβεί ο κίνδυνος ή μείωση επίπτωσης της εμφάνισης του κινδύνου.
4. Αποδοχή του κινδύνου και αναμονή της εμφάνισής του.

Στο στάδιο αυτό της θεραπείας και διαχείρισης του κινδύνου είναι χρήσιμος ο πίνακας της μεθοδολογίας FMEA, όπου χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα μελέτη περίπτωσης στην ενότητα 5.3 της ανάλυσης των δεδομένων, όπου μέσα από τη σύνταξη και ανάγνωσή του καταλαβαίνει κανείς που παρουσιάστηκε το πρόβλημα, την αιτία και τους πιθανούς τρόπους επίλυσης και διαχείρισης της κατάστασης.

Ο έλεγχος, αφού ολοκληρωθεί η διαχείριση του κινδύνου, πραγματοποιείται προκειμένου να διαπιστωθεί η δημιουργία και η λειτουργία συνθηκών διατήρησης της κατάστασης, ώστε να μην ξαναεμφανιστεί ο κίνδυνος στην πρότερη θέση προτεραιότητας είτε από άποψη πιθανότητας είτε από άποψη επίπτωσης. Σε αυτό το προτελευταίο στοιχείο ενός συστήματος διαχείρισης κινδύνων ανήκει και η επαναξιολόγηση τους, δηλαδή η ανασύνταξη σε τακτικά διαστήματα, που ορίζει η ομάδα ποιότητας, της Μήτρας Κινδύνων, προκειμένου να επαναξιολογείται το επίπεδο στο οποίο βρίσκονται οι κίνδυνοι και προκειμένου να λαμβάνονται οι σχετικές δράσεις διαχείρισης τους. Η διαδικασία ισχύει για όλους τους κινδύνους, ακόμα και για αυτούς που ήταν στην πράσινη κατηγορία.

Τέλος, η επικοινωνία και η διατήρηση της κατάστασης αφορά στην κοινοποίηση του τρόπου διαχείρισης ενός κινδύνου που ακολούθησε η ομάδα και όλα τα εμπλεκόμενα μέρη και των οδηγιών που θα πρέπει να ακολουθούν όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη προκειμένου να διατηρείται το επίπεδο του κινδύνου στο επίπεδο που έχει επιτευχθεί ώστε να μην επανέλθει στην κίτρινη ή κόκκινη κατηγορία, δηλαδή σε μέτρια ή υψηλή προτεραιότητα.

Κρίσιμο είναι, εδώ, ολοκληρώνοντας την πρόταση της παρούσας εργασίας, να τονιστεί η σημασία της εμπλοκής του συνόλου, αν γίνεται, των εργαζομένων, αλλά σίγουρα όλης της διοίκησης της Μονάδας και όχι μόνο, π.χ. και των κατοίκων της περιοχής, στην πλειοψηφία των στοιχείων του συστήματος διαχείρισης κινδύνων, ώστε όλοι να είναι μέρος της ευθύνης διατήρησης της βελτιωμένης κατάστασης και της προσπάθειας συνεχούς βελτίωσης.

6.4 Επίλογος

Κλείνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία, η ελπίδα της ερευνήτριας είναι να έχει παρουσιάσει στους αναγνώστες και τους ερευνητές, που θα θελήσουν να βασιστούν σε αυτήν για τη δική τους εργασία, με τον καλύτερο και πιο τεκμηριωμένο τρόπο το αντικείμενο της εκτίμησης, αξιολόγησης και διαχείρισης ενός περιβαλλοντικού κινδύνου.

Η μεθοδολογία που δημιουργήθηκε από την ανάλυση διαφορετικών εργαλείων σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε χρήσιμες τεχνικές, γνώσεις και συστήματα να μπορέσουν να ενταχθούν στο κατάλληλο σημείο της, βοηθώντας την καλύτερη δυνατή ανάλυση των δεδομένων, την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων και τη διατύπωση ρεαλιστικών προτάσεων.

Σε κάθε περίπτωση, το ερευνητικό αντικείμενο της εκτίμησης και αξιολόγησης κινδύνων είναι τόσο ευρύ, ώστε κανείς θα μπορούσε να βρει κι άλλες τεχνικές και μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται ανά τον κόσμο και να προσθέτει συνεχώς στοιχεία τόσο στα σημεία της εργασίας αυτής όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία.

Κάθε έρευνα, συνεπώς, που θα ακολουθήσει μπορεί να επιβεβαιώσει την παρούσα, να την εμπλουτίσει ή ακόμα και να την διαψεύσει. Το εγχείρημα αυτό ήταν απλώς μία αρχή για την ενασχόληση της ερευνήτριας με το αντικείμενο που μελετήθηκε.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

IMA (Institute of Management Accountants), 2011, *Enterprise Risk Management: Frameworks, Elements, and Integration*, Montvale.

Madill K., 2003, *AS/NZS 4360:1999 Risk management*, Standards Australia.

Αναστασοπούλου Α., 2011, *Παραγωγή ενέργειας από λιγνίτη με μηδενική έκλυση αερίων θερμοκηπίου και σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την Ελλάδα*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Ασπρούλη Π., 2010, *Σύγχρονες Τεχνολογίες Ατμοηλεκτρικών Σταθμών Ηλεκτρικής Ενέργειας*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Ζιώμας Α., 2014, *Τεχνολογίες Μείωσης Αέριας Ρύπανσης σε Μονάδες Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας*, Πανεπιστήμιο Πειραιώς & Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Μακρόπουλος Β., Δρίβας Σ., Δρακόπουλος Β., Πινότση Δ., Καμπόση Κ. και Κωνσταντινίδης Θ.Κ., 2012, *Επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, διερεύνηση της κατά αιτία θνησιμότητας στους κατοίκους της περιοχής που γειτνιάζει με τον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό Μεγαλόπολης και διερεύνηση συμπτωματολογίας αναπνευστικού σε εργαζόμενους, γενικό πληθυσμό και παιδιά*, Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας, Αθήνα.

Ρήγας Φ., *Διαχείριση Ατμοσφαιρικών Ρύπων*, Επικ. Καθηγητής Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα.

ΤΕΕ, *Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα*, Εισαγωγική εισήγηση της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας του ΤΕΕ

Φραγκογιαννόπουλος Ε., 2008, *Μέτρα Αύξησης Βαθμού Απόδοσης Ατμοηλεκτρικών Μονάδων*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Ηλεκτρονικές Πηγές

ISO 31000:2009 Risk management -- Principles and guidelines, Available at:
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=43170

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Ακολουθεί σε καλύτερη ανάλυση το διάγραμμα χαρτογράφησης διεργασιών της επιχειρηματικής δραστηριότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β'.

