



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

*Προσδιορισμός Περιβαλλοντικού και Υδατικού Αποτυπώματος
και αξιολόγηση των προτεινόμενων μεθόδων αποκατάστασης
λατομείων σε νησιωτικές περιοχές.*

ΓΚΟΥΝΤΟΥΒΑ ΓΡΑΜΜΑΤΗ

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Ζορπάς Αντώνης

ΜΑΪΟΣ, 2015

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

*Προσδιορισμός Περιβαλλοντικού και Υδατικού Αποτυπώματος
και αξιολόγηση των προτεινόμενων μεθόδων αποκατάστασης
λατομείων σε νησιωτικές περιοχές.*

Γκουντουβά Γραμματή

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Ζορπάς Αντώνης

ΜΑΪΟΣ, 2015

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	7
Περίληψη	8
Summary	9
Κεφάλαιο Πρώτο.....	10
Εισαγωγή	10
1.1 Εισαγωγή.....	10
1.2 Περιβάλλον και υποβάθμιση	11
1.3 Η έννοια του λατομείου	12
1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την λατομική δραστηριότητα.....	14
1.5 Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της λατομικής δραστηριότητας	17
1.6 Περιβαλλοντική διαχείριση λατομικής δραστηριότητας	18
1.6.1 Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης	19
1.6.2 Οφέλη και κόστος από την εφαρμογή ΣΠΔ.....	21
1.6.3 Σειρά προτύπων ISO 14000.....	22
1.6.4 Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα	23
1.6.5 Πρότυπο ISO 14064.....	25
1.6.6 Υδατικό Αποτύπωμα.....	28
1.6.7 Πρότυπο ISO 14046.....	30
1.6.8 Ανάλυση Κύκλου Ζωής	33
1.7 Αποκατάσταση λατομείου	36
1.7.1 Η έννοια της αποκατάστασης	36
1.7.2 Σχεδιασμός αποκατάστασης λατομείου.....	37
1.7.3 Μέθοδοι αποκατάστασης λατομικού χώρου.....	40
1.7.4 Η Πολυκριτηριακή ανάλυση ως εργαλείο αξιολόγησης των μεθόδων αποκατάστασης.....	43

1.8 Προσδιορισμός του σκοπού της μεταπτυχιακής διατριβής	46
Κεφάλαιο Δεύτερο.....	48
Βιβλιογραφική ανασκόπηση	48
2.1 Η λατομική δραστηριότητα στην Ελλάδα	48
2.2 Νομοθετικό πλαίσιο λατομικής εκμετάλλευσης.....	49
2.3 Εθνική πολιτική για την λατομική δραστηριότητα.....	50
2.4 Ευρωπαϊκή πολιτική αξιοποίησης ορυκτών πόρων	51
2.4.1 Αρχές αποκατάστασης λατομείων σε ευρωπαϊκές χώρες.....	53
2.5 Βιβλιογραφική ανασκόπηση	54
2.5.1 Παραδείγματα αποκατάστασης λατομείων.....	54
2.5.1.1 Pocos de Caldas στη Βραζιλία	54
2.5.1.2 Carmel Woods στο Carmarthenshire της Ουαλίας,	56
2.5.1.3 Venango County, ανατολική ΗΠΑ.	56
2.5.1.4 Maryland στο Τέξας.....	57
2.5.1.5 Bijolia στην India.....	57
2.5.1.6 Μηλάκι στην Εύβοια.	58
2.6 Συμπεράσματα	58
Κεφάλαιο Τρίτο.....	59
Μεθοδολογία.....	59
3.1 Μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης	59
3.2 Παρουσίαση περιοχής μελέτης	61
3.2.1 Αποτύπωση της περιοχής μελέτης με το λογισμικό QGIS.	61
3.2.2 Περιγραφή της περιοχής μελέτης.	66
3.3 Μεθοδολογία εκτίμησης περιβαλλοντικού και υδατικού αποτυπώματος.	73
3.3.1 Ανάλυση κύκλου ζωής.....	73

3.3.2 Μεθοδολογία εφαρμογής προτύπου ISO 14064	74
3.3.3 Μεθοδολογία εφαρμογής προτύπου ISO 14046	77
3.4 Μεθοδολογία αξιολόγησης μεθόδων αποκατάστασης	77
3.5 Μεθοδολογία συλλογής δεδομένων και ανάλυσης αποτελεσμάτων	82
Κεφάλαιο Τέταρτο	83
Παρουσίαση αποτελεσμάτων	83
4.1 Προσδιορισμός Περιβαλλοντικού και Υδατικού Αποτυπώματος	84
4.1.1 Αποτελέσματα λατομείου μπεντονίτη	84
4.1.2 Αποτελέσματα λατομείου περλίτη.....	92
4.1.3 Αποτελέσματα λατομείου ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 1	99
4.1.4 Αποτελέσματα λατομείου ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 2.....	104
4.1.5 Συγκριτικά δεδομένα των υπό μελέτη λατομείων ανά παράμετρο ΠΑ και ΥΑ....	109
4.2 Αξιολόγηση μεθόδων αποκατάστασης λατομείων ν. Μήλου.....	112
Κεφάλαιο Πέμπτο	121
Σχολιασμός αποτελεσμάτων- Συμπεράσματα- Προτάσεις.....	121
5.1 Σχολιασμός αποτελεσμάτων Περιβαλλοντικού και Υδατικού Αποτυπώματος.....	121
5.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων αξιολόγησης μεθόδων αποκατάστασης.....	127
5.3 Συμπεράσματα - Εισηγήσεις.....	131
Βιβλιογραφία	134
Παράρτημα	143

Ακρωνύμια

ΣΠΔ	Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης
ΠΑ	Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα
ΥΑ	Υδατικό Αποτύπωμα
ISO	International Organisation for Standardisation
ΑΚΖ	Ανάλυση Κύκλου Ζωής
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΠΚ	Περιβαλλοντικό Κριτήριο
ΟΚ	Οικονομικό Κριτήριο
ΚΚ	Κοινωνικό Κριτήριο

Ευχαριστίες

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω ολόψυχα τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Ζορπά που πίστεψε σε μένα και με εμπιστεύτηκε αναθέτοντας μου αυτό το θέμα για την εκπόνηση της μεταπτυχιακής διατριβής μου. Η ουσιαστική, άμεση και καθοριστική επίβλεψη του ήταν πολύτιμη για την επιτυχή ολοκλήρωση της. Κατά την διάρκεια της έρευνας, η στήριξή του σε επιστημονικό επίπεδο ήταν ανεκτίμητη για την εκμάθηση τεχνικών και μεθόδων προσέγγισης του θέματος.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω για την συμβολή τους κατά την συλλογή υλικού, απαραίτητου για την εκπόνηση της διατριβής, τους κ. Πετράκη Γεώργιο και κ. Γεωργίου Αιμίλιο, καθώς και τις λατομικές εταιρίες IMERYS (πρώην S&B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ), INTERMPIETON A.E. και ΛΑΒΑ Α.Ε. που δραστηριοποιούνται στην ν. Μήλο.

Ευχαριστίες οφείλω και σε φίλους και συνεργάτες μου, καθώς σε κάθε δύσκολη στιγμή συνέβαλαν με τον τρόπο του ο καθένας τους, ώστε να καταφέρω να ολοκληρώσω αυτή την διατριβή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους, την οικογένειά μου και τους γονείς μου που με στηρίζουν σε όλη την πορεία μου.

Η παρούσα διατριβή αφιερώνεται στα παιδιά μου Ρήγα και Λυδία.

Περίληψη

Ο εξορυκτικός τομέας κατά τη σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται από την εντατικοποίηση της παραγωγής ορυκτών, με σκοπό την ικανοποίηση των συνεχώς αυξανόμενων ανθρώπινων αναγκών, επιφέροντας όμως σημαντικές αλλοιώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Παράλληλα, η παγκόσμια κοινότητα προβληματίζεται για ζητήματα έντονης περιβαλλοντικής υποβάθμισης, που έχουν προκύψει, ως αποτέλεσμα της υπέρμετρης ανάπτυξης των οικονομικών δραστηριοτήτων. Για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας της εξορυκτικής δραστηριότητας επιβάλλεται η συστηματική προσέγγιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που την συνοδεύουν και η αναζήτηση καινοτόμων τεχνικών για τον έλεγχο τους, με στόχο την διατήρηση της οικονομικής και συγχρόνως της οικολογικής σταθερότητας.

Η εγκατάσταση και λειτουργία ενός λατομείου περιλαμβάνει πολύπλοκες διεργασίες που δύναται να επηρεάσουν αρκετές περιβαλλοντικές παραμέτρους. Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής είναι να εντοπίσει και να εκτιμήσει το περιβαλλοντικό και το υδατικό αποτύπωμα από την λειτουργία ενός λατομείου, διερευνώντας τις πτυχές που τα προσδιορίζουν, όπως η ενέργεια, τα απόβλητα, οι αέριες εκπομπές και το νερό. Παράλληλα, εξετάζονται οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για την αποκατάσταση των διαταραγμένων λατομικών εκτάσεων.

Η μεθοδολογία προσέγγισης του θέματος περιλαμβάνει την εφαρμογή των διεθνών προτύπων ISO 14064 και ISO 14046, τα οποία βασίζονται στην τεχνική της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής, ελέγχοντας τις εισροές και εκροές του υπό εξέταση συστήματος. Επιπλέον, για την αξιολόγηση των μεθόδων αποκατάστασης που εφαρμόζονται σε λατομεία, χρησιμοποιείται η πολυκριτηριακή μέθοδος. Για την συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων προς ανάλυση πραγματοποιήθηκε διανομή ερωτηματολογίου σε λατομικές εταιρείες, που δραστηριοποιούνται στην ν. Μήλο.

Από τα αποτελέσματα της διατριβής προκύπτουν δείκτες, που αφορούν στην κατανάλωση ενέργειας, στην παραγωγή αποβλήτων, στις προκαλούμενες αέριες εκπομπές και στην κατανάλωση νερού, οι οποίοι προσδιορίζουν την πίεση που ασκείται στο περιβάλλον από την λειτουργία ενός λατομείου και εν μέρει το Περιβαλλοντικό και Υδατικό Αποτύπωμα. Επιπροσθέτως, από τις μεθόδους αποκατάστασης, που εφαρμόζονται σε λατομεία της περιοχής μελέτης, μέσω της πολυκριτηριακής ανάλυσης, προκύπτει πως η μέθοδος της φύτευσης σε συνδυασμό με την εφαρμογή υδροσποράς χωρίς επιπλέον χρήση νερού για ποτίσματα και συντήρηση της αποκατάστασης εμφανίζεται ως ιδανικότερη επιλογή, κυρίως γιατί επιτρέπει στα φυτά να αναπτυχθούν στις τοπικές συνθήκες, ώστε να είναι περισσότερο ανθεκτικά και να επιτυγχάνεται βέλτιστη ανάπλαση των διαταρασόμενων εκτάσεων.

Λέξεις κλειδιά: λατομείο, περιβαλλοντική διαχείριση, ISO 14064, ISO 14046, Ανάλυση Κύκλου Ζωής, αποκατάσταση λατομείου.

Summary

In order to meet the growing human needs of modern times, the mining sector is characterized by intensification of mineral production, while bringing significant distraction of the natural environment. At the same time, the world community is concerned about the intense environmental degradation issues, resulting from the excessive development of economic activities. The mining activity sustainability can be ensured through a systematic approach to the environmental impacts and the search for innovative techniques to control them, in order to maintain both economic and ecological stability.

The establishment and the operation of a mine involve complex processes that may affect several environmental parameters. The purpose of the master thesis is to identify and assess the environmental and water footprint out of the operation of a quarry, investigating the determining aspects, such as energy, waste, air emissions and water. At the same time, it examines the methods used to restore disturbed mine land.

The methodology includes the application of international standards ISO 14064 and ISO 14046, which are based on the technique of Life Cycle Assessment, controlling the inputs and outputs of the system under consideration. Furthermore, for the evaluation of rehabilitation methods applied in mines, the multi-criteria method is used. For the collection of data required for analysis, a questionnaire was distributed to mining companies operating on the island of Milos, Greece.

From the results of the thesis are derived indicators concerning energy consumption, waste production, induced air emissions and water consumption, which determine the pressure on the environment from the operation of a mine and partially from the Environmental and Water Footprint. In addition, from the rehabilitation methods applied in the mines of the studied area, through multi- criteria analysis, it is concluded that the planting method in combination with hydro- seeding without any additional watering together with the maintenance of the restored areas is the perfect choice, especially because it allows plants to become more durable by growing to local conditions and thus achieve the optimal regeneration of distracted areas.

Keywords: quarry, environmental management, ISO 14064, ISO 14046, Life Cycle Assessment, quarry rehabilitation.

1.1 Εισαγωγή

Κατά την ιστορική του πορεία ο άνθρωπος έχει χειριστεί και εκμεταλλευτεί το περιβάλλον προκειμένου να εξάγει και να αξιοποιήσει τους πόρους του. Αρχικά χρησιμοποιούσε τα ορυκτά και τα μεταλλεύματα με στοιχειώδη επεξεργασία για την ικανοποίηση των αναγκών του, γεγονός που επέτρεπε την διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ του δυναμικού των ανθρώπινων επεμβάσεων και της ικανότητας της φύσης να επουλωθεί (Drew et al, 2002, Hu et al, 2010). Στην σύγχρονη εποχή η εξόρυξη, η επεξεργασία και η αξιοποίηση των πόρων έχει εντατικοποιηθεί, ως παρενέργεια της βιομηχανικής ανάπτυξης (Dong et al, 2014). Οι επεμβάσεις αυτές όμως είχαν ως αποτέλεσμα την ταχύτατη και έντονη αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος και του τοπίου γενικότερα (Handley, 2001, Kurlenya, 1992). Οι λατομικές περιοχές υφίστανται απότομη και εκτεταμένη αλλαγή χρήσης γης, οι επιπτώσεις των οποίων θέτουν προκλήσεις διαχείρισης για τις εταιρίες εξόρυξης και των αρμόδιων ρυθμιστικών οργανισμών (Meuser, 2013).

Η οικονομική ανάπτυξη και ευμάρεια των ανθρώπινων κοινωνιών, λόγω της βιομηχανικής ανάπτυξης, έχουν επιφέρει σημαντική αύξηση της παραγωγής ορυκτών και παράλληλη συρρίκνωση του φυσικού χώρου και των φυσικών πόρων (Miligrom, 2008). Σήμερα, η ανθρωπότητα καταναλώνει περίπου 60 δισεκατομμύρια τόνους πρώτες ύλες κάθε χρόνο, παρουσιάζοντας αύξηση κατά 50% από τα ποσοστά κατανάλωσης πριν 30 χρόνια (Meuser, 2013). Η ανθρωποκεντρική θεώρηση πως η φύση αποτελεί ένα σύνολο στοιχείων στην υπηρεσία του ανθρώπου χωρίς περιορισμούς είναι μια ουτοπική προσέγγιση (Μπρόφας, 2013). Η εντατική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων σε συνδυασμό με την τεχνολογική ανάπτυξη οδήγησε σε μείωση των παγκόσμιων διαθέσιμων αποθεμάτων φυσικών πόρων και στις δραματικές διαπιστώσεις αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη και της δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι εξελίξεις αυτές προκάλεσαν αυξημένη ανησυχία για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που έχουν προκύψει, καθώς και για το σχεδιασμό αντιμετώπισής τους (Brent, 2011).

Η εξορυκτική δραστηριότητα και ειδικότερα η επιφανειακή της μορφή, περιλαμβάνει διεργασίες με ορατό περιβαλλοντικό αποτύπωμα στο φυσικό περιβάλλον (Σπυρόπουλος, 2010). Εντούτοις η προκαλούμενη αλλοίωση δύναται να είναι υπό προϋποθέσεις περιορισμένη, προσωρινή, ακόμα και αναστρέψιμη (Tienhaara, 2006, Singh et al, 1993). Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα μιας εξορυκτικής διεργασίας είναι δυνατόν να ελεγχθεί και σχετίζεται με τον ορθολογικό σχεδιασμό, την διαχείριση των εξορυκτικών αποβλήτων και την περαιτέρω αποκατάστασή του (Χιονίδου, 2007). Οι επιπτώσεις ενός εξορυκτικού έργου αφορούν κυρίως στο τοπίο, την βιοποικιλότητα, τον θόρυβο και άλλες οχλήσεις για τις τοπικές κοινότητες. Επιπροσθέτως, κατά τις διάφορες φάσεις των εξορυκτικών διεργασιών είναι δυνατή η αέρια ρύπανση, που οφείλεται κυρίως στην έκλυση σκόνης και καυσαερίων, καθώς και η ρύπανση των υδάτων (επιφανειακών και υπογείων), λόγω αλλαγής της κοίτης χειμάρρων ή της καταστροφής του υδροφόρου ορίζοντα (Corpin et al, 1982, Cubukcu et al, 2012). Συνήθως, τα ληπτέα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος κατά την εξορυκτική

δραστηριότητα, δεν στοχεύουν να εξαλείψουν τα προβλήματα, αλλά να τα περιορίσουν σε ανεκτά επίπεδα (Abraham et al, 2009).

Η θεώρηση πως ένα λατομείο αποτελεί μια προσωρινή μορφή χρήσης της γης ενισχύεται όλο και περισσότερο και ως εκ τούτου η εγκατάστασή του οφείλει να υπόκειται σε προσεκτικό σχεδιασμό (Σπυρόπουλος, 2010). Ο σχεδιασμός θα πρέπει να εξετάζει πλήρως τις μελλοντικές επιλογές χρήσης της γης, επιτρέποντας εξορυκτικές δραστηριότητες που θα πραγματοποιούνται εξισορροπώντας το βέλτιστο ρυθμό και τη μέγιστη, περιβαλλοντικά και κοινωνικά εφικτή, εξόρυξη ορυκτού, με την προβλεπόμενη χρήση γης μετά την εξόρυξη (Hustrulid et al, 2006, Hu et al, 2010). Βασική προϋπόθεση για την αειφόρο ανάπτυξη του εξορυκτικού τομέα αποτελεί η βελτιωμένη αποδοτικότητα της διαχείρισης των ορυκτών πόρων, τόσο κατά την παραγωγή όσο και κατά την κατανάλωση και απόρριψη αυτών, συνεκτιμώντας όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους (Brent, 2011).

Αναμφισβήτητα όμως ο εξορυκτικός τομέας, αποτελεί σημαντικό τομέα οικονομικής δραστηριότητας, ο οποίος τροφοδοτεί διαχρονικά με τις απαραίτητες πρώτες ύλες μία σειρά ζωτικών κλάδων για την εθνική οικονομία κάθε κράτους, όπως τη παραγωγή ενέργειας, τη τσιμεντοβιομηχανία, των κατασκευών, τη βιομηχανία αλουμινίου, των οικοδομικών υλικών κ.α. (Mattinson, 1978, Dong et al, 2014). Επιπροσθέτως, έχει έντονο εξωστρεφή χαρακτήρα, καθώς οι εξαγωγές του αντιπροσωπεύουν υψηλά ποσοστά (για την Ελλάδα πάνω από το 65%) των πωλήσεών του, ενισχύοντας την εθνική οικονομία και διαμορφώνοντας παράλληλα ένα σημαντικό παραγωγικό κρίκο στην παγκόσμια αγορά (Τσιβουράκης, 2008).

Η οικονομική ανάπτυξη και η προστασία του περιβάλλοντος δεν είναι έννοιες ανταγωνιστικές. Ως εκ τούτου, ο εξορυκτικός τομέας οφείλει να στραφεί προς τη συνολική οικολογική θεώρηση των πραγμάτων, στοχεύοντας στην βιώσιμη ανάπτυξη, συνδυάζοντας μια αναπτυξιακή επιχειρηματική πολιτική με παράλληλη έμφαση στην προστασία του περιβάλλοντος (Sandberg, 2013).

Το περιβάλλον βρίσκεται πλέον στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος και των προσπαθειών των κρατών και των επιχειρήσεων για πρόληψη και προστασία. Διενεργούνται έρευνες οι οποίες εστιάζουν σε νέα εργαλεία, για τον έλεγχο των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις δραστηριότητες των λατομικών επιχειρήσεων, με κύριο σκοπό τους τη θέσπιση προδιαγραφών λειτουργίας, στοχεύοντας στην βελτίωση των περιβαλλοντικών τους επιδόσεων (Tole et al, 2013).

1.2 Περιβάλλον και υποβάθμιση

Ο όρος *περιβάλλον* εκφράζει το σύνολο των φυσικών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες (Παζάρας, 2008).

Με την έκφραση *υποβάθμιση του περιβάλλοντος* χαρακτηρίζεται η πρόκληση ρύπανσης ή η οποιαδήποτε μεταβολή των συνθηκών του περιβάλλοντος από ανθρώπινες δραστηριότητες, η οποία είναι πιθανόν να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην οικολογική ισορροπία, στην ποιότητα

ζωής και στην υγεία των κατοίκων, στην ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά και στις αισθητικές αξίες (Κοκολάκη, 2012).

Ως τοπίο θεωρείται κάθε δυναμικό σύνολο βιοτικών και μη βιοτικών παραγόντων και στοιχείων του περιβάλλοντος, που μεμονωμένα ή αλληλεπιδρώντας σε συγκεκριμένο χώρο συνθέτουν μια οπτική εμπειρία (Harker et al, 2000, Μπρόφας, 2013).

Ως περιβαλλοντική επίπτωση θεωρείται η οποιαδήποτε μεταβολή των συνθηκών του φυσικού περιβάλλοντος, θετική ή αρνητική, η οποία μπορεί να προκληθεί από μια επέμβαση (Fawer et al, 1997, Cubukcu et al, 2012). Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της βαρύτητάς τους έχει άμεση σχέση με την κλίμακα και τη φύση της επέμβασης (Goswami, 1984, Cubukcu et al, 2012). Ο προσδιορισμός και η αξιολόγηση των επιπτώσεων γίνεται κυρίως ανά περιβαλλοντική παράμετρο (Pavloudakis et al, 2009). Οι μεταβολές, που προκαλούνται στο περιβάλλον από τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις, μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες (Χατζηστάθης, 2000):

- ανάλογα με το είδος τους σε θετικές, ουδέτερες και αρνητικές.
- βάση του μεγέθους τους σε αμελητέες, ασθενείς ή μικρές, μέτριες ή μη σημαντικές και ισχυρές ή σημαντικές - μεγάλες.
- ανάλογα τη διάρκειά τους σε βραχυχρόνιες ή παροδικές και μακροχρόνιες ή μόνιμες.
- σχετικά με την έκτασή τους σε τοπικές, περιφερειακές, εθνικές και διασυνοριακές.
- ανάλογα με τη δυνατότητα αναστρεψιμότητας τους ή μη σε αναστρέψιμες (ολικώς ή μερικώς) και μη αναστρέψιμες.
- βάση τη δυνατότητα αντιμετώπισής τους ή μη σε αντιμετώπισιμες (ολικώς ή μερικώς) και μη αντιμετώπισιμες.

1.3 Η έννοια του λατομείου

Εννοιολογικά, ο όρος «λατομείο» εκφράζει το χώρο, στον οποίο διενεργούνται ερευνητικές εργασίες και συστήματα εκσκαφών, που γίνονται με σκοπό τον εντοπισμό και τη λήψη ορυκτών (McLellan, 1979, Cubukcu et al, 2012). Οι *ορυκτοί πόροι* είναι συγκεντρώσεις ορυκτών ή πετρωμάτων, τα οποία δημιουργήθηκαν από γεωλογικές διεργασίες στο φλοιό της γής, στην επιφάνειά της ή στο θαλάσσιο πυθμένα και έχουν ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά που δικαιολογούν οικονομικό ενδιαφέρον για τη χρήση τους σε ανθρώπινες δραστηριότητες (Hu et al, 2010). Οι λατομικές εργασίες που πραγματοποιούνται σε ένα λατομείο εκτελούνται κυρίως με διατρητικά, γεωτρητικά, εξορυκτικά ή και άλλα μηχανικά μέσα και συμβάλλουν άμεσα ή έμμεσα, στον εντοπισμό κοιτασμάτων, καθώς και στην εκμετάλλευση, επεξεργασία ή γενικότερα αξιοποίηση των ορυκτών υλών (Garr, 1980, Hu et al, 2010). Η διαδικασία της εξόρυξης των ορυκτών μπορεί να είναι επιφανειακή ή υπόγεια (Wallwork, 1973). Τα λατομικά ορυκτά που λαμβάνονται από ένα λατομείο διακρίνονται στις κάτωθι κατηγορίες (Μενεγάκη, 2010):

i) Βιομηχανικά ορυκτά, όπως ο καολίνης, ο μπεντονίτης, η κιμωλία, ο γύψος, ο περλίτης, η θηραϊκή γη, ο χαλαζίας, η χαλαζιακή άμμος, οι άργιλλοι και τα μαργαϊκά πετρώματα, τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως κατά την τσιμεντοβιομηχανία.

ii) Μάρμαρα

iii) Αδρανή υλικά, τα οποία περιλαμβάνουν το σύνολο των άμμων, χαλικιών, θραυστών λίθων και άλλων παρόμοιων υλικών ανόργανης σύστασης, που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με συγκολλητικά μέσα για το σχηματισμό μιγμάτων. Είναι υλικά διαφόρων διαστάσεων, που προέρχονται από την απόληψη φυσικών αποθέσεων, θραυσμάτων, εξόρυξη κατάλληλων πετρωμάτων και χρησιμοποιούνται ως έχουν ή μετά από θραύση ή λειοτρίβηση για την παρασκευή σκυροδέματος, κονιαμάτων κ.α.

Ως λατομικές περιοχές δύνανται να χαρακτηρισθούν δημόσιες, δημοτικές, κοινοτικές ή ιδιωτικές εκτάσεις, ως και εκτάσεις, που ανήκουν σε νομικά πρόσωπα δημόσιου δικαίου, οι οποίες προσφέρονται, κυρίως από πλευράς ποιότητας πετρωμάτων, μορφολογίας της περιοχής, υπάρξεως αποθεμάτων και συνθηκών προσπελάσεως προ αυτές και προς τα καταναλωτικά κέντρα, για την εκμετάλλευση λατομικών ορυκτών (Μπρόφας, 2013).

Η ζωή ενός λατομείου εξαρτάται κυρίως από τη φύση των αποθεμάτων του και τις τοπικές συνθήκες (Sinha et al, 2000). Γενικότερα η λειτουργία ενός λατομείου είναι μια μακροπρόθεσμη διαδικασία, που απαιτεί χρόνο και κατάλληλο σχεδιασμό. Ο σχεδιασμός μιας εκμετάλλευσης αποτελεί, μια δυναμική διαδικασία η οποία ξεκινάει κατά το στάδιο της μεταλλευτικής έρευνας και τερματίζει με το πέρας των εργασιών (Gunn et al, 1993, Hu et al, 2010). Ο κατάλληλος σχεδιασμός στοχεύει στον προσδιορισμό των κάτωθι χαρακτηριστικών (Hustrulid et al, 2006):

- των ορίων της εκμετάλλευσης.
- των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της εκσκαφής.
- των απολήψιμων αποθεμάτων.
- της διάρκειας, των φάσεων και της χρονικής εξέλιξης της εκμετάλλευσης.
- της περιοχής και του τρόπου απόθεσης των στείρων υλικών.
- της αποκατάστασης αξιοποίησης του χώρου μετά το πέρας της εκμετάλλευσης.

Οι μέθοδοι επιφανειακών λατομικών εκμεταλλεύσεων μπορούν να διακριθούν στους κάτωθι βασικούς τύπους (Μενεγάκη, 2010):

i) Επιφανειακή εκμετάλλευση κοιτασμάτων κατά λωρίδες (Strip mining).

ii) Επιφανειακή εκμετάλλευση με βαθμίδες για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης (Terrace mining).

iii) Επιφανειακή εκμετάλλευση με κλειστές βαθμίδες ή χροανοειδής εκμετάλλευση (Conical pit).

iv) Επιφανειακή εκμετάλλευση με ανοιχτές βαθμίδες (open pit).

Η επιλογή του τύπου εκμετάλλευσης εξαρτάται από τη γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος (Dal Sasso et al, 2012). Στην Ελλάδα η μέθοδος επιφανειακής εκμετάλλευσης με ανοιχτές βαθμίδες είναι η πιο χρησιμοποιημένη μέθοδος (Στεργιόπουλος, Ταϊφάκος, 2010).

1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την λατομική δραστηριότητα

Η εγκατάσταση ενός λατομείου δεν υπόκειται σε διαδικασίες ορθολογικής επιλογής ή προγραμματισμού, καθώς οι θέσεις των κοιτασμάτων των ορυκτών είναι συγκεκριμένες και καθορίζουν την τελική σχεδίαση, την θέση και το μέγεθος της επιχείρησης (Σπυρόπουλος, 2010). Ως εκ τούτου, η εξορυκτική εκμετάλλευση και κυρίως η επιφανειακή της μορφή επιφέρει δραστικότερες μεταβολές στο περιβάλλον από οποιαδήποτε άλλη ανθρώπινη δραστηριότητα. Η λειτουργία ενός λατομείου συνεπάγεται τη δημιουργία βαθμίδων εξόρυξης, εκσκαφών, αποθέσεων, δρόμων κ.α. επεμβάσεων (Bradshaw, 1997, Macicasan, 2013). Γενικότερα, οι δυσμενείς επιπτώσεις προκύπτουν κατά τα στάδια της εξόρυξης του ορυκτού, της μεταφοράς του, της επεξεργασίας του και κατά την απόρριψη και διασπορά στο περιβάλλον κάθε μορφής αποβλήτων. Συγκεκριμένα οι επιπτώσεις της δραστηριότητας στο περιβάλλον σύμφωνα με τον Μπρόφα (2013) αφορούν:

- στην οπτική ρύπανση. Παρουσιάζονται έντονες μεταβολές στα φυσικά στοιχεία του τοπίου όπως χρώμα, σχήμα, γραμμή και υφή. Επικρατούν τα ανοικτά και έντονα χρώματα των εκσκαφών και των αποθέσεων, αντικαθιστώντας τα σκούρα χρώματα των φυσικών στοιχείων. Επιπλέον εμφανίζονται άκαμπτα και ευθύγραμμα τμήματα σε αντίθεση με τις φυσικές καμπύλες του τοπίου. Προκύπτουν συνθέσεις χρωμάτων, σχημάτων και υφών, που γίνονται έντονα αντιληπτές, καθώς δεν εναρμονίζονται με την ευρύτερη περιοχή.
- στην βλάστηση. Διενεργούνται εκχερσώσεις απαραίτητες για τις περαιτέρω διαδικασίες εξόρυξης και αφαιρείται πλήρως η φυσική χλωρίδα της έκτασης. Παράλληλα καταστρέφεται η βλάστηση των υπερκείμενων εκτάσεων, λόγω εναπόθεσης σκόνης, από τα θραύσματα των πετρωμάτων, από την κύλιση λίθων και την απόθεση στείρων υλικών του λατομείου (Abraham et al, 2009).
- στο έδαφος. Συνήθως το έδαφος απομακρύνεται μαζί με το υλικό εξόρυξης. Επιπλέον με την αφαίρεση της βλάστησης παρατηρούνται έντονα φαινόμενα διάβρωσης (Cancelli et al, 1984, Macicasan, 2013).
- στην τοπογραφία. Δημιουργούνται νέες γεωμετρικές μορφές με κάθετες απότομες επιφάνειες και επικίνδυνες ασταθής γωνίες, λόγω των εκσκαφών, τις αποθέσεις στείρων υλικών και τους δρόμους, που αλλάζουν πλήρως το φυσικό ανάγλυφο.
- στην υδρολογία, επηρεάζοντας, ανάλογα με τις γεωλογικές και τοπογραφικές συνθήκες της περιοχής, την επιφανειακή απορροή, τις πηγές και τα υπόγεια νερά. Σε αρκετές περιπτώσεις όμως, κυρίως σε τμήματα με αδιαπέρατα πετρώματα, δημιουργούνται μικρές λίμνες με προσωρινό ή μόνιμο χαρακτήρα.
- στην πανίδα, καταστρέφοντας ενδεχομένως χώρους φωλεασμού και διαταράσσοντας τους χώρους διαβίωσης των ειδών, λόγω της ανθρώπινης παρουσίας, των μηχανημάτων καθώς και του θορύβου και της σκόνης.
- στην υποβάθμιση του συνολικού περιβάλλοντος λόγω θορύβου, σκόνης, διαβρώσεων και μεταφορά υλικών σε καλλιέργειες, οικισμούς και ρέματα. Επιπλέον σε πολλές περιπτώσεις τα

εγκαταλελειμμένα λατομεία λειτουργούν ως ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης απορριμμάτων (Kurlenya, 1992, Cubukcu et al, 2012).

- στην δημιουργία ρύπων, οι οποίοι διαχωρίζονται:
 - σε ατμοσφαιρικούς, από την σκόνη και τα αιωρούμενα σωματίδια
 - σε ηχητικούς, από τον θόρυβο των μηχανημάτων εξόρυξης και μεταφοράς και
 - σε παραγωγή αποβλήτων στερεής ή υγρής μορφής (Tienhaara, 2006).
- στην υποβάθμιση και ρύπανση των υδάτων. Στις μονάδες επεξεργασίας χρησιμοποιείται νερό το οποίο μετά απορρίπτεται στον περιβάλλοντα χώρο, υποβαθμίζοντας την ποιότητα των υδάτων της ευρύτερης περιοχής. Η υποβάθμιση συντελείται μέσω της αποστράγγισης διαλυτών τοξικών στοιχείων στους υποκείμενους υδροφόρους ορίζοντες αλλά και τα ρέματα της περιοχής.
- στην δέσμευση μεγάλων εκτάσεων γης για μεγάλα χρονικά διαστήματα, υποβαθμίζοντας συγχρόνως και την ευρύτερη περιοχή, καθώς απαιτείται η λειτουργία απαραίτητων συνοδών εγκαταστάσεων (Sarma et al, 1996).
- στα κλιματικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας, μεταβάλλοντας την θερμοκρασία και την υγρασία της επιφάνειας, λόγω της απευθείας έκθεση στους κλιματικούς παράγοντες, εξαιτίας της απομάκρυνσης της βλάστησης και του εδάφους.

Στις εικόνες 1.1 και 1.2 παρουσιάζονται λατομικοί χώροι στην ν. Μήλο όπου φαίνονται η οπτική ρύπανση και οι μεταβολές στην τοπογραφία και τη βλάστηση μιας περιοχής, που προκαλούνται από την λειτουργία ενός λατομείου.



Εικόνα 1.1: Λατομικός χώρος στη ν. Μήλο. Είναι εμφανής η απότομη αλλαγή του τοπίου λόγω των εκσκαφών, των γεωμετρικών μορφών και των κάθετων επιφανειών που δημιουργούνται. Πηγή: ΛΑΒΑ Α.Ε.,2014.

Οι διεργασίες κατά την επιφανειακή εξόρυξη περιλαμβάνουν την ολοκληρωτική εξαγωγή του εδάφους, των επιφανειακών πετρωμάτων και των άλλων υποστρωμάτων της γης, προκειμένου να αποκαλυφθεί το κοίτασμα του λατομικού υλικού και να γίνει η εκμετάλλευση του (Neri et al, 2010). Κατά τη διάρκεια των εργασιών στο λατομείο δημιουργούνται αναχώματα και διάσπαρτοι σωροί από υπολείμματα, επιπλέον ανοίγονται νέοι λάκκοι, που αλλάζουν δραματικά το ανάγλυφο του τοπίου. Η μορφή των μεταβολών εξαρτάται από τη μέθοδο εξόρυξης (Pamukeu et al, 2006). Πολλές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί, λόγω των διαφορετικών γεωλογικών και τοπογραφικών συνθηκών, που επικρατούν στις διάφορες περιοχές. Το αποτέλεσμα που προκύπτει, περιλαμβάνει αλλαγές στην τοπογραφία του τοπίου, η οποία θα πρέπει να εκτιμηθεί κατάλληλα κατά τη διαδικασία σχεδιασμού της αποκατάστασης (Kaliampakos et al, 2006, Macicasan, 2013).

Επιπροσθέτως κατά την εξόρυξη, εφόσον το παραγωγικό έδαφος και η βλάστηση αφαιρούνται εξ ολοκλήρου, έρχονται στην επιφάνεια το γεωλογικό υλικό από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Αυτό συνεπάγεται τη δυσκολία στην εγκαθίδρυση οποιασδήποτε νέας μορφής ζωής, χωρίς την προηγούμενη διαχείριση του τοπίου, αφού τα υπολείμματα της λατομικής εκμετάλλευσης χαρακτηρίζονται από έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, υψής και δομής, και σε αρκετές περιπτώσεις από φυτοτοξικότητα (Abraham et al, 2009).



Εικόνα 1.2: Λατομικός χώρος στη ν. Μήλο. Είναι εμφανής η διαταραχή της γης που προκαλείται από την αποψίλωση της βλάστησης, την διάνοιξη των δρόμων και την διαμόρφωση των βαθμίδων.
Πηγή: ΛΑΒΑ Α.Ε.,2014.

Η εξόρυξη ορυκτών αυξάνεται συνεχώς ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης κατανάλωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί πως το τριάντα τοις εκατό του συνόλου της παραγωγής αλουμινίου (βωξίτης), απορροφάται για την κατασκευή αυτοκινήτων και γενικότερα του τομέα μεταφοράς (Νάνος, 2007). Στις δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες μόνο υπάρχουν περισσότερα από πεντακόσιες χιλιάδες εγκαταλελειμμένα και ενεργά ορυχεία, τα οποία καλύπτουν εκατομμύρια στρέμματα και δεκάδες χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα (Neri, 2010). Στην Ελλάδα η συνολική

επιφάνεια που καταλαμβάνεται από λατομικές εκμεταλλεύσεις, βάση των στοιχείων που αναφέρθηκαν στην συνδιάσκεψη του Rio το 1992 για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (Earth Summit, 1992. Final Text, Rio, Declarations and Principles) ξεπερνά τα 150.000 στρ. (Μπρόφας, 2013).

1.5 Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της λατομικής δραστηριότητας

Η εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου δεν μπορεί να τεθεί σε αμφισβήτηση πως αποτελεί οικονομική αναγκαιότητα. Οι σύγχρονες κοινωνίες όμως προσδοκούν από την οποιαδήποτε επιχειρούμενη δραστηριότητα, να λαμβάνει υπόψη πρωτίστως τις ανάγκες των πολιτών (Hustrulid et al, 2006, Dong et al, 2014). Η εγκατάσταση και λειτουργία μιας λατομικής επιχείρησης σε μια περιοχή, πέραν των περιβαλλοντικών ζητημάτων, επιφέρει μεταβολές, θετικές ή αρνητικές, στις τοπικές κοινωνίες (Pavloudakis et al, 2009). Τα πεδία επίδρασης των επιπτώσεων αποτελούν:

- ο το πληθυσμιακό και δημογραφικό.
- ο η εργασία και τοπική οικονομική ανάπτυξη.
- ο η γενική και προσανατολισμένη τεχνική εκπαίδευση.
- ο η βελτίωση των υποδομών.
- ο η χρήσης γης συγκρουόμενες ή αποδιδόμενες για άλλες χρήσεις με το πέρας των εκμεταλλεύσεων.
- ο οι μεταβολές στις διοικητικές δομές.
- ο τα ανθρώπινα δικαιώματα.
- ο η περιθωριοποίηση ευαίσθητων κοινωνικών ομάδων, που αδυνατούν να προσαρμοστούν και ενταχθούν στις νέες συνθήκες (Παζάρας, 2008).

Εξετάζοντας τις θετικές επιπτώσεις, οι λατομικές επιχειρήσεις αποτελούν βασικό μοχλό ανάπτυξης της εθνικής οικονομίας, καθώς τροφοδοτούν με πρώτες ύλες αρκετούς ζωτικούς οικονομικούς κλάδους (Tienhaara, 2006). Ενισχύουν τα ποσοστά εξαγωγών, εξασφαλίζοντας συνάλλαγμα και συγχρόνως περιορίζουν την εξάρτηση της χώρας από την ανάγκη εισαγωγών πρώτων υλών (Μενεγάκη, 2010). Παρέχουν άμεσα ή έμμεσα αρκετές νέες θέσεις εργασίας, συμβάλλοντας καθαυτό τον τρόπο στην αντιμετώπιση προβλημάτων όπως η ανεργία και παράλληλα βελτιώνουν το βιοτικό επίπεδο του απασχολούμενου πληθυσμού (Τσιβουράκης, 2008). Διασφαλίζουν τη απρόσκοπτη προμήθεια υλικών στις επαρχίες, αποτρέποντας παράλληλα φαινόμενα εκμετάλλευσης από μονοπωλιακές καταστάσεις και τον αθέμιτο ανταγωνισμό (Χατζηστάθης, 2000, Dong et al, 2014). Επιπλέον με την καταβολή των λατομικών δικαιωμάτων παρέχουν σημαντική οικονομική ενίσχυση στις επηρεαζόμενες κοινότητες (Τσιβουράκης, 2008). Πέραν όμως του ποσοστού που υποχρεούνται να καταβάλλουν στους οικείους Δήμους, σε πολλές περιπτώσεις διατίθενται χορηγίες για την κατασκευή κοινωφελών έργων αλλά και για διάφορες πολιτιστικές εκδηλώσεις. Επιπροσθέτως ευνοείται η ανάπτυξη απομακρυσμένων περιοχών πλούσιων σε ορυκτά, με τη προσέλευση και εγκατάσταση σε αυτές πληθυσμού από άλλες περιοχές αλλά και λόγω των συνοδών έργων υποδομής, όπως για παράδειγμα η βελτίωση του οδικού δικτύου (Corpin et al, 1982, Dong et al, 2014).

Οι περιοχές με έντονη εξορυκτική δραστηριότητα χαρακτηρίζονται από περιορισμένη πληθυσμιακή κινητικότητα, λόγω της προδιαγεγραμμένης προοπτικής επαγγελματική απασχόλησης και για την επόμενη γενιά (Παζάρας, 2008). Το γεγονός συνεπάγεται θετικές αλλά συγχρόνως και αρνητικές επιπτώσεις. Από την μια πλευρά συμβάλλει στην διατήρηση του πληθυσμού, όμως δεν προωθούνται άλλες δραστηριότητες όπως η γεωργία, ο τουρισμός και κυρίως δραστηριότητες που δεν λειτουργούν συμπληρωματικά, ή δεν εντάσσονται στο παραγωγικό σύστημα της λατομικής δραστηριότητας, με αποτέλεσμα τη ραγδαία συρρίκνωσή τους (Μπρόφας, 2013).

Σε αρκετές περιπτώσεις όμως ένα λατομείο λειτουργεί ως μέσο οικονομικής στήριξης, με αποτέλεσμα την δημιουργία οικισμών στην ευρύτερη περιοχή. Επιπλέον εξαιτίας της απομονωμένης φύσεως αυτών των οικισμών, ευνοείται η ανάπτυξη εναλλακτικών δραστηριοτήτων όπως η δασοπονία και η αναψυχή, ειδικότερα στις περιπτώσεις που στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν δασικής μορφής εκτάσεις (Bradshaw, 1997, Dong et al, 2014).

Τέλος, η εξορυκτική δραστηριότητα δύναται να προκαλέσει αρκετά προβλήματα στην υγεία των κατοίκων των ευρύτερων περιοχών. Η σκόνη, ο θόρυβος και κυρίως η εκπομπή βιομηχανικών τοξικών αερίων, που σε κάποιες περιπτώσεις συνοδεύουν την εξόρυξη, μπορούν να επηρεάσουν την υγεία και την ποιότητα ζωής των τοπικών κοινοτήτων (Garr, 1980, Παζάρας, 2008).

1.6 Περιβαλλοντική διαχείριση λατομικής δραστηριότητας

Η ευαισθητοποίηση για τα θέματα του περιβάλλοντος χρονολογείται από τα τέλη της δεκαετίας του 60, όπου και γίνεται αντιληπτό, πως η πολιτική που ακολουθήθηκε σε σχέση με την ανάπτυξη, η οποία βασιζόταν στον ανταγωνισμό και τη μεγιστοποίηση της απόδοσης και του κέρδους, οδήγησε σε οικολογική και κοινωνική κρίση (Κοκολάκη, 2012). Οι ανησυχητικές διαστάσεις της συνεχούς περιβαλλοντικής υποβάθμισης προκάλεσαν έντονο προβληματισμό για τα ζητήματα που προέκυψαν καθώς και για το σχεδιασμό τους (Drew et al, 2002, Ormazabal et al, 2014). Η επίλυση των οικολογικών προβλημάτων, ως αποτέλεσμα της οικονομική ανάπτυξη των επιχειρήσεων και των ευρύτερων οικονομικών θεμάτων, είναι δυνατή μόνο με την εφαρμογή συστηματικής προσέγγισης και την αναζήτηση νέων μεθόδων πιο αποτελεσματικών σε επιχειρησιακό και κρατικό επίπεδο, με στόχο την εξασφάλιση της οικονομικής και συγχρόνως της οικολογικής σταθερότητας (Tambovceva et al, 2011).

Με τον όρο *Περιβαλλοντική Διαχείριση* ορίζεται η διαδικασία, μέσω της οποίας οι οργανισμοί εκτιμούν, με ένα μεθοδολογικό τρόπο, τις περιβαλλοντικές πλευρές των δραστηριοτήτων τους και λαμβάνουν μέτρα ελαχιστοποίησης των δυσμενών επιπτώσεων. Βασικοί στόχοι της περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι η ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης, η πρόληψη των περιβαλλοντικών προβλημάτων και η βελτίωση της ποιότητας ζωής (Κοκολάκη, 2012).

Είναι αποδεκτό πως η λατομική δραστηριότητα έχει δυσμενής επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μέσα στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης, η υιοθέτηση τεχνικών περιβαλλοντικής διαχείρισης θεωρείται επιβεβλημένη για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων μιας επιχείρησης (Proto et al, 2013). Για την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και για την συνεχή βελτίωση και διατήρηση της ανταγωνιστικότητας, αποτελεί βασική προϋπόθεση κάθε

επιχείρηση να συμπεριλάβει το περιβάλλον στον μακροπρόθεσμο αναπτυξιακό σχεδιασμό της (Tole et al, 2013). Εντούτοις, η υιοθέτηση των επίσημων συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι μια αρκετά πρόσφατη τάση στην εξορυκτική βιομηχανία (Brent, 2011). Οι λατομικές επιχειρήσεις εστιάζουν περισσότερο στην αποκατάσταση του τοπίου των λατομικών εκτάσεων και σπάνια εφαρμόζουν τεχνικές ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής διαχείρισης (Sandberg, 2013). Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί σε διεθνή επίπεδο καινοτόμα εργαλεία και τεχνικές για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον (Tole et al, 2013, Ormazabal et al, 2014).

1.6.1 Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΠΔ) προέκυψαν από την αναγκαιότητα για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών ζητημάτων που χαρακτηρίζουν τις τελευταίες δεκαετίες. Η περιβαλλοντική διαχείριση αποτελεί παράμετρο της έννοιας της στρατηγικής διαχείρισης και περιλαμβάνει την ασφαλή διαχείριση των οικονομικών δραστηριοτήτων με σκοπό να συμβάλει στην επίτευξη της βέλτιστης απόδοσης σε συσχέτιση με την αποτελεσματικότερη προστασία του περιβάλλοντος (Tambovceva et al, 2011). Τα ΣΠΔ είναι εθελοντικά εργαλεία που παρέχουν το πλαίσιο για τη συστηματική αναγνώριση, την αξιολόγηση, το σχεδιασμό, την διαχείριση και τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων των δραστηριοτήτων, προϊόντων και υπηρεσιών των οργανισμών ή επιχειρήσεων, με σκοπό τη συμμόρφωση με τις νομικές απαιτήσεις, και την συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων της επιχείρησης (Fawer et al, 1997, Κοκολάκη, 2012). Περιέχουν ξεκάθαρους και οργανωτικούς στόχους και περιγράφουν όλα τα μέτρα που θα εξασφαλίζουν την ομαλή και σύμφωνα με τους κανονισμούς εκτέλεση, επόπτευση και έγγραφη πιστοποίηση όλων των εργασιών που σχετίζονται με το περιβάλλον σε όλους τους τομείς (Γεωργακόπουλος, 2005, Cagnazzo et al, 2013).

Τα τελευταία χρόνια, λόγω της παγκόσμιας ευαισθητοποίησης για την περιβαλλοντική υποβάθμιση, τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης έχουν αποκτήσει αυξανόμενη αποδοχή μεταξύ των εταιρειών. Πρόσφατη έρευνα του ISO για το 2010 αναφέρει ότι έχουν εκδοθεί 250.000 πιστοποιητικά ISO 14001:2005 σε 155 χώρες (Cagnazzo et al, 2013). Ο στόχος της περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι να περιορίσει τις αρνητικές επιπτώσεις των οικονομικών δραστηριοτήτων προς το περιβάλλον, να εξασφαλίσει την οικολογική ασφάλεια των διαδικασιών παραγωγής, ώστε να είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, καθώς και τη σκόπιμη χρήση των πλεονεκτημάτων της αγοράς, που προκύπτουν από την εφαρμογή των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης (Tambovceva et al, 2011).

Βάση του ορισμού, που δίνεται από το Ινστιτούτο Βρετανικών Προτύπων (British Standards Institute), τα ΣΠΔ περιλαμβάνουν την οργανωτική δομή, τις αρμοδιότητες, τις πρακτικές, τις διαδικασίες, τις διεργασίες και τους πόρους για τον καθορισμό και την εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής (Zorpas, 2010). Ως εκ τούτου, ένα ΣΠΔ βασίζεται στην υιοθέτηση μιας περιβαλλοντικής πολιτικής. Η περιβαλλοντική πολιτική περιγράφει επίσημα τις δεσμεύσεις της εταιρείας για τη διαχείριση του περιβάλλοντος και συνήθως περιλαμβάνει δεσμεύσεις για τη μείωση της ρύπανσης, της ενέργειας, των αποβλήτων και τη χρήση των

πόρων, θέτει τους στόχους και τους σκοπούς και ελέγχει τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της εταιρείας (Zorpas, 2010). Η εφαρμογή ενός ΣΠΔ από μια εταιρεία αναλύεται σε φάσεις, συμπεριλαμβάνοντας και τους σχετικούς ελέγχους που πραγματοποιούνται μετά από κάθε φάση (Zorpas, 2010). Επιπλέον δύναται να εφαρμοστεί σταδιακά και σε επιμέρους δραστηριότητες μιας επιχείρησης. Ένα σύστημα περιβαλλοντική διαχείρισης περιλαμβάνει ενότητες-στάδια ως ακολούθως (Proto et al, 2013):

- προσδιορισμός εταιρικής στρατηγικής για το περιβάλλον.
- αρχική επισκόπηση επιδόσεων και διαχειριστικών πρακτικών.
- σχεδίαση και υιοθέτηση περιβαλλοντικής πολιτικής.
- εφαρμογή περιβαλλοντικής πολιτικής.
- παρακολούθηση συστήματος.
- έλεγχος και αξιολόγηση.
- προσδιορισμός επικοινωνιακής περιβαλλοντικής πολιτικής.

Τα ΣΠΔ δημιουργήθηκαν λόγω της συνεχής υποβάθμισης του περιβάλλοντος, της αυξημένης πίεσης της κοινής γνώμης και τις ηθικές ανησυχίες, που οδήγησαν πολλές επιχειρήσεις στην υιοθέτηση περιβαλλοντικής πολιτικής, στην ανάγκη να τεκμηριώσουν την περιβαλλοντική τους αξιοπιστία και να βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητά τους (Tole et al, 2013). Σημαντικές εξελίξεις όπως η παγκοσμιοποίηση της αγοράς και των δραστηριοτήτων, η ενεργειακή κρίση, ο αυξημένος ανταγωνισμός, η θέσπιση αυστηρών περιβαλλοντικών διατάξεων και νομοθετικών απαιτήσεων, η αυτοματοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών, αναγκάζουν τις σύγχρονες επιχειρήσεις να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα για να μπορέσουν να επιβιώσουν και να ευημερήσουν (Γεωργακόπουλος, 2005, Cagnazzo et al, 2013). Ένα ΣΠΔ αναπτύσσεται για να διαβεβαιώσει ότι οι περιβαλλοντικές επιδόσεις της επιχείρησης συμμορφώνονται με τις ισχύουσες περιβαλλοντικές διατάξεις, για να ενισχύσουν την ανταγωνιστικότητά της στην παγκόσμια αγορά και να βελτιώσουν την συνολική παραγωγικότητά της (Proto et al, 2013). Σημαντικά παραδείγματα προδιαγραφών τέτοιων συστημάτων αποτελούν σε διεθνές επίπεδο το ISO 14001 από την σειρά προτύπων ISO 14000 και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο το Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου EMAS (Γεωργακόπουλος, 2005). Επιπλέον την τελευταία δεκαετία αυξανόμενο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα πρότυπα ISO 14064 και ISO 14046, που αφορούν τον προσδιορισμό του περιβαλλοντικού και υδατικού αποτυπώματος μιας επιχείρησης αντίστοιχα (Brent, 2011).

Το περιβάλλον βρίσκεται πλέον στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος και των προσπαθειών των κρατών και των επιχειρήσεων για πρόληψη και προστασία. Τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης αποτελούν ένα νέο εργαλείο, για τον έλεγχο των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις δραστηριότητες των επιχειρήσεων, όπως η πρόληψη της ρύπανσης και η εξοικονόμηση ενέργειας και πόρων. Ο κύριος ρόλος τους είναι η θέσπιση προδιαγραφών λειτουργίας με στόχο την βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των επιχειρήσεων (Δεμέκα, 2006, Cagnazzo et al, 2013).

1.6.2 Οφέλη και κόστος από την εφαρμογή ΣΠΑ

Τα οφέλη που αποκομίζονται από την εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης διακρίνονται σε αυτά που απολαμβάνει η επιχείρηση και τα οφέλη για το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία (Tole et al, 2013). Στην περίπτωση της επιχείρησης τα οφέλη σύμφωνα με τον Zorpa (2010) αφορούν:

- ο τη δυνατότητα εξοικονόμησης κόστους, μέσω της βελτίωσης της αποδοτικότητας.
- ο τη παροχή της βέλτιστης αντίληψης και ελέγχου των διεργασιών, επιτυγχάνοντας τη μείωση των εκπομπών και την πρόληψη περιστατικών ρύπανσης.
- ο τη μείωση του κόστους παραγωγής, μέσω εξοικονόμησης φυσικών πόρων και περιορισμού του κόστους επεξεργασίας των αποβλήτων.
- ο τη δυνατότητα εφαρμογής βέλτιστων τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον, για τη παρακολούθηση και αντιμετώπιση των παραγόμενων αποβλήτων.
- ο τη βελτίωση της δημόσιας εικόνας της εταιρείας και κατ' επέκταση της σχέσης της με τους πελάτες αλλά και με κάθε εμπλεκόμενο, επιτρέποντας λεπτομερές αναφορές σχετικά με τις περιβαλλοντικές της επιδόσεις.
- ο την αύξηση των πωλήσεων και η δραστηριοποίηση στις διεθνείς αγορές, λόγω βελτίωσης της εικόνας της επιχείρησης και της αύξησης της ανταγωνιστικότητας της.
- ο την αναβάθμιση του ανθρώπινου δυναμικού, μέσω της κατάρτισης και επιμόρφωσης, με αποτέλεσμα την συνεχή βελτίωση της απόδοσης και αποτελεσματικότητας του.
- ο τη βελτίωση της οργάνωσης και λειτουργίας της επιχείρησης, καθώς καθορίζονται σαφώς οι αρμοδιότητες και οι ευθύνες.
- ο αποφεύγονται ποινικές συνέπειες και το οικονομικό κόστος που επιφέρουν οι παραβάσεις της σχετικής νομοθεσίας, αφού εξασφαλίζεται η κάλυψη των νομικών υποχρεώσεων και η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων.
- ο τη μείωση των ασφάλιστρων και των δαπανών, που επιτυγχάνεται από την εφαρμογή προληπτικών μέτρων και την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων.

Παράλληλα με τα οφέλη που απολαμβάνει μια επιχείρηση από την εφαρμογή ενός ΣΠΑ, παρουσιάζονται σημαντικά οφέλη στην οικονομία κάθε χώρας. Αυτά προκύπτουν από την αύξηση των εξαγωγών και την εξασφάλιση του απαραίτητου συναλλάγματος, καθώς ενισχύονται οι επιχειρήσεις και έχουν την δυνατότητα δραστηριοποίησης στις διεθνείς αγορές (Wells et al, 1999, Cagnazzo et al, 2013). Επιπλέον αξιοποιούνται εγχώριες πρώτες ύλες και διασφαλίζεται η ανεξαρτησία της χώρας από τις εισαγωγές και τους κερδοσκοπικούς κινδύνους (Fawer et al, 1997, Κοκολάκη, 2012). Τέλος, η δυνατότητα εγκατάστασης επιχειρήσεων διάσπαρτες γεωγραφικά ευνοεί την περιφερειακή ανάπτυξη. Ενισχύεται η τοπική απασχόληση με μόνιμο προσωπικό, τοπικές εργολαβίες και προσφέρεται ένα μόνιμο ετήσιο έσοδο στους Δήμους και στην τοπική οικονομία γενικότερα (Γεωργακόπουλος, 2005).

Στα οφέλη που προκύπτουν για το περιβάλλον και την κοινωνία από την εφαρμογή των ΣΠΑ περιλαμβάνονται (Wells, 1999, Cagnazzo et al, 2013):

- ο ο περιορισμός της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και των υδάτινων και εδαφικών πόρων, που προκύπτει από τη μείωση των εκπομπών και των αποβλήτων.

- η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων, λόγω του περιορισμού των εκπομπών και αποβλήτων.
- η ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων.
- η εξοικονόμηση πόρων (ενέργειας και πρώτων υλών), που δύναται να προκύψει από την χρήση ανακυκλώσιμων υλικών.
- η διασφάλιση της τήρησης της περιβαλλοντικής νομοθεσίας.
- οι νέες θέσεις εργασίας καθώς απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό.
- η ευαισθητοποίηση των εργαζομένων σε περιβαλλοντικά θέματα.
- η ενίσχυση της σχέσης εμπιστοσύνης του κοινού και της επιχείρησης.

Η ανάπτυξη όμως ενός ΣΠΔ επιφέρει κάποιο κόστος που πρέπει να ληφθεί υπόψη πριν την εφαρμογή του. Αυτό προκύπτει κυρίως από το υψηλό κόστος παραγωγής, λόγω τις επενδύσεις που απαιτούνται για την δημιουργία μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων ή τεχνολογίας ρύπανσης και άλλου εξοπλισμού που καθορίζεται από τις νομοθετικές διατάξεις (Δεμέκα, 2006). Σημαντικό είναι το κόστος από αμοιβές σε εξωτερικούς συμβούλους, σε μελέτες, από την πρόσληψη εξειδικευμένου προσωπικού και την επιμόρφωση των εργαζομένων. Επιπλέον το κόστος σε συνδυασμό με τη κακή ποιότητα των παροχών από τους εξωτερικούς συμβούλους έχει προκαλέσει σε αρκετές περιπτώσεις την δυσαρέσκεια των εταιρειών, καθώς προκύπτουν ζητήματα γραφειοκρατίας και αναποτελεσματικότητας των συστημάτων (Γεωργακόπουλος, 2005). Τέτοιες περιπτώσεις ανατροφοδοτούν την γενική εντύπωση περί ακαταλληλότητας των επίσημων Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (Zorpas, 2010).

1.6.3 Σειρά προτύπων ISO 14000

Το ISO 14000 είναι μια σειρά προτύπων που αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης ISO (International Organisation for Standardisation). Περιλαμβάνει 18 διεθνή πρότυπα περιβαλλοντικής διαχείρισης (14001, 14002, 14004, 14046, 14064 κ.α.) τα οποία διαχωρίζονται σε 6 κατηγορίες (Finkbeiner, 2013):

- Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης
- Περιβαλλοντικός έλεγχος
- Περιβαλλοντικά σήματα και δηλώσεις
- Αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδοσης
- Ανάλυση κύκλου ζωής
- Ορισμοί.

Η σειρά ISO 14000 περιλαμβάνει πρότυπα προδιαγραφών. Τα πρότυπα αποτελούν ένα σύνολο απαιτήσεων για την δημιουργία και διατήρηση ενός αποτελεσματικού συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης και την πιστοποίηση του από έναν ανεξάρτητο φορέα (Bugdol et al, 2015). Παρέχουν ένα σύστημα εντοπισμού, αξιολόγησης και ελέγχου των ενεργειών μιας επιχείρησης που έχουν επίδραση στο περιβάλλον (Tole et al, 2013). Οι απαιτήσεις που τίθενται από τα πρότυπα επιγραμματικά είναι (Bugdol et al, 2015):

- η δέσμευση και η διαμόρφωση περιβαλλοντικής πολιτικής.

- η αρχική περιβαλλοντική ανασκόπηση.
- ο σχεδιασμός περιβαλλοντικής πολιτικής που θα λαμβάνονται υπόψη οι νομικές και άλλες απαιτήσεις καθώς και οι στόχοι της επιχείρησης.
- η εφαρμογή περιβαλλοντικής πολιτικής που θα περιλαμβάνει την δομή και την κατανομή των ευθυνών, την ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού, την τεκμηρίωση του ΣΠΔ, τον έλεγχο της λειτουργίας καθώς και προληπτικές και διορθωτικές ενέργειες.
- η μέτρηση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδοσης εκτιμώντας τις επιπτώσεις.
- ο έλεγχος και αναθεώρηση.
- η εξωτερική επικοινωνία με τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Είναι πρότυπα διαχείρισης και όχι απόδοσης, δηλαδή αφορούν τις διεργασίες που έμμεσα επηρεάζουν το αποτέλεσμα (Δεμέκα, 2006, Cagnazzo et al, 2013). Εστιάζουν στο σύνολο των οργανωτικών μέτρων και των ενεργειών που υιοθετεί μια επιχείρηση για να ελαχιστοποιήσει τις επιβλαβείς επιπτώσεις που προκαλούνται στο περιβάλλον από τις δραστηριότητες της και για την επίτευξη συνεχούς βελτίωσης της περιβαλλοντικής επίδοσης της. Ουσιαστικά αξιολογεί και πιστοποιεί το σύστημα διαχείρισης που υιοθετεί ο κάθε οργανισμός (Wells et al, 1999, Tamboncela et al, 2011). Είναι διεθνή πρότυπα συνεπώς οφείλουν να μπορούν να εφαρμοστούν σε όλους τους τύπους και τα μεγέθη των επιχειρήσεων και να προσαρμόσουν τις διαφορετικές γεωγραφικές, πολιτιστικές και κοινωνικές συνθήκες και ανάγκες πολλών χωρών (Fawer et al, 1997, Cagnazzo et al, 2013). Το πιο διαδεδομένο πρότυπο από την σειρά είναι το ISO 14001 (Bugdol et al, 2013). Επιπλέον, ανωδική τάση προς εφαρμογή παρουσιάζουν τα πρότυπα της κατηγορίας 14040 που αφορούν την Ανάλυση Κύκλου Ζωής.

1.6.4 Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η παγκόσμια κοινότητα έχει θέσει σε εφαρμογή καινοτόμες τεχνικές σε συνδυασμό με ένα ευρύ φάσμα της περιβαλλοντικής νομοθεσίας, με σκοπό τον περιορισμό της ρύπανσης του αέρα, του νερού, του εδάφους και της γενικότερης περιβαλλοντικής υποβάθμισης (Diaz et al, 2012). Ωστόσο, πολλές προκλήσεις εξακολουθούν να υπάρχουν και πρέπει να αντιμετωπιστούν από κοινού και με δομημένο τρόπο (Galli et al, 2011). Προς την κατεύθυνση αυτή καθιερώνεται μια κοινή μεθοδολογική προσέγγιση για την παρακολούθηση της πορείας αποδοτικότητα των φυσικών πόρων και τη συγκριτική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των προϊόντων, των υπηρεσιών και των επιχειρήσεων, που βασίζονται σε μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε όλο τον κύκλο ζωής (Venetoulis, 2008).

Ο όρος «Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα» (Environmental ή Ecological Footprint), αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90 από τους Mathis Wackernagel και William Rees (Pandey et al, 2011). Ως ορολογία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε ακαδημαϊκή δημοσίευση του William Rees, το 1992. Η οριοθέτηση όμως και η μέθοδος υπολογισμού της έννοιας «περιβαλλοντικό αποτύπωμα» αναπτύχθηκε με τη διδακτορική διατριβή του Mathis Wackernagel, υπό την επίβλεψη του William Rees στο Πανεπιστήμιο της Βρετανικής

Κολομβίας, στο Βανκούβερ του Καναδά (Palletier et al, 2014). Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα αναφέρεται ως ένας λογιστικός δείκτης, με τον οποίο υπολογίζεται η έκταση η οποία απαιτείται για την απόθεση των παραγόμενων αποβλήτων κατά την παραγωγή των απαιτούμενων πόρων (Pandey et al, 2011). Ενώ αρχικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των επιπτώσεων σε εθνικό επίπεδο, το μοντέλο πλέον εφαρμόζεται τόσο σε περιφερειακό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο οργανισμών και επιχειρήσεων (Ryan, 2004). Γενικά, οποιαδήποτε οντότητα έχει μετρήσιμους πόρους, μπορεί εύκολα να υπολογίσει το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα (Venetoulis et al, 2008).

Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα αναδείχθηκε ως μία καινοτόμα τεχνική, με την οποία υπολογίζεται η οικολογική διάσταση της αειφορίας (Wackernagel et al, 2000). Μέσω της αειφόρου ανάπτυξης επιδιώκεται η οικονομική αποτελεσματικότητα, η προστασία και αποκατάσταση των οικοσυστημάτων και η ευημερία όλων των λαών (Galli et al, 2011). Επιπλέον το περιβαλλοντικό αποτύπωμα είναι ένας τρόπος για την αξιολόγηση της διαθεσιμότητας των φυσικών πόρων και του βαθμού με τον οποίο η παραγωγή και η κατανάλωση έχουν επιπτώσεις σε αυτούς (Wintergreen et al, 2009). Ο Alan Fricker το 1998 έδωσε ένα παρόμοιο ορισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Ως περιβαλλοντικό αποτύπωμα όρισε «το ποσοστό των πόρων που καταναλώνονται εκφραζόμενο σε αντίστοιχο ποσοστό των παραγωγικών εκτάσεων που απαιτούνται για την παραγωγή τους και τη συνακόλουθη απορρόφηση των παραγόμενων αποβλήτων» (Venetoulis et al, 2008). Επιπροσθέτων, οι Mathis Wackernagel και J. David Yount το 2000 αναφέρουν ως Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα (Environmental Footprint) ενός φορέα, ενός οργανισμού ή μιας επιχείρησης το σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΑΘ), που προκαλούνται από έναν οργανισμό, ένα συμβάν, ένα προϊόν ή ένα άτομο. Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα συχνά υπολογίζεται υπό όρους κιλών διοξειδίου του άνθρακα, ή των ισοδυνάμων του σε άλλα αέρια του θερμοκηπίου που εκλύονται και για το λόγο αυτό αναφέρεται και ως ανθρακικό αποτύπωμα (CO2 Footprint) (Wackernagel et al, 2000).

Η εξορυκτική βιομηχανία έχει δηλώσει τη δέσμευσή της για αειφόρο ανάπτυξη και αναγνωρίζει την αναγκαιότητα για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών επιδόσεων της, δίνοντας έμφαση στις καθαρότερες τεχνολογίες και στην αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων (Brent, 2011). Ως εκ τούτου, για την εφαρμογή βιωσιμότερων πρακτικών παραγωγής, θα πρέπει να επιτευχθεί μια πληρέστερη κατανόηση, τόσο των διαδικασιών εξόρυξης όσο και των επιπτώσεων τους, μέσα από ολιστικές προσεγγίσεις του κύκλου ζωής, συμπεριλαμβανομένου τη ποσοτικοποίηση των μετρήσεων με λεπτομερή μοντέλα (Brent, 2011). Το επίπεδο διαχείρισης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί βασικό δείκτη του περιβαλλοντικού προφίλ της εξορυκτικής βιομηχανίας (Brent, 2011).

Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα λειτουργεί ως ένα εργαλείο για την ποσοτικοποίηση και μέτρηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον που προκαλούνται από τη λειτουργία ενός οργανισμού ή μιας επιχείρησης (IES, 2011). Η γνώση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, εφόσον υπολογιστεί το μέγεθός του, μπορεί να βοηθήσει τον οργανισμό ή την επιχείρηση να σχεδιάσει μια συγκεκριμένη στρατηγική για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των λειτουργιών της στο περιβάλλον (Palletier et al, 2014). Στη στρατηγική αυτή μπορούν να ενταχθούν καινοτόμες εφαρμογές, στοιχεία τεχνολογικής ανάπτυξης,

βελτιωμένες διαδικασίες για τη διαχείριση της παραγωγής και της εξυπηρέτησης, συλλογή στοιχείων ανθρακικών εκπομπών και δημιουργία δεικτών, νέες προσεγγίσεις στην κατανάλωση και διαχείριση απορριμμάτων κ.ά (IES, 2011). Ο προσδιορισμός του περιβαλλοντικού αποτυπώματος βασίζεται στο διεθνές πρότυπο περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14064 (Wintergreen et al, 2009).

1.6.5 Πρότυπο ISO 14064

Το πρότυπο ISO 14064 αναπτύχθηκε στα πλαίσια των διαδικασιών του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης. Η ανάπτυξή του ξεκίνησε το 2002, ολοκληρώθηκε και δημοσιεύθηκε το 2006 και αποτελεί μέρος της σειράς των Διεθνών Προτύπων του ISO 14000 για την περιβαλλοντική διαχείριση (ISO, 2006). Το ISO 14064 περιλαμβάνει τις ελάχιστες απαιτήσεις και λεπτομερές οδηγίες για την απογραφή, την ποσοτικοποίηση και την αναφορά των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Wintergreen et al, 2009). Οι οδηγίες αυτές παρέχουν μια βασική δομή, κατά την οποία εκτελείται αξιόπιστος και συνεπής έλεγχος.

Στα αέρια του θερμοκηπίου, τα οποία και εξετάζονται, περιλαμβάνονται το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), υδροφθοράνθρακες (HFC), υπερφθοράνθρακες (PFC) και εξαφθοριούχο θείο (SF₆). Ως εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θεωρείται η συνολική μάζα των αερίων, που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια μιας καθορισμένης χρονικής περιόδου. Ως πηγή αερίων του θερμοκηπίου νοείται κάθε φυσική μονάδα ή διαδικασία που απελευθερώνει τα παραπάνω αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (Diaz et al, 2012).

Το πρότυπο ISO 14064 παρέχει στους φορείς χάραξης πολιτικής ένα σύνολο βέλτιστων πρακτικών, επί των οποίων μπορούν να οικοδομήσουν ένα πρόγραμμα μείωσης εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου (Palletier et al, 2014). Οι πρακτικές που προσφέρονται από το πρότυπο σχετίζονται με το (Wintergreen et al, 2009):

- πώς καθορίζουμε τα όρια των δραστηριοτήτων της επιχείρησής που επηρεάζουν το περιβάλλον.
- πώς εντοπίζουμε τις πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την επιχείρησή.
- πώς τις ποσοτικοποιούμε.
- πώς αναπτύσσουμε ένα σύστημα διαδικασιών για τη συνεχή συλλογή και αρχειοθέτηση αξιόπιστων δεδομένων.
- πώς διασφαλίζουμε την ποιότητα των μετρήσεων, των υπολογισμών και των δεδομένων.
- πώς αξιοποιούμε αυτές τις μετρήσεις, ώστε να λαμβάνουμε συνεχώς μέτρα για τη βελτίωση των επιδόσεών.
- πώς πρέπει να παρουσιάζουμε την αναφορά των αερίων του θερμοκηπίου και τι πρέπει αυτή να περιέχει.
- πώς πρέπει να γίνεται η επαλήθευση της αναφοράς και του συστήματος συλλογής στοιχείων και υπολογισμών.

Το πρότυπο ουσιαστικά προσδιορίζει τρεις βασικές πτυχές που σχετίζονται με την ανάπτυξη του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι πτυχές αυτές περιλαμβάνουν τη θέσπιση ορίων απογραφής, τη ποσοτικοποίηση των αερίων του θερμοκηπίου και την υποβολή εκθέσεων (ISO, 2006). Ένας βασικός στόχος της διαδικασίας ήταν να δημιουργηθεί ένα αυστηρό από τεχνικής άποψης προϊόν, που θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε μια επιχείρηση ανεξάρτητα από την τρέχουσα πολιτική μιας χώρας σχετικά με την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Galli et al, 2011). Το πρότυπο πιστοποίησης ISO 14064 αποτελείται από 3 μέρη (Wintergreen et al, 2009):

i) Το ISO 14064-1, το οποίο παρέχει λεπτομέρειες για τις αρχές και τις απαιτήσεις για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, τη διαχείριση, την υποβολή εκθέσεων και την επαλήθευση της απογραφής των αερίων του θερμοκηπίου μιας επιχείρησης.

ii) Το ISO 14064-2, το οποίο επικεντρώνεται σε έργα που σχεδιάζονται ειδικά για την μείωση των εκπομπών GHG ή την αύξηση των απομακρύνσεων GHG.

iii) Το ISO 14064-3, το οποίο παρέχει λεπτομέρειες για τις αρχές και τις απαιτήσεις για την επαλήθευση των απογραφών GHG ή των έργων GHG. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οργανισμούς ή τρίτα μέρη για την επαλήθευση της δήλωσης GHG.

Το πρότυπο περιλαμβάνει θεμελιώδεις αρχές, η εφαρμογή των οποίων είναι επιβεβλημένη για την εξασφάλιση της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων. Στις αρχές αυτές περιλαμβάνονται (ISO, 2006):

- η συνάφεια, επιλέγοντας τις πηγές αερίων του θερμοκηπίου, τα δεδομένα και τις μεθοδολογίες ανάλογα με τις ανάγκες της διαδικασίας και το σκοπό που επιδιώκεται.
- η πληρότητα, καλύπτοντας το σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- η συνοχή, διενεργώντας ουσιαστικές συγκρίσεις σε πληροφορίες που σχετίζονται με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- η ακρίβεια, περιορίζοντας τις αβεβαιότητες όσο αυτό είναι εφικτό.
- η διαφάνεια, προσφέροντας επαρκείς και κατάλληλες πληροφορίες που σχετίζονται με τις προβλεπόμενες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, επιτρέποντας στους ενδιαφερόμενους να λαμβάνουν αποφάσεις με εύλογη βεβαιότητα.

Οι ανωτέρω αρχές αποτελούν τη βάση και την καθοδήγηση για την εφαρμογή του προτύπου.

Κατά την διαδικασία εκτίμησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια (Wintergreen et al, 2009):

- ο εντοπισμός συγκεκριμένων πηγών εκπομπών
- η επιλογή μεθοδολογίας ποσοτικοποίησης
- η συλλογή δεδομένων
- η ποσοτικοποίηση εκπομπών για κάθε πηγή
- ο προσδιορισμός συνολικών εκπομπών

Κατά το στάδιο της επιλογής των μεθόδων ποσοτικοποίησης ο οργανισμός θα πρέπει να επιλέξει και να χρησιμοποιήσει τις μεθοδολογίες ποσοτικοποίησης με τις οποίες θα ελαχιστοποιείται εύλογα η αβεβαιότητα, ώστε να προκύψουν ακριβή, συνεπή και επαναλαμβανόμενα αποτελέσματα (ISO, 2006).

Οι μεθοδολογίες ποσοτικοποίησης, που εφαρμόζονται συχνά σε μελέτες εκτίμησης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μπορούν να ταξινομηθούν στους ακόλουθους τύπους (Wintergreen et al, 2009):

- με υπολογισμό, βάση:
 - τα δεδομένα αερίων του θερμοκηπίου της δραστηριότητας πολλαπλασιαζόμενα με συντελεστές,
 - τη χρήση των μοντέλων,
 - την εγκατάσταση ειδικών συσχετίσεων και
 - με προσέγγιση ισοζυγίου μάζας.
- με μέτρηση, που δύναται να είναι είτε συνεχής είτε διαλείπουσα.
- με συνδυασμό των μετρήσεων και των υπολογισμών.

Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στη συλλογή των δεδομένων αερίων του θερμοκηπίου της δραστηριότητας, που θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις της επιλεγμένης μεθοδολογίας ποσοτικοποίησης. Επιπλέον, θα πρέπει να ορίζεται ένα έτος αναφοράς, βάση του οποίου θα διενεργούνται συγκρίσεις με μεταγενέστερες απογραφές (ISO, 2006).

Τα κύρια οφέλη που αποκομίζονται από μια επιχείρηση με την διαδικασία απογραφής και επαλήθευσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου εντοπίζονται ως ακολούθως (Pandey et al, 2011):

- επίτευξη νομικής συμμόρφωσης, όπου η επαλήθευση αποτελεί νομική απαίτηση.
- αξιολόγηση του ανθρακικού αποτυπώματος της εταιρείας και δυνατοτήτων μείωσής του.
- αναγνώριση δυνατοτήτων ενεργειακής εξοικονόμησης και βελτίωσης ενεργειακής επίδοσης.
- παρουσίαση αξιόπιστων δεδομένων σε ενδιαφερόμενα μέρη, μετόχους και επενδυτές.
- αύξηση της περιβαλλοντικής και ενεργειακής συνείδησης του προσωπικού.
- βελτίωση της εταιρικής εικόνας.

Το ISO 14064 είναι ένα εργαλείο που προσφέρει οργανωτικές δυνατότητες στους χρήστες του, με σκοπό τη βελτίωση της συνοχής, την αυξημένη ευελιξία και τη μειωμένη προσπάθεια που σχετίζονται με την εθελοντική απογραφή αερίων του θερμοκηπίου. Αποτελεί οδηγό για την οργάνωση του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, καθώς και θεμέλιο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και ανάπτυξης προγραμμάτων, στοχεύοντας στην αντιμετώπιση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής (Wintergreen et al, 2009, Finkbeiner, 2014).

1.6.6 Υδατικό Αποτύπωμα

Ως ένας από τους πολυτιμότερους φυσικούς πόρους, το νερό παίζει ζωτικό ρόλο στην ανθρώπινη ύπαρξη, την κοινωνική πρόοδο και την οικονομική ανάπτυξη (Daniels et al, 2011). Εντούτοις, η ταχύτατη αύξηση του πληθυσμού, η εκβιομηχάνιση και η αστικοποίηση επέφεραν αρνητικές επιπτώσεις στην ποσότητα και την ποιότητα των υδάτινων πόρων (Τζελατίδης, 2013). Παράλληλα, η έντονη αύξηση της ζήτησης σε πόρους γλυκού νερού, συσχετιζόμενη με την μείωση της προσφοράς, προκάλεσαν και επιδείνωσαν φαινόμενα όπως η λειψυδρία (Τζελατίδης, 2013). Για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των υδάτινων πόρων, η χρήση και διαχείριση τους είναι ζωτικής σημασίας. Βάση αυτών προέκυψε η ανάγκη εύρεσης μιας έννοιας-δείκτη που θα δίνει κάποια ένδειξη κατά πόσο οι ανθρώπινες δραστηριότητες και τα παραγόμενα προϊόντα συμβάλλουν στην αειφόρο χρήση των υδάτινων πόρων (Fulton et al, 2014).

Η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος (Water Footprint) εισήχθη στην επιστημονική κοινότητα το 2002 από τον Hoekstra της UNESCO, στο Διεθνές Συνέδριο Επιστημόνων σχετικά με το Εμπόριο Εικονικού Νερού, που έλαβε χώρα στο πανεπιστήμιο του Delft, στην Ολλανδία (Agoramoorthy, 2013). Το Υδατικό Αποτύπωμα πρόκειται για ένα δείκτη που αναφέρεται στην κατανάλωση του νερού και εξετάζει τόσο την άμεση όσο και την έμμεση κατανάλωση νερού ενός χρήστη (Fulton et al, 2014). Είναι ένας σύνθετος δείκτης, που περιγράφει την κατανάλωση του επιφανειακού και υπόγειου νερού, περιλαμβάνει ποσοτικά, ποιοτικά, γεωγραφικά και χρονικά στοιχεία και αποτελεί ένα νέο εργαλείο για την αειφορική διαχείριση των υδατικών πόρων (Agoramoorthy, 2013). Επιπλέον, δεν αφορά το νερό ως γενική έννοια αλλά συγκεκριμένα το γλυκό νερό, που αποτελεί σπάνιο φυσικό πόρο και καταλαμβάνει μόλις το 2,5% του συνολικού όγκου νερού του πλανήτη (Daniels et al, 2011). Το ΥΑ εκφράζεται συνήθως σε μονάδες όγκου νερού ανά μονάδα προϊόντος (π.χ. m^3/ton) ή σε μονάδες όγκου νερού ανά μονάδα χρόνου (π.χ. m^3/yr) του γλυκού νερού που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το προϊόν, συμπεριλαμβάνοντας και την πλήρη διαδικασία διάθεσης και εφοδιασμού του προϊόντος στην αγορά (Yan et al, 2013).

Το Υ.Α. μπορεί να εκφραστεί σε επίπεδο ατομικής κατανάλωσης, σε επίπεδο ενός προϊόντος, μιας επιχείρησης ακόμα και ενός κράτους (Τζελατίδης, 2013). Το καινοτόμο στοιχείο αυτού του δείκτη σε επίπεδο κράτους είναι ότι δεν υπολογίζει μόνο τη χρήση των υδάτων της συγκεκριμένης χώρας, αλλά και τις πραγματικές ποσότητες νερού που καταναλώνει η συγκεκριμένη χώρα, ακόμα και εκείνες που ξοδεύτηκαν στο εξωτερικό για να δημιουργηθούν τα προϊόντα που εισάγονται και καταναλώνονται. (Wichelns, 2011). Ουσιαστικά, το Υδατικό Αποτύπωμα (ΥΔ) μπορεί να δώσει μια παγκόσμια διάσταση όσον αφορά την κατανάλωση των αγαθών και εντοπίζει τη γεωγραφική προέλευση του νερού που χρησιμοποιείται στην παραγωγή των αγαθών αλλά και τις επιπτώσεις στους πόρους του νερού τόσο στο εσωτερικό μια χώρας όσο και στο εξωτερικό (Wichelns, 2011). Συνεπώς, το Υδατικό Αποτύπωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα βασικό εργαλείο κατά την διαδικασία λήψης αποφάσεων που αφορούν, είτε την παραγωγή των διαφόρων αγαθών, είτε τη λελογισμένη χρήση των υδάτινων πόρων (Fulton et al, 2014).

Το Υδατικό Αποτύπωμα διαχωρίζεται σε τρεις συνιστώσες τη μπλε, την πράσινη και τη γκρι (Wichelns, 2011):

- Η μπλε συνιστώσα αναφέρεται στην κατανάλωση μπλε νερού, δηλαδή του νερού που δεσμεύεται από τους υδατικούς πόρους (επιφανειακούς και υπόγειους) μιας λεκάνης απορροής (Daniels et al, 2011).
- Η πράσινη συνιστώσα αφορά τον πράσινο όγκο νερού και συγκεκριμένα το νερό που προέρχεται από τα κατακρημνίσματα της βροχής ή υπάρχει υπό μορφή υγρασίας στο έδαφος (Daniels et al, 2011).
- Η γκρι συνιστώσα είναι δείκτης του βαθμού μόλυνσης του νερού. Η έννοια εισήχθη για πρώτη φορά ως «νερό διάλυσης» από τους Charagain et al. το 2006 και ορίζεται ως ο όγκος νερού που απαιτείται για να διαλυθεί το μολυσματικό φορτίο (ρύποι) με βάση τα υπάρχοντα επιθυμητά επίπεδα ποιότητας νερού, ώστε η ποιότητα του νερού να παραμένει πάνω από το επιθυμητό όριο (Agoramoorthy, 2013).

Οι πρώτες μελέτες για τον υπολογισμό του ΥΑ ασχολήθηκαν μόνο με τη χρήση μπλε νερού. Η χρήση του πράσινου νερού έγινε για πρώτη φορά το 2004 από τους Charagain και Hoekstra (Agoramoorthy, 2013). Αργότερα η έννοια του ΥΑ επεκτάθηκε κι άλλο, λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση της ρύπανσης (Daniels et al, 2011).

Το ενδιαφέρον για την έννοια του ΥΑ έγκειται στην αναγνώριση πως οι ανθρώπινες επιπτώσεις πάνω στα φυσικά συστήματα γλυκού νερού, τελικά, συνδέονται με την ανθρώπινη κατανάλωση και πως προβλήματα, όπως η ρύπανση, μπορούν να γίνουν περισσότερο κατανοητά και αντιμετωπίσιμα εξετάζοντας την αλυσίδα παραγωγής και προσφοράς ενός προϊόντος ως ένα ενιαίο σύνολο (Yan et al, 2013).

Το ΥΑ αφορά συγκεκριμένη περιοχή, υδατική χρήση και χρονικό διάστημα και αναφέρεται σε καταναλωτή ή παραγωγό. Σε επίπεδο επιχείρησης ως Υδατικό Αποτύπωμα ορίζεται ο συνολικός όγκος του γλυκού νερού που χρησιμοποιείται από την επιχείρηση για την παραγωγή προϊόντων (Galli et al, 2011). Η μελέτη του ΥΑ για τα βιομηχανικά προϊόντα, όπως τα ορυκτά, δεν έχει εφαρμοστεί αρκετά, λόγω των περιορισμών της λογιστικής μεθόδου και της δυσκολίας κατά την συλλογή των δεδομένων (Yan et al, 2013). Ωστόσο, είναι γεγονός ότι η βασική αιτία της σημερινής οικολογική κρίση που αντιμετωπίζει η ανθρώπινη κοινωνία είναι η αυξανόμενη κλίμακα και η ένταση της βιομηχανικής παραγωγής δραστηριότητας (Yan et al, 2013). Συνεπώς, η μελέτη του ΥΑ για τις βιομηχανικές δραστηριότητες και τα προϊόντα είναι σημαντική στον τομέα της έρευνας, καθώς μπορεί να αποκαλύψει επιστημονικά τις πολλαπλές επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους που προκαλούνται από βιομηχανικές διεργασίες (Yan et al, 2013). Συγχρόνως δύναται να συμβάλει στη βελτίωση της βιώσιμης και δίκαιης χρήσης των υδάτων (Wichelns, 2011).

Για τον προσδιορισμό και την ποσοτικοποίηση του Υδατικού Αποτυπώματος έχει αναπτυχθεί το Διεθνές Πρότυπο περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14046 (Finkbeiner, 2013).

1.6.7 Πρότυπο ISO 14046

Το πρότυπο ISO 14046:2014 εκδόθηκε στις 24/7/2014 από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης, με σκοπό να καλύψει την έλλειψη μιας ευρύτερα αποδεκτής μεθόδου προσδιορισμού του Υδατικού Αποτυπώματος (water footprint), συγκεκριμένα της αποτελεσματικότερης κατανάλωσης νερού για μια δραστηριότητα με τη μικρότερη δυνατή επίπτωση στο περιβάλλον (Finkbeiner, 2013). Αποτελεί μέρος της σειράς προτύπων ISO 14000 περιβαλλοντικής διαχείρισης. Το πρότυπο αυτό καθορίζει τις αρχές, απαιτήσεις και κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με την αξιολόγηση των προϊόντων, διεργασιών και οργανισμών για το υδατικό τους αποτύπωμα, με βάση την ανάλυση κύκλου ζωής τους (Mazzi et al, 2014). Ως αποτέλεσμα της αξιολόγησης του αποτυπώματος του νερού, λαμβάνεται μια μοναδική τιμή ή ένα προφίλ, βάση των αποτελεσμάτων των δεικτών επίπτωσης στο περιβάλλον αναφορικά με το νερό (Fulton et al, 2014).

Οι αρχές που καθορίζονται από το πρότυπο είναι θεμελιώδεις και πρέπει να χρησιμοποιούνται ως οδηγός για τις αποφάσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό, τη διεξαγωγή και την υποβολή εκθέσεων εκτίμησης αποτυπώματος του νερού. Στις αρχές περιλαμβάνονται (Mazzi et al, 2014):

- ❖ η ανάλυση του κύκλου ζωής.
- ❖ η περιβαλλοντική εστίαση
- ❖ η επαναληπτική προσέγγιση
- ❖ η διαφάνεια
- ❖ η πληρότητα
- ❖ η συνοχή
- ❖ η ακρίβεια
- ❖ η προτεραιότητα της επιστημονικής προσέγγισης του θέματος
- ❖ το γεωγραφικό ενδιαφέρον

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14046, μια αξιολόγηση για το υδατικό αποτύπωμα βασίζεται στην ανάλυση κύκλου ζωής, εντοπίζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση με το νερό, περιλαμβάνει σχετικές γεωγραφικές διαστάσεις, προσδιορίζει τις ποσότητες νερού που έχουν χρησιμοποιηθεί και τις μεταβολές στην ποιότητα του, αξιοποιώντας ταυτόχρονα την υπάρχουσα υδρολογική γνώση (Finkbeiner, 2013). Μια τέτοια αξιολόγηση μπορεί να έχει πολυδιάστατη συμβολή, ως ακολούθως (Τζελατίδης, 2013):

- i) αξιολόγηση του μεγέθους των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε σχέση με το νερό.
- ii) εντοπισμός δυνατοτήτων μείωσης των επιπτώσεων αυτών στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής.
- iii) ανάπτυξη στρατηγικής εκτίμησης κινδύνου σε σχέση με το νερό.
- iv) βελτιστοποίηση της διαχείρισης του νερού.
- v) ενημέρωση των φορέων λήψεως αποφάσεων, για τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους.

νι) παροχή επιστημονικά αξιόπιστων και συνεπών πληροφοριών, για τα αποτελέσματα της ανάλυσης του υδατικού αποτυπώματος.

Το ISO 14046 είναι μια διεθνώς αναγνωρισμένη μέθοδος αξιολόγησης των μέτρων και ενεργειών που λαμβάνει μια επιχείρηση για τη λελογισμένη χρήση νερού κατά την παραγωγική της διαδικασία (Mazzi et al, 2014). Πέραν της θετικής επίδρασης στο περιβάλλον, αποφέρει πληθώρα ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων για τα προϊόντα της στην αγορά. Στα οφέλη εφαρμογής του ISO 14046 σε μια επιχείρηση περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων (Mazzi et al, 2014):

- ❖ η ενίσχυση του προφίλ της επιχείρησης για περιβαλλοντικά θέματα, στα πλαίσια της γενικότερης εταιρικής υπευθυνότητας και αειφορίας.
- ❖ οικονομικά οφέλη, μέσω της βελτίωσης και αποτελεσματικότερης χρήσης του νερού στις διεργασίες καθώς και σε οργανωτικό επίπεδο.
- ❖ η απήχηση των προϊόντων και υπηρεσιών στους ευαίσθητοποιημένους σε περιβαλλοντικά θέματα καταναλωτές και πελάτες της.
- ❖ ο προσδιορισμός των αναγκαίων ενεργειών για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της χρήσης νερού.
- ❖ η αξιολόγηση και προετοιμασία της επιχείρησης για τους μελλοντικούς κινδύνους από τη χρήση νερού.

Η εκτίμηση του αποτυπώματος νερού συνίσταται στην επεξεργασία και αξιολόγηση των εισροών, εκροών και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με το νερό που χρησιμοποιείται ή που επηρεάζεται από ένα προϊόν ή διαδικασία (Finkbeiner, 2013). Κατά τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος ενός προϊόντος εξετάζονται όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος, από την απόκτηση των πρώτων υλών μέχρι την τελική διάθεση. Μέσω της συστηματικής αυτής επισκόπησης και προοπτικής, δύναται να προσδιοριστεί η μετατόπιση μιας ενδεχόμενης περιβαλλοντικής επιβάρυνσης μεταξύ των σταδίων του κύκλου ζωής ή τις επιμέρους διαδικασίες και, ενδεχομένως, να αποφευχθεί (Daniels et al, 2011). Η αξιολόγηση του αποτυπώματος νερού δύναται κατά περίπτωση να περιοριστεί σε ένα ή περισσότερα στάδια του κύκλου ζωής (Τζελατίδης, 2013). Επιπροσθέτως, μια τέτοια αξιολόγηση σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο μπορεί να διεξάγεται και να αναφέρεται είτε ως μεμονωμένη εκτίμηση, όπου αξιολογούνται μόνο οι επιπτώσεις που σχετίζονται με το νερό, είτε ως μέρος αξιολόγησης ενός κύκλου ζωής, όπου θα ληφθεί υπόψη σε ένα ολοκληρωμένο σύνολο περιβαλλοντικών επιπτώσεων και όχι μόνο σε επιπτώσεις που σχετίζονται με το νερό (Fulton et al, 2014).

Η αξιολόγηση του αποτυπώματος νερού σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο περιλαμβάνει τέσσερις φάσεις ως ακολούθως (Mazzi et al, 2014):

- τον καθορισμό των στόχων και του πλαισίου εφαρμογής της αξιολόγησης
- την απογραφική ανάλυση δεδομένων
- την εκτίμηση των επιπτώσεων

- την ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Κατά την φάση καθορισμού του στόχου και του πεδίου εφαρμογής θα πρέπει να εξετάζονται (BSI, 2014):

- i) οι διαδικασίες λειτουργίας της μονάδας, όπου απαιτούνται πρωτογενή δεδομένα για την λεπτομερή αξιολόγηση, λόγω της σημαντικής αναμενόμενης συνεισφοράς τους στα αποτελέσματα και
- ii) οι διαδικασίες λειτουργίας της μονάδας για την οποία η απογραφή μπορεί να βασίζεται σε δευτερογενή δεδομένα ή κατ' εκτίμηση δεδομένα, καθώς δεν επηρεάζουν σημαντικά το αποτέλεσμα ή είναι δύσκολο να αποκτηθούν ως πρωτογενή δεδομένα.

Κατά την εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος ενός συστήματος απαιτείται ο καθορισμός του ορίου εφαρμογής της μελέτης. Το όριο του υπό μελέτη συστήματος καθορίζει ποιες διαδικασίες λειτουργίας της μονάδας θα πρέπει να περιλαμβάνονται στην εκτίμηση του αποτυπώματος του νερού (Fulton et al, 2014). Η επιλογή των ορίων του συστήματος οφείλει να είναι συναφή με το στόχο της μελέτης. Επιπροσθέτως, θα πρέπει να προσδιορίζονται τα κριτήρια, τα οποία λαμβάνονται υπόψη, για τον καθορισμό του ορίου του συστήματος (Fulton et al, 2014).

Το πεδίο εφαρμογής της αξιολόγησης του υδατικού αποτυπώματος καθορίζεται με βάση το στόχο της αξιολόγησης. Κατά τον προσδιορισμό του πεδίου εφαρμογής θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να περιγράφονται με σαφήνεια οι παρακάτω παράμετροι (Τζελατίδης, 2013):

- το υπό μελέτη σύστημα, προσδιορίζοντας τα όρια του ανάλογα κατά περίπτωση
- η λειτουργική μονάδα
- η χρονική και γεωγραφική κάλυψη της μελέτης
- οι απαιτήσεις σχετικά με την ποιότητα των δεδομένων
- τα κριτήρια που δεν θα συμπεριληφθούν στην μελέτη
- τις διαδικασίες κατανομής
- τη μεθοδολογία αξιολόγησης των επιπτώσεων
- την πληρότητα της αξιολόγησης του υδατικού αποτυπώματος
- τις αρχικές συνθήκες, συγκρίνοντας αυτές με τις τρέχουσες συνθήκες, που προκαλούνται από τις δραστηριότητες.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, το πεδίο εφαρμογής της μελέτης μπορεί να αναθεωρηθεί είτε λόγω απρόβλεπτων περιορισμών, είτε λόγω επιπρόσθετων πληροφοριών. Οι συγκεκριμένες τροποποιήσεις οφείλουν να τεκμηριώνονται συνοδευόμενες από σχετική αιτιολόγηση τους (BSI, 2014).

Κατά την διαδικασία αξιολόγησης του υδατικού αποτυπώματος ενός συστήματος είναι δυνατή η παράλειψη σταδίων του κύκλου ζωής, διαδικασιών, εισροών ή εκροών, σε περιπτώσεις που δεν μεταβάλλει σημαντικά τα γενικά συμπεράσματα της μελέτης. Για τα στάδια ή τις διαδικασίες που παραλείπονται θα πρέπει να προσδιορίζονται με σαφήνεια οι λόγοι παράλειψης τους καθώς και οι επιπτώσεις (BSI, 2014).

Ιδιαίτερη βαρύτητα για την ορθή αξιολόγηση του υδατικού αποτυπώματος ενός συστήματος δίνεται (συνίσταται) στην ποιότητα των δεδομένων. Πρωτογενή δεδομένα πρέπει να συλλέγονται, όπου αυτό είναι εφικτό. Τα δευτερογενή στοιχεία θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο για τις εισροές, όπου η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων δεν είναι εφικτή, και μπορεί να περιλαμβάνουν βιβλιογραφικά δεδομένα, υπολογίσιμα δεδομένα, εκτιμήσεις, προβλέψεις του μοντέλου ή άλλα αντιπροσωπευτικά δεδομένα. Οι λόγοι για τη χρήση δευτερογενών δεδομένων για σημαντικές διαδικασίες θα πρέπει να αιτιολογείται και να τεκμηριώνεται (Mazzi et al, 2014).

Κατά την φάση συλλογής δεδομένων, πέραν των άλλων στοιχείων που θα απαιτηθεί να συλλεχθούν, θα πρέπει να εξεταστούν τα ακόλουθα στοιχεία που σχετίζονται με το νερό (Finkbeiner, 2013):

- οι ποσότητες του νερού που χρησιμοποιείται
- τα είδη των υδάτινων πόρων που χρησιμοποιούνται
- στοιχεία που περιγράφουν την ποιότητα των υδάτων
- τις μορφές της χρήσης του νερού
- τις μεταβολές στην ροή των υδάτων, που προκύπτουν από δραστηριότητες διαχείρισης της γης και αλλαγές της χρήσης της
- τις θέσεις χρήσης του νερού, που απαιτούνται για τον προσδιορισμό κάθε σχετικό δείκτη περιβαλλοντικής κατάστασης της περιοχής, όπου η χρήση του νερού λαμβάνει χώρα
- τις εποχιακές αλλαγές που εμφανίζονται στη ροή και την άντληση του νερού, καθώς και μεταβολές στην ποιότητα του νερού
- τις χρονικές πτυχές της χρήσης ύδατος, συμπεριλαμβανομένων, ανάλογα με την περίπτωση, το χρόνο της χρήσης και τη διάρκεια της αποθήκευσης του νερού.

1.6.8 Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Τα δύο πρότυπα ISO 14064 και ISO 14046 βασίζονται στην Ανάλυση του Κύκλου Ζωής (AKZ- Life Cycle Assessment) (Fulton et al, 2014). Η μελέτη ανάλυσης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή συστήματος είναι ένα σύνολο συστηματικών διεργασιών, με σκοπό την συλλογή και εξέταση των στοιχείων εισόδου και εξόδου των ενεργειακών ισοζυγίων και ισοζυγίων μάζας και των συνοδών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που προσδιορίζονται απευθείας μέσω της λειτουργίας του προϊόντος ή του συστήματος εξυπηρέτησης κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής (Fava, 1998, Klöpffer, 2014). Η SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry) το 1991 έχει ορίσει την Ανάλυση Κύκλου Ζωής ως «μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα, προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από την χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων» (Brent, 2011).

Οι κύριοι αντικειμενικοί στόχοι κατά την διεξαγωγή μιας Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι (Imura, 2013):

- η παροχή μιας όσο το δυνατόν ολοκληρωμένης εικόνας των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μιας δραστηριότητας και του περιβάλλοντος.
- η συνεισφορά στην κατανόηση της αλληλεξάρτησης, που χαρακτηρίζει την φύση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο σύνολό τους, που προκύπτουν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- η λήψη αποφάσεων με την βοήθεια πληροφοριών, που καθορίζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων και αναγνωρίζουν τυχόν δυνατότητες για περιβαλλοντικές βελτιώσεις.
- η δημιουργία δεικτών ολοκληρωμένης ανάπτυξης.

Η αξιοπιστία της διαδικασίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από (Klimes et al, 2013):

- i) τον τρόπο μοντελοποίησης και τον βαθμό απλοποίησης των υπό εξέταση συστημάτων,
- ii) το σύνολο των παραδοχών και των υποθέσεων που χρησιμοποιούνται σε κάθε βήμα της ανάλυσης και
- iii) την διαθεσιμότητα σύγχρονων και αξιόπιστων δεδομένων.

Τα πλεονεκτήματα που αποκομίζονται από την εφαρμογή της ανάλυσης κύκλου ζωής εντοπίζονται ως ακολούθως (Fava, 1998, Imura, 2013):

- η δυνατότητα ανάπτυξης μια σύνθετης αποτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο προϊόν.
- η δυνατότητα ποσοτικού προσδιορισμού των περιβαλλοντικών εκροών στον αέρα, στο νερό και στο έδαφος σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής και της κυρίας συνεισφέρουσας μεθόδου.
- ο προσδιορισμός κάθε σημαντικής μετακίνησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μεταξύ των σταδίων του κύκλου ζωής και των περιβαλλοντικών μέσων.
- η αποτίμηση των επιπτώσεων στον άνθρωπο και στην οικολογία και ο προσδιορισμός των εκροών στο περιβάλλον, είτε στα όρια μιας γεωγραφικής περιοχής είτε στον κόσμο.
- να συγκρίνουν τις επιπτώσεις στην υγεία και στη οικολογία, δύο ή περισσότερων εφάμιλλων μεθόδων- δραστηριοτήτων.
- ο προσδιορισμός των επιπτώσεων για ένα ή περισσότερους συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς τομείς, όπου υπάρχει ανησυχία.
- η δυνατότητα περιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός συστήματος, επιλέγοντας αποτελεσματικότερες μεθόδους.

Επιπροσθέτως, τα αποτελέσματα της AKZ συμβάλλουν στην βελτίωση του σχεδιασμού των διεργασιών ενός συστήματος, ούτως ώστε να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον (Klimes et al, 2013). Η AKZ των πρωτογενών ορυκτών και της παραγωγής τους είναι ευρέως διαδεδομένη. Στο πλαίσιο αυτής της αξιολόγησης, ελέγχονται οι επιπτώσεις της λειτουργίας των λατομείων και των σταδίων παραγωγής. Τέτοιες αξιολογήσεις αποτελούν την βάση για μια ολοκληρωμένη εκτίμηση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος (Brent, 2011).

Το πλαίσιο εφαρμογής της AKZ, που προτείνεται από τη SETAC, αποτελείται από τέσσερα βασικά στάδια (Imura, 2013):

- i) τον προσδιορισμό του στόχου και της έκτασης της μελέτης
- ii) την απογραφική ανάλυση δεδομένων
- iii) την εκτίμηση επιπτώσεων
- iv) την ερμηνεία των αποτελεσμάτων- εκτίμηση βελτιώσεων

Στην παρακάτω εικόνα 1.3 παρουσιάζεται σχηματικά το πλαίσιο εφαρμογής της ανάλυσης κύκλου ζωής.



Εικόνα 1.3: Σχηματική απεικόνιση της ανάλυσης κύκλου ζωής.

Πηγή: Παγωτέλης, 2008.

Στο πρώτο στάδιο προσδιορίζεται αρχικά και περιγράφεται το προϊόν, η διαδικασία ή η δραστηριότητα. Εγκαθίσταται το πλαίσιο όπου θα διεξαχθεί η μελέτη και προσδιορίζονται τα όρια και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που πρέπει να διεξαχθούν κατά τη διάρκεια της μελέτης (Fava, 1998, Klöpffer, 2014). Ο προσδιορισμός του στόχου και της έκτασης της μελέτης καθορίζεται από τον σκοπό, το αντικείμενο, και τη μελλοντική εφαρμογή της μελέτης, που επηρεάζουν την κατεύθυνση, το βάθος της, και τις απαιτήσεις της τελικής αναφοράς και της επανεξέτασής της (Κορωναίος, 2000).

Κατά την αναλυτική απογραφή του κύκλου ζωής, συλλέγονται και παρουσιάζονται δεδομένα στοιχείων εισόδου και εξόδου του υπό εξέταση συστήματος. Προσδιορίζονται και ποσοτικοποιούνται η ενέργεια, τα απόβλητα, και τα υλικά που χρησιμοποιούνται καθώς και οι απελευθερώσεις στο περιβάλλον (αέριες εκπομπές, απόθεση στερεών αποβλήτων, απελευθέρωση υγρών λυμάτων) (Fawer et al, 1997, Finkbeiner, 2014). Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην ποιότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στις αναλυτικές απογραφές, λόγω της μεγάλης ανομοιομορφίας των πηγών προέλευσης και της ευρύτητας του αντικειμένου (Κορωναίος, 2000, Klöpffer, 2014).

Στο επόμενο στάδιο εκτιμούνται οι επιδράσεις στον άνθρωπο και την οικολογία, από τη χρησιμοποίηση της ενέργειας, του νερού και των υλικών, καθώς και από τις εκπομπές στο περιβάλλον, όπως έχουν προσδιοριστεί στην απογραφική ανάλυση (Imura, 2013). Η εκτίμηση των επιπτώσεων δίνει μία προοπτική στα δεδομένα και στις πληροφορίες εισόδου και εξόδου. Χωρίς την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αποβλήτων, και της ελάττωσης των αποθεμάτων, είναι δύσκολο να γίνει κατανοητή η σχέση των δεδομένων εισόδου και εξόδου του συστήματος με το περιβάλλον, ή το όφελος από την επίτευξη βελτιώσεων στο σύστημα (Κορωναίος, 2000).

Στο τελευταίο στάδιο της μεθόδου γίνεται αποτίμηση των αποτελεσμάτων της απογραφικής ανάλυσης και της εκτίμησης των επιπτώσεων, για την επιλογή της κατάλληλης διαδικασίας, με σαφή κατανόηση της αβεβαιότητας και των υποθέσεων που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων (Fava, 1998, Imura, 2013). Η εκτίμηση βελτιώσεων συμβάλει στο να εξασφαλιστούν οι βέλτιστες δυνατές στρατηγικές μείωσης και τα προγράμματα βελτίωσης που δεν θα δημιουργούν επιπρόσθετες απρόβλεπτες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και την υγεία του περιβάλλοντος (Κορωναίος, 2000). Η ανάλυση αυτή είναι δυνατό να περιέχει τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά μέτρα βελτίωσης, όπως αλλαγές στο προϊόν, στη διεργασία και τον σχεδιασμό, στη χρήση των πρώτων υλών, στη χρήση από τον καταναλωτή και στη διαχείριση των απορριμμάτων (Fava, 1998, Finkbeiner, 2014).

1.7 Αποκατάσταση λατομείου

1.7.1 Η έννοια της αποκατάστασης

Εννοιολογικά ο όρος «αποκατάσταση» περιγράφει τη σκόπιμη και προγραμματισμένη διαδικασία, η οποία εκκινεί, βοηθά ή επιταχύνει την ανάκτηση ενός οικοσυστήματος, σε σχέση με την σύνθεση, τη δομή, τη λειτουργία, την παραγωγικότητα και την ποικιλομορφία των ειδών που παρουσίαζε ιστορικά το οικοσύστημα (Ciccarese et al, 2012). Η αυστηρή όμως εφαρμογή του ορισμού καθιστά την αποκατάσταση σχεδόν ανέφικτη. Στην πράξη η «αποκατάσταση λατομείου» αναφέρεται στα διάφορα στάδια που εμπλέκονται κατά την ανάπλαση μιας περιοχής που έχει δεχτεί εξορυκτική δραστηριότητα, ανάλογα με την επιλογή της χρήσης που θα γίνει σε αυτό, με το πέρας των εξορυκτικών εργασιών (Bradshaw, 1997, Mansourian, 2005). Ως ορολογία η αποκατάσταση θεωρείται ότι είναι συνώνυμος του όρου «ανάπλαση», αλλά γενικότερα η έννοια της αποκατάστασης διαφοροποιείται κατά περίπτωση και για το λόγο αυτό ως ορισμός αποδίδεται περιφραστικά και με βάση του σκοπού που επιδιώκεται (Χατζηστάθης, 2000). Σε αντίθεση με την Ελληνική ορολογία, η Αγγλοσαξονική περιλαμβάνει τρεις διαφορετικούς όρους για την αποκατάσταση διαταραγμένων περιοχών από λατομική εκμετάλλευση, τους restoration, reclamation και rehabilitation (Μπρόφας, 2013). Ως restoration αναφέρονται οι διεργασίες επαναφοράς του χώρου στην αρχική του κατάσταση πριν την έναρξη της λατομικής εκμετάλλευσης (Garr, 1980, Maiti, 2013). Αφορά μικρές εκμεταλλεύσεις επιφανειακών κοιτασμάτων, που δεν επιφέρουν σημαντικές αλλοιώσεις και παράλληλα υπάρχει επάρκεια επιφανειακού εδάφους (Maiti, 2013). Στις περισσότερες περιπτώσεις λατομείων όμως επέρχεται τόσο ισχυρή διατάραξη των οικολογικών συνθηκών, ώστε είναι αδύνατη η επαναφορά στην αρχική κατάσταση και χρήση (Μπρόφας, 2013). Η χρήση του όρου reclamation αφορά στις ενέργειες για την δημιουργία,

μετά την ολοκλήρωση των έργων, συνθηκών ευνοϊκών για την εγκατάσταση των αρχικών ειδών στο χώρο με όμοια σύνθεση και πυκνότητα και στοχεύουν κυρίως στη σταθεροποίηση του εδάφους, στη διασφάλιση της δημόσιας ασφάλειας και στην αισθητική βελτίωση (Cancelli et al, 1984, Mansourian, 2005). Σε αυτή την περίπτωση προσβλέπετε η εγκατάσταση πρόδρομων φυτών, που θα βελτιώσουν τις συνθήκες για την επαναφορά των αρχικών ειδών (Abraham et al, 2009). Τέλος, ο όρος rehabilitation περιγράφει την επαναφορά του χώρου που διαταράχθηκε σε ένα χώρο με σταθερή μορφή. Τονίζει την αποκατάσταση των διεργασιών του οικοσυστήματος και της παραγωγικότητας του, ώστε να συμπληρώνει αρμονικά τις αισθητικές αξίες της ευρύτερης περιοχής (Kaliampakos et al, 2006, Mansourian, 2005). Σε αυτή την περίπτωση επιτρέπονται εναλλακτικές χρήσεις γης που δύναται να είναι διαφορετικές από τις προϋπάρχουσες (Μπρόφας, 2013).

1.7.2 Σχεδιασμός αποκατάστασης λατομείου

Οι περισσότερες από τις δυσμενείς επιπτώσεις της λατομικής δραστηριότητας είναι μη αναστρέψιμες, κυρίως όταν οι επεμβάσεις γίνονται χωρίς σχεδιασμό και χωρίς προοπτική αποκατάστασης, γεγονός που περιορίζει τις εναλλακτικές επιλογές για μελλοντική χρήση της γης (Sarma et al, 1996, Maiti, 2013). Για κάθε εξορυκτικό έργο είναι αναγκαίο να αναπτύσσεται ένα σχέδιο αποκατάστασης από την αρχή, το οποίο θα προβλέπει τη σταδιακή και τη συντονισμένη αποκατάσταση στα όρια του εφικτού. Θα πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του σχεδίου ανάπτυξης των εξορυκτικών εργασιών και της λειτουργίας της εκμετάλλευσης (Hustrulid et al, 2006). Τα πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης της αποκατάστασης στο μεταλλευτικό σχεδιασμό εντοπίζονται κυρίως (Στεργιόπουλος, Ταϊφάκος, 2010):

- στην αποφυγή δημιουργίας ακραίων συνθηκών ή φαινομένων.
- στην αξιοποίηση των υλικών που προκύπτουν κατά το εξορυκτικό έργο, όπως ογκόλιθοι ή χονδρόκοκκα στείρα υλικά. Τέτοιου είδους υλικά αποθέτονται στο βάθος της εκσκαφής ή στο εσωτερικό της απόθεσης, ώστε να καλυφθούν στην συνέχεια με λεπτόκοκκο υλικό.
- στην ταχύτερη αποκατάσταση του χώρου. Σε τμήμα της εκμετάλλευσης, όπου έχουν ολοκληρωθεί οι διεργασίες εξόρυξης και έχει την τελική του μορφή, δύναται να ξεκινήσει η διαδικασία της αποκατάστασης παράλληλα με την εξόρυξη άλλων τμημάτων της συνολικής έκτασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μετριάζονται οι οπτικές μεταβολές κατά την εξέλιξη της εκμετάλλευσης και συγχρόνως να δημιουργούνται ζώνες πρασίνου οι οποίες με κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμό θα καλύπτουν οπτικά τα επόμενα μέτωπα εκμετάλλευσης.
- στη σημαντική ελάττωση του κόστους της αποκατάστασης.

Κατά τον σχεδιασμό της αποκατάστασης ενός λατομικού χώρου εξετάζονται και λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές κοινωνικές και οικονομικές ανάγκες σε γη, οι προϋπάρχουσες χρήσεις γης, το μέγεθος και η ένταση της εκμετάλλευσης, οι συνθήκες που προκύπτουν μετά το πέρας των εργασιών, οι υφιστάμενοι νόμοι και κανονισμοί για την περιβαλλοντική

προστασία, καθώς και ο σκοπός που επιδιώκεται μέσω της αποκατάστασης (Παζάρας, 2008). Ο σκοπός που επιδιώκεται διαφέρει κατά περίπτωση. Σε κάποιες περιπτώσεις δύναται να έχει προστατευτικό χαρακτήρα, σε άλλες να εξυπηρετεί παραγωγικούς σκοπούς ή να εστιάζει στην αναυχή και προώθηση εναλλακτικών μορφών τουρισμού. Σε κάθε περίπτωση οφείλει να συνδυάζεται με την μορφή και τον χαρακτήρα της ευρύτερης περιοχής και να ανταποκρίνεται στις εκάστοτε ανάγκες (Μπρόφας, 2013). Θα πρέπει να επισημανθεί πως ένα σχέδιο αποκατάστασης πρέπει να είναι ευέλικτο, ώστε να επιτρέπει τροποποιήσεις, όταν μεταβάλλεται κάποιος παράγοντας, όπως για παράδειγμα οι κοινωνικές ανάγκες κ.α (Neri et al, 2010).

Σε ένα σχέδιο αποκατάστασης απαιτούνται καταγραφές μεγάλου χρονικού βάθους, στις περισσότερες όμως σχετικές μελέτες και προγράμματα ο χρόνος καταγραφής δεν ξεπερνά τα 5 έτη. Για το λόγο αυτό συνήθως διατίθεται περιορισμένος όγκος απογραφικών δεδομένων και εκτιμήσεων (Παζάρας, 2008). Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, τα καταγεγραμμένα δεδομένα αναφέρονται σε τρεις βασικές κατηγορίες, στην ποικιλότητα, στη δομή της βλάστησης και στις οικολογικές διεργασίες. Η ποικιλότητα αναφέρεται συνήθως στον αριθμό των ειδών και την αφθονία των οργανισμών των διαφόρων λειτουργικών ομάδων και θεωρείται ως δείκτης για μια έμμεση εκτίμηση της ανθεκτικότητας του οικοσυστήματος. Η δομή της βλάστησης εκτιμάται μέσω της καταγραφής της κάλυψης των ειδών (ποώδη, θάμνοι, δένδρα), της βιομάζας, της πυκνότητας των ξυλωδών φυτών κλπ (Abraham et al, 2009). Οι μετρήσεις αυτές συνεισφέρουν στο να εκτιμηθεί το στάδιο της οικολογικής διαδοχής, στο οποίο βρίσκεται το υπό αποκατάσταση λατομείο. Τέλος, οι οικολογικές διεργασίες αφορούν στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων και στις βιολογικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οργανισμών (Abraham et al, 2009).

Τα στάδια που θα πρέπει να περιλαμβάνει και να προβλέπει ένα σχέδιο αποκατάστασης λατομείου, σε γενικό επίπεδο, σύμφωνα με τον Μπρόφα (2013) είναι τα εξής:

- Η διερεύνηση των θέσεων και των απαιτήσεων των τοπικών κοινωνιών σχετικά με την εγκατάσταση και λειτουργία της εκμετάλλευσης.
- Η χωροθέτηση και ο κατάλληλος προσανατολισμός της εκμετάλλευσης. Το στάδιο αυτό προβλέπει σε δύο σκοπούς, την προστασία ευαίσθητων οικοσυστημάτων, γεωλογικών σχηματισμών και χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς και συγχρόνως την απόκρυψη θέσεων της εκμετάλλευσης από χώρους αναφοράς.
- Η εξασφάλιση της προστασίας του γειτονικού πληθυσμού από θορύβους, σκόνη και λοιπές οχλήσεις.
- Η επιλογή μεθόδων και τεχνικών εκμετάλλευσης του ορυκτού. Το στάδιο αυτό αποσκοπεί στην χρήση μικρότερης κατά το δυνατό έκτασης και στον περιορισμό του ορατού μεγέθους της εκμετάλλευσης.
- Ο καθορισμός της τελικής χρήσης, λαμβάνοντας υπόψη νομικούς και οικολογικούς περιορισμούς, τις οικονομικές και κοινωνικές ανάγκες του τοπικού πληθυσμού, αλλά και τις δυνατότητες που θα προσφέρει ο χώρος της εκμετάλλευσης με το πέρας των εργασιών.

- Η συλλογή και αποθήκευση του επιφανειακού εδάφους.
- Ο κατάλληλος σχεδιασμός της εξέλιξης της εκμετάλλευσης και της μορφής των εκσκαφών και των αποθέσεων. Κατά το στάδιο αυτό δίνεται η αρχική μορφή του λατομείου, πάνω στην οποία θα εφαρμοστούν, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών, τεχνικές αποκατάστασης. Ως εκ τούτου θα πρέπει να ανταποκρίνεται στο σκοπό της αποκατάστασης και στην χρήση γης που έχει επιλεγθεί.
- Η βελτίωση των συνθηκών. Κατά το στάδιο αυτό πραγματοποιούνται κατάλληλες διαμορφώσεις, καθαρισμός των μετώπων από αποκολλημένους λίθους και σταθεροποίηση του άνω χείλους των μετώπων εκσκαφής.
- Η λήψη μέτρων προστασίας των ανθρώπων από τις επικίνδυνες θέσεις του χώρου εκμετάλλευσης, όπως τοποθέτηση προειδοποιητικών πινακίδων και περίφραξης.
- Η απομάκρυνση ή επικάλυψη κατασκευών και διάφορων αντικειμένων που δεν έχουν συνάφεια με το χώρο και δεν μπορούν να ενσωματωθούν στην χρήση που έχει επιλεγθεί.
- Η διαχείριση των απορρεόντων υδάτων με διαμορφώσεις, χωματοουργικά και τεχνικά έργα αποστράγγισης.
- Η μελέτη των τοπικών κλιματολογικών συνθηκών και η εκτίμηση των μικροκλιματικών συνθηκών που θα προκύψουν από την επέμβαση και την διαμόρφωση.
- Η εκτίμηση των εδαφικών συνθηκών που θα επικρατούν στους χώρους εκμετάλλευσης.
- Η πρόβλεψη περιπτώσεων επιχωμάτωσης εκσκαφών και αποθέσεων με χονδρόκοκκα υλικά και ογκόλιθους, καθώς και της αναγκαιότητας προσθήκης εδαφοβελτιωτικών υλικών.
- Η προπαρασκευή- καλλιέργεια του τελικού εδαφικού υποστρώματος.
- Η επιλογή κατάλληλων φυτικών ειδών, με προτίμηση στα τοπικά είδη, για τις αναχλοάσεις και αναδασώσεις. Επιπλέον στα είδη που θα επιλέγονται να περιλαμβάνονται και κάποια που ικανοποιούν τις ανάγκες της πανίδας.
- Η επιλογή των μεθόδων σποράς και φύτευσης.
- Η παρακολούθηση της εξέλιξης του χώρου, αναφορικά με την σταθερότητα, το έδαφος και τη βλάστηση.
- Η λήψη μέτρων προστασίας του χώρου από εξωτερικούς παράγοντες (π.χ. βόσκηση) και άλλες ανθρώπινες επιδράσεις.
- Η συντήρηση, που περιλαμβάνει σκαλίσματα, άρδευση, πρόσθετες φυτεύσεις, απομάκρυνση ανεπιθύμητων ειδών, λιπάνσεις κ.α.

- Η πρόβλεψη αξιοποίησης φαινομένων που δύναται να προκύψουν από την εκμετάλλευση (π.χ. δημιουργία υδάτινων επιφανειών στο βάθος της εκσκαφής) και η ενσωμάτωσή τους κατά την διαδικασία της αποκατάστασης.
- Η πρόβλεψη προστασίας, ανάδειξης και ενσωμάτωσης επιφανειών, που ίσως να παραμείνουν άθικτες μέσω στο χώρο της εκμετάλλευσης.

Οι εργασίες αποκατάστασης πρέπει να εξελίσσονται παράλληλα με την εκμετάλλευση, ώστε σε τμήματα που έχουν ολοκληρωθεί οι εργασίες, να διαμορφώνονται και να αποκαθίστανται στην τελική τους μορφή (Harker et al, 2000). Η αποτίμηση του βαθμού αποκατάστασης ενός λατομείου θα πρέπει να βασίζεται στη θεώρηση κάποιων χαρακτηριστικών. Συγκεκριμένα προτείνεται ότι ένα αποκαταστημένο λατομείο θα πρέπει να εμφανίζει τα κάτωθι γνωρίσματα (Χιονίδου, 2007):

- ❖ παρόμοια ποικιλότητα και δομή βιοκοινότητας με εκείνη που προϋπήρχε της εκμετάλλευσης.
- ❖ ικανή παρουσία ενδημικών ειδών.
- ❖ παρουσία των λειτουργικών εκείνων ομάδων που διασφαλίζουν μακροχρόνια ισορροπία.
- ❖ ικανότητα του φυσικού περιβάλλοντος να συντηρεί τους αναπαραγόμενους πληθυσμούς.
- ❖ επαρκή αλληλεπίδραση με το τοπίο.
- ❖ εξάλειψη των πιθανών απειλών υποβάθμισης της περιοχής.
- ❖ ανθεκτικότητα έναντι των φυσικών διαταραχών.

1.7.3 Μέθοδοι αποκατάστασης λατομικού χώρου

Η διαδικασία της αποκατάστασης περιλαμβάνει ένα φάσμα διαχειριστικών προσεγγίσεων, καλύπτοντας ειδικότερα προσεγγίσεις αποκατάστασης της γονιμότητας του εδάφους, διευκολύνοντας την μετέπειτα χρήση του, της βιοποικιλότητας και των συνολικών υπηρεσιών του οικοσυστήματος (Ciccarese et al, 2012).

Κατά τη λατομική δραστηριότητα και κυρίως στην υπαίθρια εκμετάλλευση γίνονται ανασκαφές και στις περισσότερες περιπτώσεις η επιφάνεια του εδάφους αναμιγνύεται με το υπέδαφος και τα υπερκείμενα υλικά (Sarma et al, 1996, Maiti, 2013). Αυτό συνεπάγεται απώλεια εδαφικού υλικού, αλλά ακόμα κι αν κάποια ποσότητα διατηρείται, καθώς οι εργασίες συνεχίζονται για αρκετό χρόνο, ουσιαστικά το έδαφος χάνει τις ιδιότητες του (Sooper et al, 1984, Handley, 2001). Ως εκ τούτου οι περιοχές εξόρυξης χαρακτηρίζονται από έλλειψη φυτικής γης, που σε συνδυασμό με τη μείωση του υδροφόρου ορίζοντα, λόγω άντλησης νερού για την λειτουργία του λατομείου, εμφανίζουν εκτεταμένα υποβαθμισμένα εδάφη (Sinha et al, 2000).

Εκτεταμένες έρευνες έχουν διεξαχθεί σε όλο τον κόσμο μελετώντας διάφορες πτυχές που αφορούν την αποκατάσταση των διαταραγμένων περιοχών από τις εξορυκτικές διεργασίες (Coppin et al, 1982, Ciccamese et al, 2012). Πρωτίστως, ερευνούνται στρατηγικές και τεχνικές που αφορούν στη διαχείριση του εδάφους, πρακτικές για τον έλεγχο της διάβρωσης, τη διαμόρφωση και σταθεροποίηση των πρανών και μετέπειτα για την επιλογή φυτικών ειδών, τη συλλογή σπόρων, τη δημιουργία φυτωρίου, τη συντήρηση, τη σπορά και τη φύτευση των φυτών, την προσέλευση πανίδας καθώς και άλλες πτυχές της αποκατάστασης (Coppin et al, 1982).

Από τεχνικής άποψης, η διαδικασία της αποκατάστασης ενός λατομικού χώρου περιλαμβάνει την κατάλληλη διαμόρφωση του ανάγλυφου (μερική ή ολική επιχωμάτωση του) και την πλήρωση των βαθμίδων με ικανού πάχους εδαφικό υλικό (Pamukeu et al, 2006). Οι διεργασίες αυτές αποσκοπούν στην αποκατάσταση και προετοιμασία των επιφανειών για την εγκατάσταση της βλάστησης, καθώς και της υποδομής για τη συντήρησή της (δίκτυο άρδευσης κλπ) (Sandberg, 2013). Οι μέθοδοι εγκατάστασης της βλάστησης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: με φύτευση και σπορά, από κατάλληλα φυτικά είδη ποώδη, θαμνώδη και δενδρώδη (Abraham et al, 2009). Οι εργασίες εγκατάστασης όμως της βλάστησης προϋποθέτουν ότι τα συνοδευτικά έργα που σχετίζονται με τη μορφολογία του εδάφους, την ποιότητα της φυτικής γης, τα αντιδιαβρωτικά και τη σταθεροποίηση των αποθέσεων έχουν εκτελεστεί με επιτυχία (Μπρόφας, 2013). Οι μέθοδοι αποκατάστασης του εδάφους ενός λατομικού χώρου μπορούν να διακριθούν σε δυο κατηγορίες (Singh et al, 1993):

i. In situ μέθοδος, κατά την οποία οι διεργασίες γίνονται εντός πεδίου και δεν απαιτείται η εκσκαφή και μεταφορά του εδάφους για επεξεργασία (Singh et al, 1993). Κύριος στόχος της in situ αποκατάστασης είναι η επαναφορά της γονιμότητας του εδάφους και γενικότερα της πολυλειτουργικότητας του, η οποία επιτρέπει την ασφαλή επαναχρησιμοποίηση του (Meuser, 2013). Τα μέτρα που λαμβάνονται διακρίνονται σε δύο στάδια, τη σταθεροποίηση και την απολύμανση (Νάνος, 2007). Κατά την μέθοδο αυτή η φυσική δομή του εδάφους διατηρείται και βελτιώνεται με τη διαδικασία αποκατάστασης.

ii. Ex situ μέθοδος, κατά την οποία οι διεργασίες γίνονται εκτός πεδίου και απαιτείται η εκσκαφή και μεταφορά του εδάφους σε άλλο σημείο προκειμένου να επεξεργαστεί (Singh et al, 1993). Περιλαμβάνει τον μηχανικό διαχωρισμό και την εξαγωγή και αποθήκευση. Ο μηχανικός διαχωρισμός είναι μια φυσική διεργασία, κατά την οποία τα επιβαρυνόμενα τμήματα του εδάφους διαχωρίζονται και απομακρύνονται, με συνεπακόλουθη μείωση της εδαφικής μάζας (Meuser, 2013). Η τεχνική της εξαγωγής και αποθήκευσης πρόκειται για μια απλή εξαγωγή της επιβαρυνόμενης επιφάνειας με μηχανικούς εκσκαφείς και αποθήκευση σε κατάλληλη τοποθεσία για περαιτέρω καθαρισμό με κατάλληλη μέθοδο (π.χ. βιοδιάσπαση) (Νάνος, 2007).

Συγκρίνοντάς τις δύο μεθόδους, οι τεχνολογίες insitu επεξεργασίας παρουσιάζουν οικολογικά πλεονεκτήματα καθώς είναι συνήθως λιγότερο παρεμβατικές στο περιβάλλον σε σχέση με τις εκτός πεδίου τεχνολογίες, οι οποίες απαιτούν την εκσκαφή του εδαφικού υλικού και την μεταφορά του (Χατζηστάθης, 2000). Επιπλέον η επί τόπου επεξεργασία δεν απαιτεί βαρύ εξοπλισμό και μόνιμες εγκαταστάσεις, ούτε και μεγάλες εδαφικές εκτάσεις για την

εγκατάσταση του εξοπλισμού (Νάνος, 2007). Τα παραπάνω πλεονεκτήματα της *insitu* αποκατάστασης την καθιστούν οικονομικά πιο συμφέρουσα, καθώς παρουσιάζει μικρότερο κόστος εφαρμογής έναντι της *exsitu* μεθόδου (Singh et al, 1993). Επιπροσθέτως, ελαχιστοποιείται η έκθεση των ανθρώπων και του περιβάλλοντος σε τοξικές ουσίες, κάτι που δύναται να συμβαίνει στην εκτός τόπου επεξεργασία, με την αφαίρεση ρυπασμένου υλικού, τους χειρισμούς στην επιφάνεια του εδάφους και τη μεταφορά σε άλλο χώρο για επεξεργασία (Χατζηστάθης, 2000).

Η μέθοδος της επί τόπου αποκατάστασης, πέραν των πλεονεκτημάτων, χαρακτηρίζεται από ορισμένους τεχνολογικούς περιορισμούς, κυρίως σε περιπτώσεις δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών, ενώ γενικά απαιτούν μεγαλύτερους χρόνους επεξεργασίας από τις εκτός τόπου τεχνολογίες. Οι τοπικοί παράγοντες, που μπορεί να καταστήσουν μια επί τόπου επεξεργασία λιγότερο αποτελεσματική, περιλαμβάνουν τη μικρή διαπερατότητα εδάφους, ανομοιογένειες του υπεδάφους και τυχόν εμπόδια πρόσβασης στις ρυπασμένες ζώνες (Νάνος, 2007). Επιπλέον περιορισμοί δύναται να προκύψουν κατά τη χρήση ζωντανών οργανισμών (φυτών ή μικροοργανισμούς) από την υφή του εδάφους, το pH, την αλατότητα, τις συγκεντρώσεις ρύπων και τη παρουσία άλλων τοξινών, που πρέπει να είναι εντός των ορίων ανοχής των εν λόγω οργανισμών (Meuser, 2013).

Με το πέρας των εργασιών αποκατάστασης του εδάφους ακολουθούν οι τεχνικές εγκατάστασης της βλάστησης. Πρόσφατα έχουν αναπτυχθεί νέες τάσεις αποκατάστασης της βλάστησης, τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και με πρακτικές δράσεις. Εξετάζεται η εφαρμογή ποικιλομορφίας φυτικών ειδών και η προτίμηση των τοπικών ειδών, καθώς ενισχύεται η βιοποικιλότητα, προσελκύεται γηγενή άγρια ζωή (έντομα, ερπετά, πτηνά), συμβάλει στη σταθεροποίηση του εδάφους, αναδημιουργεί συνδέσεις και ακολουθίες της αναπτυσσόμενης βλάστησης κ.α. (Ciccarese et al, 2012).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η τεχνητή εγκατάσταση της βλάστησης πραγματοποιείται είτε με την μέθοδο της σποράς, είτε με φύτευση ή συνδυασμό των δύο μεθόδων (Μπρόφας, 2013). Κατά την τεχνική της σποράς εξασφαλίζεται μεγαλύτερος αριθμός φυταρίων στη μονάδα επιφάνειας, παρέχεται μεγαλύτερη δυνατότητα φυσικής και καλλιεργητικής επιλογής και συμβάλλει στη απρόσκοπτη και φυσιολογική εξέλιξη των φυταρίων, ιδιαίτερα του ριζικού συστήματός τους (Abraham et al, 2009). Διακρίνονται πέντε κυρίως μέθοδοι σποράς (Παζάρας, 2008):

- σπορά σε αυλάκια, κατά την οποία γίνεται διάνοιξη μικρών αυλακίων στο έδαφος και διανομή των σπόρων.
- ευρυσπορά, πραγματοποιείται ομοιόμορφος διασκορπισμός των σπόρων στην προς αποκατάσταση επιφάνεια.
- σπορά σε πινάκια, όπου πραγματοποιείται διαμόρφωση μικρών θέσεων και τοποθετούνται οι σπόροι.
- σπορά με την μέθοδο Fukuoaka, κατά την οποία δημιουργούνται σβώλοι από άργιλο οι οποίοι περιέχουν τους σπόρους.
- υδροσπορά, κατά την οποία πραγματοποιείται εκτόξευση υδατικού διαλύματος που περιέχει τους σπόρους μαζί με λιπάσματα και άλλα εδαφοβελτιωτικά υλικά.

Κατά την μέθοδο της φύτευσης πραγματοποιείται εγκατάσταση κυρίως θαμνωδών και δενδρώδη φυτών. Τα φυτά είναι γυμνόρριζα ή βωλόφυτα και η παραγωγή τους γίνεται σε σακουλάκια (Χατζηστάθης, 2000). Οι εργασίες φύτευσης μπορούν να εκτελεστούν είτε με τα χέρια, είτε με μηχανές. Με τα χέρια μπορούμε να φυτέψουμε φυτά σε σχισμές, οπές και σε λάκκους (Μπρόφας, 2013). Η τεχνική ενδείκνυται για την διάσπαρτη εγκατάσταση φυτών σε μια επιφάνεια, για την στερέωση χαλαρών σχηματισμών, αλλά και σε περιπτώσεις που αποτυγχάνει η εγκατάστασή τους με σπορά (Μπρόφας, 2013). Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία και των δύο μεθόδων, είτε της σποράς είτε της φύτευσης, είναι η κατάλληλη επιλογή της εποχής και της μεθόδου εφαρμογής (Χατζηστάθης, 2000).

1.7.4 Η Πολυκριτηριακή ανάλυση ως εργαλείο αξιολόγησης των μεθόδων αποκατάστασης

Για την αξιολόγηση των μεθόδων αποκατάστασης, που εφαρμόζονται σε λατομεία, θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης MCA. Η πολυκριτηριακή ανάλυση είναι μία διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει την επιλογή ενός σχεδίου δράσης μεταξύ ενός συνόλου πιθανών εναλλακτικών λύσεων, προκειμένου να επιτευχθεί μία επιθυμητή λύση για ένα δεδομένο πρόβλημα και επιχειρεί να συμβάλει στη λήψη αποφάσεων που πραγματοποιούνται από τη διοίκηση ενός οργανισμού, δημόσιου ή ιδιωτικού (Janssen, 2001, Campos et al, 2015) Η πολυκριτηριακή ανάλυση ως διαδικασία λήψης αποφάσεων καθορίζει τις βέλτιστες προτιμήσεις μεταξύ των επιλογών, που προκύπτουν βάση ενός συνόλου στόχων που έχουν προσδιοριστεί από τον οργανισμό λήψης αποφάσεων και για τις οποίες έχουν συσταθεί μετρήσιμα κριτήρια για την αξιολόγηση του βαθμού, ως προς τον οποίο έχουν επιτευχθεί οι στόχοι (Department for Communities and Local Government London, 2009). Ο σκοπός της MCA είναι η βελτίωση της ποιότητας των αποφάσεων, παρέχοντας μια ορθολογική βάση για τη σύγκριση των ανταγωνιστικών επιλογών-λύσεων (Kurttila et al, 2000, Campos et al, 2015). Η μέθοδος επιτρέπει τη χρήση των διαφόρων (ποιοτικών ή ποσοτικών) κριτηρίων σε διαφορετικές κλίμακες, δίνοντας τη δυνατότητα εκτίμησης της πιθανής πορείας δράσης για κάθε περίπτωση, ελέγχοντας την αβεβαιότητα που συνδέεται με τις επιδόσεις ορισμένων κριτηρίων (Jordan et al, 2009). Η πολυκριτηριακή ανάλυση αποτελεί ένα εξελιγμένο πεδίο της έρευνας, με εφαρμογή τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο (Janssen, 2001, Chan, 2011).

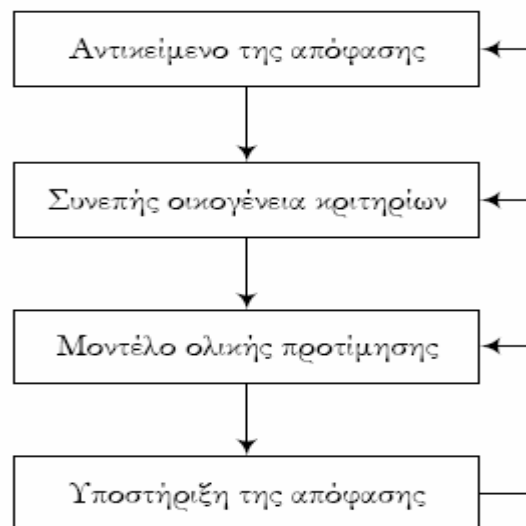
Σε αρκετές περιπτώσεις σημαντικές αποφάσεις που λαμβάνονται από έναν οργανισμό δεν στηρίζονται σε σαφώς καθορισμένες μεθόδους και δεν μπορούν να περιγραφούν με ακριβή ποσοτικά μοντέλα, που τεκμηριώνουν πλήρως τον τρόπο με τον οποίο επιλέχθηκε κάποια συγκεκριμένη δράση (Saaty, 2008). Επιπροσθέτως, η επίλυση πολύπλοκων και ιδιαίτερα σημαντικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων δεν είναι δυνατό να πραγματοποιείται μέσω μιας μονόπλευρης και μονοδιάστατης ανάλυσης (Ramanathan, 2001, Chan, 2011). Οι διαθέσιμες επιλογές συνήθως παρουσιάζουν άριστη επίδοση για έναν ή περισσότερους στόχους, αλλά ποτέ για όλους τους στόχους που επιδιώκονται (Jordan et al, 2009). Η επιλογή που θα ικανοποιούσε μια τέτοια συνθήκη θα θεωρούνταν η άριστη. Ως εκ τούτου, είναι αναγκαίος ένας συμβιβασμός μεταξύ των αλληλοσυγκρουόμενων στόχων (Jordan et al, 2009).

Η μέθοδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης προέκυψε για να περιορίσει την σύγχυση που προκαλείται σε περιπτώσεις, όπου η λήψη μιας απόφασης εξαρτάται από την συσχέτιση πολλαπλών και διαφορετικής φύσεως κριτηρίων, που αφορούν συγκεκριμένες επιλογές (Saaty, 2008). Με την μέθοδο επιτυγχάνεται η σύνθεση μεγάλου όγκου πληροφοριών, παράλληλα επιτρέπεται η διαφορετική επίδραση των παραγόντων στο τελικό αποτέλεσμα, διατηρώντας συγχρόνως τους στόχους και τις προτιμήσεις του εκάστοτε λήπτη της απόφασης (Forman et al, 1998, Campos et al, 2015). Στο χώρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης έχουν αναπτυχθεί και διαδοθεί αρκετές τεχνικές και κυρίως για περιπτώσεις που είναι αναγκαία η αξιολόγηση μη μετρήσιμων μεγεθών, όπως η επίλυση περιβαλλοντικών θεμάτων, όπου και απαιτείται να λαμβάνονται υπόψη μια σειρά από περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια (Berry et al, 2003).

Κατά την διαδικασία λήψης αποφάσεων μέσω της ανάλυσης πολλαπλών κριτηρίων, καθορίζονται τρεις βασικοί στόχοι (Chan, 2011):

- η ανάλυση των κριτηρίων.
- η μοντελοποίηση των προτιμήσεων.
- ο εντοπισμό ικανοποιητικών λύσεων.

Ο Roy, λαμβάνοντας υπόψη τους ανωτέρω στόχους, το 1996 πρότεινε ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, το οποίο και ακολουθείται στα πλαίσια της πολυκριτηριακής ανάλυσης (Janssen, 2001). Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο αποτελείται από τέσσερα στάδια, μεταξύ των οποίων δύναται η περίπτωση αναδράσεων. Τα στάδια αποτυπώνονται γραφικά ως ακολούθως στο σχήμα 1.1 (Department for Communities and Local Government London, 2009).



Σχήμα 1.1: Γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο της πολυκριτηριακής ανάλυσης.
Πηγή: Department for Communities and Local Government London, 2009.

Το πρώτο στάδιο του μεθοδολογικού πλαισίου της πολυκριτηριακής ανάλυσης αφορά τον καθορισμό του συνόλου των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (Janssen, 2001). Ως εναλλακτική δραστηριότητα (alternative action) ορίζεται κάθε πιθανή επιλογή, η οποία αποτελεί λύση του

εξεταζόμενου προβλήματος και η οποία πρέπει να αξιολογηθεί ως προς την καταλληλότητά της (Saaty, 2008).

Κατά το δεύτερο στάδιο προσδιορίζονται τα κριτήρια, τα οποία αποτελούν συνάρτηση των προτιμήσεων και των στόχων του οργανισμού λήψης αποφάσεων (Berry et al, 2003).

Στο τρίτο στάδιο, το μοντέλο ολικής προτίμησης περιλαμβάνει τη σύνθεση όλων των κριτηρίων, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της ανάλυσης, βάση όσων έχουν καθοριστεί στο πρώτο στάδιο (Berry et al, 2003). Το μοντέλο ολικής προτίμησης δύναται να εφαρμοστεί ως βάση για (Janssen, 2001, Chan, 2011):

- το προσδιορισμό μιας συνολικής αξιολόγησης κάθε εναλλακτικής.
- τη διενέργεια διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών.
- τη διερεύνηση του συνόλου των εναλλακτικών λύσεων, κατά την περίπτωση που αυτό είναι συνεχές.

Ένα τυπικό χαρακτηριστικό της ανάλυσης πολλαπλών κριτηρίων είναι ένας πίνακας επιδόσεων, στον οποίο κάθε σειρά περιγράφει μια επιλογή- κριτήριο και κάθε στήλη περιγράφει την απόδοση των επιλογών. Οι αξιολογήσεις της απόδοσης γίνονται κυρίως αριθμητικά και σε κάποιες περιπτώσεις με χρωματική κωδικοποίηση (Department for Communities and Local Government London, 2009).

Η μέθοδος ανάλυσης πολλαπλών κριτηρίων εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα και κυρίως (Kurttila et al, 2000):

- ✓ διευκολύνει την αναπαράσταση πολυδιάστατων προβλημάτων.
- ✓ είναι σαφής και ιδιαίτερα ευέλικτη.
- ✓ επιτρέπει τη διαφορετική επίδραση των παραγόντων στο τελικό αποτέλεσμα.
- ✓ απλοποιεί τη διαδικασία για τις περιπτώσεις όπου θεωρείται απαραίτητη η αξιολόγηση μη μετρήσιμων μεγεθών (π.χ. περιβαλλοντικών ή κοινωνικών επιπτώσεων).
- ✓ η επιλογή των στόχων και των κριτηρίων πραγματοποιείται από μια ομάδα λήψης αποφάσεων και δύναται να επανεξετάζεται και να μεταβάλλεται εάν κρίνεται ακατάλληλη.
- ✓ η μέτρηση των επιδόσεων δύναται να πραγματοποιηθεί υπεργολαβικά από ειδικούς και δεν απαιτείται κατ' ανάγκη να γίνει από το σώμα λήψης αποφάσεων.
- ✓ μπορεί να αποτελέσει σημαντικό μέσο επικοινωνίας μεταξύ του οργανισμού, στα πλαίσια της λήψης απόφασης.
- ✓ τα αποτελέσματα και οι συντελεστές βαρύτητας, που χρησιμοποιούνται, παρέχουν μια διαδρομή ελέγχου της δράσης των εξεταζόμενων παραμέτρων.

Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης εντοπίζονται ως ακολούθως (Ramanathan, 2001):

- οι συντελεστές βαρύτητας συχνά καθορίζονται από ένα άτομο ή έναν ενδιαφερόμενο φορέα.

- σε αρκετές περιπτώσεις η βαθμολόγηση των παραμέτρων και των συντελεστών βαρύτητας καθίσταται πολύπλοκη.
- περιορίζει την επίδραση του παράγοντα χρόνου.
- από την διαδικασία προκύπτουν τελικά συμβιβαστικές λύσεις και δεν οδηγεί σε βέλτιστες-άριστες λύσεις.

Στην κατηγορία της πολυκριτηριακής ανάλυσης διακρίνονται οι κάτωθι μέθοδοι- τεχνικές (Chan, 2011):

- Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχισης (Analytic hierarchy process– AHP)
- Πολυπαραμετρική θεωρία χρησιμότητας (Multi-attribute utility theory - MAUT)
- Απλές μέθοδοι διακριτής ανάλυσης (βαρύνουσα άθροιση -Weighted summation)
- Μέθοδος Delfi
- Value analysis (VA)
- Analytic network process (ANP) κ.α.

Για την επιλογή των ιδανικότερων τεχνικών- μεθόδων οι παράμετροι, οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη κατά περίπτωση, εστιάζουν κυρίως (Forman et al, 1998, Janssen, 2001):

- στην ευκολία κατά τη χρήση
- στις απαιτήσεις δεδομένων
- στις ρεαλιστικές απαιτήσεις σε χρόνο και ανθρώπινο δυναμικό κατά την διαδικασία της ανάλυσης
- στην ικανότητα να παρέχει μια διαδρομή ελέγχου
- στη διαθεσιμότητα του λογισμικού, όπου απαιτείται.

1.8 Προσδιορισμός του σκοπού της μεταπτυχιακής διατριβής

Η εγκατάσταση και λειτουργία ενός λατομείου περιλαμβάνει πολύπλοκες διεργασίες που δύναται να επηρεάσουν αρκετές περιβαλλοντικές παραμέτρους με διάφορους τρόπους. Οι Pavloudakis et al (2009) έχουν περιγράψει πως οι διεργασίες κατά την λειτουργία ενός λατομείου και οι ροές αποβλήτων είναι σε τέτοιο βαθμό, που θεωρείται ότι έχουν μεγάλες πιθανότητες να προκαλούν περιβαλλοντική ζημία στις περιοχές εκμετάλλευσης. Η αποκατάσταση του περιβάλλοντος, λόγω των επιπτώσεων από τη λατομική δραστηριότητα, αποτελεί μία σημαντική υποχρέωση του εξορύκτη, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις εγκεκριμένες περιβαλλοντικές άδειες, οι οποίες ρυθμίζουν τις εργασίες εξόρυξης (Παζάρας, 2008). Ωστόσο οι μελέτες που συντάσσονται για τα λατομικά έργα αρκετές φορές αποδεικνύονται ανεπαρκής, καθώς εστιάζουν σε ενέργειες αποκατάστασης του τοπίου μετά το τέλος των εργασιών και δεν συμπεριλαμβάνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλα τα στάδια λειτουργίας και σε όλες τις φάσεις της εκμετάλλευσης. Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής είναι να εντοπιστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από όλα τα στάδια λειτουργίας του λατομείου, δίνοντας έμφαση στις ενεργειακές και υδατικές ροές.

Κατά την μεταπτυχιακή διατριβή, εφαρμόζοντας τα διεθνή πρότυπα περιβαλλοντικής διαχείρισης, θα ληφθούν ποσοτικοποιημένες πληροφορίες, οι οποίες θα παρέχουν αξιόπιστα δεδομένα για την περιβαλλοντική επίδοση των λατομικών εκμεταλλεύσεων. Μέσω της

μεθόδου της ανάλυσης του κύκλου ζωής, στην οποία στηρίζονται τα πρότυπα, θα εξεταστούν όλες οι εισροές και οι εκροές, που σχετίζονται με τις δραστηριότητες ενός λατομείου, ώστε να προσδιοριστεί η ένταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Τα αποτελέσματα της μεταπτυχιακής διατριβής θα συμβάλλουν σημαντικά, ώστε να επανακαθοριστούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι μιας λατομικής επιχείρησης, καθώς και να υποβληθούν προτάσεις για την κατάλληλη διαχείριση των ενεργειακών και υδατικών ροών και τη μείωση των ρύπων. Επιπροσθέτως, η εφαρμογή των προτύπων περιβαλλοντικής διαχείρισης κατά την λειτουργία ενός λατομείου και τα αποτελέσματά της, θα συμβάλλουν στην διαμόρφωση εθνικής στρατηγικής για την λατομική δραστηριότητα, που θα συμπεριλαμβάνει αυστηρά μέτρα και απαιτήσεις βάση αξιόπιστων διεθνών προδιαγραφών.

Τέλος, η αποκατάσταση ενός λατομείου αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας αξιοποίησης των ορυκτών. Η επιλογή της χρήσης γης μετά το πέρας των εργασιών είναι μια δύσκολη απόφαση, η οποία περιπλέκεται περαιτέρω λόγω της ποικιλίας των παραμέτρων που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Τα τελευταία χρόνια εξετάζεται η δυνατότητα της εναλλακτικής αξιοποίησης των λατομικών χώρων με σκοπό τη μετεξέλιξή τους σε χώρους κοινωφελών χρήσεων (ανάπτυξη πρασίνου, ή αθλοπαιδιών, ή αναψυχής κ.α.) (Pamukeu et al, 2006). Κατά την μεταπτυχιακή διατριβή θα εξεταστούν περιπτώσεις αποκατάστασης λατομικών χώρων, οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν και τα αποτελέσματά τους, με σκοπό την αξιολόγηση τους βάση διεθνών παραδειγμάτων αποκατάστασης, εκτιμώντας την συνεισφορά τους στην ανάπτυξη της τοπικής κοινωνίας.

Κεφάλαιο Δεύτερο Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Η λατομική δραστηριότητα στην Ελλάδα

Τα λατομεία και ορυχεία είχαν πάντα σημαντική θέση στην οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας. Κατά την αρχαιότητα στην Αθήνα χρησιμοποιήθηκαν ο άργυρος από τα μεταλλεία του Λαυρίου και τα μάρμαρα της Πεντέλης, για να χτιστεί ο Παρθενώνας (Παζάρας, 2008). Στα νεότερα χρόνια, τα μεταλλεία του Λαυρίου υπήρξαν ο πρώτος βιομηχανικός χώρος της Ελλάδας (Παζάρας, 2008). Η σμύριδα στη Νάξο, τα σιδηρομεταλλεύματα στη Σέριφο και στη Θάσο, τα αργυρομεταλλεύματα και η βαρυτίνη στη Μύκονο, ο λευκόλιθος στο Μαντούδι, ο χρωμίτης και ο αμίαντος στην Κοζάνη, αποτέλεσαν για πολλές δεκαετίες σημαντική πηγή εισοδημάτων για την χώρα αλλά και αφορμή σημαντικών κοινωνικών αλλαγών (Παζάρας, 2008).

Στην σύγχρονη εποχή, η Ελλάδα συγκαταλέγεται στους σημαντικότερους παραγωγούς της Ευρώπης σε βωξίτη, σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων, μικτών θειούχων μεταλλευμάτων, λευκόλιθου, μπεντονίτη, περλίτη, ελαφρόπετρας, μαρμάρων και άλλων μεταλλικών και βιομηχανικών ορυκτών (Χατζηστάθης, 2000). Ενδεικτικά αναφέρετε ότι η Ελλάδα είναι πρώτη χώρα παραγωγής περλίτη, δεύτερη χώρα παραγωγής κίσσηρης (ελαφρόπετρας) και μπεντονίτη καθώς και πρώτη στην εξαγωγή προϊόντων λευκόλιθου στην ΕΕ (Παζάρας, 2008). Διαθέτει σημαντικό ορυκτό πλούτο και η μεγάλη ποικιλία των ορυκτών και μεταλλευμάτων που απαντώνται στον ελλαδικό χώρο, σε συνδυασμό με την ποιότητα και την ποσότητα τους, καθιστά την εκμετάλλευσή τους μια εξαιρετικά βιώσιμη και προσοδοφόρα δραστηριότητα (Μπρόφας, 2013). Επιπλέον η οικονομική, τεχνολογική και κοινωνική ανάπτυξη, έχει σαν αποτέλεσμα την αυξανόμενη ζήτηση και εκμετάλλευση των ορυκτών. Αρκετοί οικονομικοί κλάδοι (όπως η οικοδομική και η κατασκευαστική δραστηριότητα, η τσιμεντοβιομηχανία κ.α.) στηρίζονται στην τροφοδότηση με ορυκτές πρώτες ύλες, στη μεταποίησή τους και στην εκμετάλλευση των εξειδικευμένων φυσικοχημικών ιδιοτήτων ορισμένων ορυκτών (Τσιβουράκης, 2008). Οι ορυκτοί φυσικοί πόροι είναι σημαντική παράμετρος για την βιωσιμότητα της οικονομικής ανάπτυξης και η διαθεσιμότητα τους είναι ανεκτίμητη πλουτοπαραγωγική πηγή (Drew et al, 2002).

Οι εξειδικευμένες χρήσεις των ορυκτών που διαθέτει η Ελλάδα, σε σχέση με άλλες χώρες, ελκύουν το ενδιαφέρον της ευρωπαϊκής αλλά και της διεθνούς αγοράς (Μενεγάκη, 2010). Η ιδιαιτερότητα αυτή της Ελλάδας, προσφέρει σημαντικά συγκριτικά πλεονεκτήματα στην οικονομία της χώρας (Μενεγάκη, 2010). Επιπλέον το απασχολούμενο ανθρώπινο δυναμικό και η περιφερειακή ανάπτυξη είναι μια άλλη διάσταση που αξίζει να ληφθεί υπόψη. Στον τομέα των λατομείων υπολογίζεται ότι απασχολούνται άμεσα, με οποιαδήποτε σχέση εργασίας 20,000-23,300 εργαζόμενοι, ενώ έμμεσα από την εξορυκτική δραστηριότητα, εξαρτάται η απασχόληση περίπου άλλων 90,000-100,000 ατόμων (Τσιβουράκης, 2008). Επιπροσθέτως, η σχετικά μεγάλη διασπορά των εξορυκτικών κέντρων και των λοιπών συναφών δραστηριοτήτων στην περιφέρεια, δημιουργεί σημαντικούς μικρούς και μεγάλους

περιφερειακούς κοινωνικούς ιστούς και οικονομικούς πόλους έλξης και ανάπτυξης, με ευεργετικά οφέλη για την ελληνική επαρχία (Τσιβουράκης, 2008).

2.2 Νομοθετικό πλαίσιο λατομικής εκμετάλλευσης

Η Ελληνική νομοθεσία περιλαμβάνει αρκετά νομοθετήματα, για τον εξορθολογισμό των εξορυκτικών δραστηριοτήτων σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος. Το 1977 με τον Ν. 669/77 «περί εκμετάλλευσης λατομείων» και το 1979 με τον Ν. 998/79 «περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της χώρας», επιβλήθηκαν ορισμένες υποχρεώσεις και δεσμεύσεις για τη λατομική εκμετάλλευση και τις σχετικές επιχειρήσεις, θέτοντας την προστασία του περιβάλλοντος ως αναπόσπαστο μέρος της δραστηριότητας (Σπυρόπουλος, 2010). Συγκεκριμένα, καθορίστηκε πως η δραστηριότητα οφείλει να ενεργείται υποχρεωτικά με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην καταστρέφεται η δασική βλάστηση, παρά μόνο στο απολύτως απαραίτητο μέτρο (Σπυρόπουλος, 2010). Επιπλέον η εναπόθεση των στείρων να ενεργείται σε ειδικούς χώρους και κάθε ζημία που προκαλείται να αποκαθίσταται (Σπυρόπουλος, 2010). Επιπροσθέτως, με τον Ν.998/79 ορίστηκε πως η κάθε επιχείρηση λατομικής εκμετάλλευσης, υποχρεούται να προβαίνει περιοδικώς σε αποκατάσταση του τοπίου και της βλάστησης, με την εφαρμογή προγράμματος αποκατάστασης (Στεργιόπουλος, Ταϊφάκος, 2010). Σε περίπτωση δε που η αποκατάσταση είναι δυσχερής, η δασική υπηρεσία ως αρμόδια δύναται να υποχρεώσει την επιχείρηση να αποκαταστήσει άλλη έκταση, έως και πενταπλάσια από εκείνη που προξένησε ζημία. Εναλλακτικά, αναλαμβάνει να αναδασώσει η δασική υπηρεσία την έκταση και να επιβάλλει στην επιχείρηση, να καταβάλλει στο Δημόσιο τη δαπάνη αποκατάστασης (Χιονίδου, 2007). Σε περίπτωση που η επιχείρηση αρνηθεί ή παραλείψει να εκπληρώσει τους παραπάνω όρους, υπόκειται σε πειθαρχική δίωξη (Χιονίδου, 2007).

Με την Υπουργική απόφαση 183037/5115/1980 επικυρώθηκαν οι τεχνικές προδιαγραφές σύνταξης μελετών για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και την αντιμετώπισή τους, από την εκμετάλλευση των λατομείων μέσα σε δάση και σε δασικές εκτάσεις (Νάνος, 2007). Το 1984, με απόφαση του Υπουργού Ενέργειας και Φυσικών Πόρων, εκδίδεται ο Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΚΜΛΕ), με τον οποίο ορίστηκε πως οι μεταλλευτικές και λατομικές εργασίες για τον εντοπισμό, την εκμετάλλευση και την επεξεργασία των ορυκτών πρώτων υλών, διέπονται στο εξής από άποψη ορθολογικής δραστηριότητας, ασφάλειας και υγείας των εργαζομένων και των περιοίκων και προστασίας του περιβάλλοντος, από τις διατάξεις του κανονισμού (Μενεγάκη, 2010).

Το 1986 θεσπίστηκε το πρώτο ολοκληρωμένο νομικό πλαίσιο για το περιβάλλον με τον Ν.1650/1986, το οποίο περιέλαβε την προστασία από έργα και δραστηριότητες που έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον (άρθρα 3-6), την προστασία της ατμόσφαιρας, των νερών και του εδάφους από τη ρύπανση και την εναπόθεση αποβλήτων και επικίνδυνων ουσιών (άρθρα 7-17), την προστασία της φύσης και του τοπίου (άρθρα 18-21) και διοικητικές και ποινικές κυρώσεις για τα πρόσωπα, που προκαλούν ρύπανση ή υποβάθμιση του περιβάλλοντος (άρθρα 28-32) (Σπυρόπουλος, 2010). Το 1990 εκδόθηκε η υπ αριθ. 69269 5387/1990 Κοινή Υπουργική Απόφαση για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ιδιωτικών και δημόσιων έργων και δραστηριοτήτων, βάση της Κοινοτικής Οδηγίας 85/337 (Νάνος,

2007). Με την ΚΥΑ προβλέπεται και κατηγοριοποίηση των έργων, από την οποία καθορίζεται και ο τρόπος περιβαλλοντικής αδειοδότησης. Έκτοτε ενσωματώθηκαν στο Ελληνικό δίκαιο πλήθος Κοινοτικών Οδηγιών και Κανονισμών, περιλαμβάνοντας ειδικά θέματα προστασίας του περιβάλλοντος (Νάνος, 2007).

Επισημαίνεται πως με τον Ν. 1650/1986 ορίστηκε ότι για την εγκατάσταση και λειτουργία ενός λατομείου απαιτείται η έκδοση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων, βάση της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, που οφείλει να καταθέσει η εταιρεία εκμετάλλευσης στις αρμόδιες αρχές. Για την έκδοση της έγκρισης τηρείται η διαδικασία της Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (άρθρο 2, παρ. 1δα, του Ν. 3010/2002), η οποία περιλαμβάνει γνωμοδοτήσεις συναρμόδιων Υπουργείων και φορέων επί της μελέτης (Χιονίδου, 2007).

Το 2011 εκδίδεται ο Ν. 4014/2011 περί περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων και δραστηριοτήτων, με τον οποίο επιδιώκεται η βελτίωση και ο εκσυγχρονισμός της διαδικασίας αδειοδότησης. Τέλος, το 2012 εκδίδεται ο Ν. 4042/2012, με τον οποίο ποινικοποιείται η πρόκληση ρύπανσης και υποβάθμισης του περιβάλλοντος και παράλληλα ενσωματώνονται αυστηρές διατάξεις, σχετικά με την διαχείριση, επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών (ΥΠΕΚΑ, 2013).

2.3 Εθνική πολιτική για την λατομική δραστηριότητα

Εθνική Πολιτική για το στρατηγικό σχεδιασμό και την εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου αναγνωρίζει την σημασία των ορυκτών πρώτων υλών για την πρόοδο και την ανάπτυξη, την διασφάλιση ενός υψηλού βιοτικού επιπέδου και τη δημιουργία ανταγωνιστικής εθνικής και περιφερειακής οικονομίας (Μενεγάκη, 2010). Παράλληλα οφείλει να διασφαλίζει με συνέπεια ότι η παραγωγή και η διάθεση των ορυκτών στην κοινωνία διενεργείται σύμφωνα με τους όρους της συνταγματικά κατοχυρωμένης αρχής της αειφόρου ανάπτυξης (ΥΠΕΚΑ, 2012). Οι βασικοί επιμέρους στόχοι της εθνικής πολιτικής εκμετάλλευσης ορυκτών είναι (ΥΠΕΚΑ, 2012):

- Η σταθερή και επαρκής διάθεση ορυκτών στην αγορά με οικονομικά βιώσιμο τρόπο.
- Η διερεύνηση και εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών, που προλαμβάνουν, μειώνουν ή αποκαθιστούν, στο μέτρο του δυνατού, τις επιπτώσεις της εξόρυξης και των επιμέρους δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και στη ανθρώπινη υγεία.
- Η εξοικονόμηση των ορυκτών πρώτων υλών μέσα από βέλτιστες αποδοτικές πρακτικές παραγωγής.
- Η διασφάλιση της χρήσης των ορυκτών για το μέγιστο χρονικό διάστημα, εφαρμόζοντας κατάλληλες πρακτικές αποτελεσματικότερης χρήσης, επιμήκυνσης του κύκλου ζωής τους και ανακύκλωσης.
- Η μεγιστοποίηση του αναπτυξιακού οφέλους σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων της εξορυκτικής δραστηριότητας.

- Η κατάλληλη διαμόρφωση των λατομικών χώρων, με σκοπό να είναι δεκτικοί άλλων προγραμματισμένων χρήσεων, μετά την ολοκλήρωση των εκμεταλλεύσεων.
- Η αναβάθμιση και στήριξη των πανεπιστημιακών τμημάτων, τα οποία σχετίζονται με την αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών, με παράλληλη αναπροσαρμογή των χρηματοδοτικών ροών που διατίθενται από τα κάθε είδους προγράμματα του Υπουργείου Παιδείας και άλλων φορέων.
- Η εναρμόνιση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και αναγκών των τοπικών κοινωνιών με τις αναπτυξιακές δυνατότητες που δημιουργούν οι εκμεταλλεύσεις σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Η διαμόρφωση πολιτικών και η εφαρμογή μέτρων που θα μεγιστοποιούν την ωφελιμότητα των δράσεων στις τοπικές κοινωνίες με ποικίλους τρόπους.
- Η χωροταξική οργάνωση της μεταποίησης πρώτων υλών, όταν αυτή συντελείται εκτός των λατομικών χώρων.

Για την διαμόρφωση κατάλληλης Εθνικής Πολιτικής για την αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών, εξετάζεται αρχικά το αποθεματικό δυναμικό σε ορυκτά της χώρας (Μενεγάκη, 2010). Επιπροσθέτως, λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες της εξορυκτικής δραστηριότητας, που επηρεάζουν καθοριστικά τη χωροθέτηση και τη βιώσιμη διαχείρισή της, απαιτώντας ειδικές παρεμβάσεις, λόγω του γεωγραφικού εντοπισμού τους και του γεγονότος ότι η εκμετάλλευση των ορυκτών οδηγεί σε ορατό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, οι επιπτώσεις του οποίου πρέπει να ελαχιστοποιούνται (Μενεγάκη, 2010). Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται σε θέματα αποκατάστασης των λατομικών περιοχών, που ρυθμίζονται από το νομοθετικό πλαίσιο της Ελλάδας και συγκεκριμένα θέτουν τις εταιρείες εκμετάλλευσης υπεύθυνες για την ανάληψη μέτρων αποκατάστασης των χώρων (Στεργιόπουλος, Ταϊφάκος, 2010).

Η εθνική πολιτική αξιοποίησης του ορυκτού πλούτου της χώρας οφείλει να παρακολουθεί τις ευρωπαϊκές εξελίξεις σε θέματα, που αφορούν στις κατευθύνσεις και όρους στρατηγικής ανάπτυξης των ορυκτών πρώτων υλών, σύμφωνα με τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης (ΥΠΕΚΑ, 2013). Ως εκ τούτου η Εθνική πολιτική θα πρέπει ενσωματώνει την ανάγκη εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε κάθε στάδιο της λειτουργίας της λατομικής δραστηριότητας, εφαρμόζοντας αξιόπιστα διεθνή πρότυπα και προδιαγραφές. Η εναρμόνιση με τις ευρωπαϊκές και διεθνείς απαιτήσεις ελέγχου των περιβαλλοντικών επιδόσεων των λατομικών επιχειρήσεων, είναι πλέον επιβεβλημένη, λόγω της μεγάλης έκτασης των δυσμενών περιβαλλοντικών ζητημάτων (ΥΠΕΚΑ, 2013).

2.4 Ευρωπαϊκή πολιτική αξιοποίησης ορυκτών πόρων

Η Ευρωπαϊκή πολιτική αναφορικά με την εξόρυξη, εκμετάλλευση και αξιοποίηση των ορυκτών πόρων περιλαμβάνει μέτρα και δράσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές της αειφορίας (Tiess, 2011). Εστιάζει στην προστασία και ορθολογική χρήση των ορυκτών, με σκοπό την εξασφάλιση της σταθερής και ασφαλούς διάθεσής τους, για την ικανοποίηση των κοινωνικών αναγκών (Tiess, 2011). Επιπλέον αναγνωρίζει πως πρέπει να εξετάζονται

συνολικά όλες οι πτυχές της προστασίας του περιβάλλοντος και σε κάθε στάδιο της εξερεύνησης, εξόρυξης και επεξεργασίας των ορυκτών (Σπυρόπουλος, 2010).

Κύριοι στόχοι της ευρωπαϊκής πολιτικής αποτελούν (Tiess, 2011):

- η προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης και κοινωνικής ευημερίας.
- η διασφάλιση της προμήθειας ορυκτών υλών.
- η μεγιστοποίηση της απόδοσης των ορυκτών.
- ο περιορισμός των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ως αποτέλεσμα των διεργασιών εκμετάλλευσης των ορυκτών πρώτων υλών.
- η αντιμετώπιση μιας σειράς παγκόσμιων προκλήσεων, που συνοδεύουν την διαδικασία αξιοποίησης των ορυκτών.

Η περιβαλλοντική πολιτική της ΕΕ για την αξιοποίηση των ορυκτών στηρίζεται σε δύο θεμελιώδεις αρχές:

- την αρχή της προφύλαξης, κατά την οποία όταν μία δραστηριότητα εμπεριέχει κίνδυνο για το περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία, πρέπει να λαμβάνονται έκτακτα μέτρα.
- την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», η οποία ορίζει πως όποιος ρυπαίνει είναι υπεύθυνος για την πρόληψη και την αποκατάσταση της περιβαλλοντικής ζημίας (Σπυρόπουλος, 2010).

Θεμελιώδης προϋπόθεση της ευρωπαϊκής πολιτικής αποτελεί η θέσπιση κατάλληλου κανονιστικού πλαισίου μέσα από ευρεία ενημέρωση και διάλογο όλων των εμπλεκόμενων φορέων και η διασφάλιση της διαχρονικής εφαρμογής του με συνέπεια, διαφάνεια και ενιαίο τρόπο (Παζάρας, 2008).

Επιπροσθέτως, περιλαμβάνει σχέδια προς εφαρμογή, τα οποία περιγράφουν τις απαραίτητες δράσεις στις οποίες πρέπει να προχωρήσουν όλοι οι ενδιαφερόμενοι (τα κράτη-μέλη, οι εταιρείες, τα ερευνητικά ιδρύματα, οι ΜΚΟ, κ.λ.π.), με σκοπό την ανάδειξη της καινοτομίας σε όλη την παραγωγική αλυσίδα των ορυκτών πρώτων υλών (Παζάρας, 2008). Μεταξύ των προτεινόμενων δράσεων περιλαμβάνονται (Tiess, 2011):

- η πιο αποτελεσματική έρευνα. Στόχος είναι να αναπτυχθούν νέες αποδοτικές τεχνολογίες έρευνας, παρέχοντας πληροφορία υψηλής ποιότητας και τη σχετική ερμηνεία τους, προκειμένου να διευκολύνεται ο εντοπισμός νέων κοιτασμάτων.
- η καινοτόμος εξόρυξη των πρώτων υλών. Στόχος είναι να καταστεί δυνατή η εξόρυξη ορυκτών με έναν τρόπο κοινωνικά αποδεκτό, περιβαλλοντικά υπεύθυνο και οικονομικά βιώσιμο, με την ανάπτυξη νέων τεχνολογικών λύσεων που θα οδηγούν και σε μεγαλύτερη κοινωνική αποδοχή της μεταλλευτικής και λατομικής δραστηριότητας.

Άλλες δράσεις που προτείνονται, αναφέρονται στη βελτίωση του νομοθετικού πλαισίου της Ε.Ε. σχετικά με τα ορυκτά, στην κατασκευή βάσης δεδομένων, στην προώθηση διεθνούς συνεργασίας κ.α. (Tiess, 2011).

Τέλος, εξετάζοντας συγκεκριμένα θέματα, όπως η χρήση γης και η αποκατάσταση των λατομικών χώρων, θα πρέπει να επισημανθεί πως οι επιχειρήσεις, που δραστηριοποιούνται στον τομέα εξόρυξης και εκμετάλλευσης ορυκτών, προγραμματίζουν τις δραστηριότητές τους σε μακροπρόθεσμη βάση (Τσιβουράκης, 2008). Η ευρωπαϊκή πολιτική επιβάλλει ο σχεδιασμός της χρήσης γης να συμπεριλαμβάνεται στον προγραμματισμό της κάθε επιχείρησης (ΥΠΕΚΑ, 2013). Θα πρέπει να προβλέπονται μέτρα για τη αποκατάσταση των λατομικών περιοχών, την αρμονική ένταξή τους στο ευρύτερο τοπίο, εξασφαλίζοντας συγχρόνως τις προϋποθέσεις για μετέπειτα χρήση της γης, βάση των τοπικών κοινωνικών απαιτήσεων και αναγκών (ΥΠΕΚΑ, 2013).

2.4.1 Αρχές αποκατάστασης λατομείων σε ευρωπαϊκές χώρες

Στο Βέλγιο για τις λατομικές επιχειρήσεις απαιτείται η υποβολή σχεδίων αποκατάστασης της γης με το πέρας των εργασιών. Κατατίθεται εγγύηση σε ειδική τράπεζα για την διασφάλιση των εργασιών αποκατάστασης και στην περίπτωση αποτυχίας υλοποίησης του σχεδίου αποκατάστασης, συνεπάγεται η παρακράτηση της εγγύησης από το Επαρχιακό Συμβούλιο. Στα σχέδια, που κατατίθενται, διατυπώνεται σαφώς ο σκοπός που καλείτε να εκπληρώσει η αποκατάσταση και η μετέπειτα χρήση της γης. Επιπλέον κατά την διαδικασία της αδειοδότησης οι αρμόδιες αρχές δύναται να επιβάλλουν όρους βάση των εκάστοτε συνθηκών (Σπυρόπουλος, 2010).

Στην Γερμανία η σχετική νομοθεσία περί προστασίας του περιβάλλοντος από την λατομική δραστηριότητα έχει τροποποιηθεί, αλλά εξακολουθεί να χαρακτηρίζεται ανεπαρκής και να μην προβλέπει την επίσημη συμμετοχή των δήμων κατά την κατάρτιση των σχεδίων λειτουργίας ενός λατομείου (Σπυρόπουλος, 2010).

Η πολιτική της Ιταλίας αναγνωρίζει την αναγκαιότητα η λατομική δραστηριότητα να συνοδεύεται από σχέδια περιβαλλοντικής αποκατάστασης. Η σχετική νομοθεσία περιλαμβάνει αρκετά περιφερειακά νομοθετήματα, που απαιτούν την υποβολή σχεδίου και ορισμένες περιοχές, όπως η Τοσκάνη, έχουν σχεδιάσει μέτρα για την αποκατάσταση των λατομικών εκτάσεων. Κατά την διαδικασία αδειοδότησης η υπεύθυνη εταιρεία αναλαμβάνει την υποχρέωση να καταβάλει ετήσια τέλη εκσκαφής και να αποκαταστήσει την διαταραγμένη έκταση (Dal Sasso et al, 2012).

Στην Γαλλία γίνεται προσπάθεια αναδόμησης των περιοχών εξόρυξης. Οι ιδιοκτήτες της γης είναι υπεύθυνοι για την εκπόνηση μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, βάση της κλίμακας των έργων. Με την ολοκλήρωση των εργασιών εξόρυξης απαιτείται η αποκατάσταση της διαταραγμένης έκτασης και για τον καθορισμό της χρήσης της αποκατεστημένης γης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά του ευρύτερου περιβάλλοντος (Tiess, 2011).

2.5 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Εξετάζοντας την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία διαπιστώνεται πως δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με την εκτίμηση του περιβαλλοντικού και υδατικού αποτυπώματος από την λειτουργία λατομείου εξόρυξης ορυκτών πρώτων υλών. Οι μέχρι τώρα έρευνες εστιάζουν σε μεθόδους αποκατάστασης του τοπίου και της οπτικής ρύπανσης γενικότερα. Περιορισμένες περιπτώσεις εξετάζουν την μείωση των εκπομπών ρύπων, εστιάζοντας κυρίως στην καταστολή της σκόνης και των αιωρούμενων σωματιδίων. Η εφαρμογή των διεθνών περιβαλλοντικών προτύπων δεν έχει διαδοθεί στον τομέα της εξόρυξης και είναι μια αναγκαιότητα που επιδιώκει να καλύψει η παρούσα Μεταπτυχιακή διατριβή. Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα από την Ελληνική και τη Διεθνή βιβλιογραφία που περιγράφουν μεθόδους αποκατάστασης λατομείων, καθώς και την μετέπειτα χρήση γης των εν λόγω εκτάσεων.

2.5.1 Παραδείγματα αποκατάστασης λατομείων

2.5.1.1 Pocos de Caldas στη Βραζιλία.

Στο Pocos de Caldas της Βραζιλίας το 1978 η εταιρεία Campania Geral de Minas ανέλαβε τις διεργασίες αποκατάστασης σε περιοχές εξόρυξης βωξίτη. Στόχος της αποκατάστασης ήταν η επαναφορά των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών, τα οποία προϋπήρχαν των εργασιών εξόρυξης. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην αποτροπή της διάβρωσης και τον εμπλουτισμό του εδάφους. Η τελική χρήση της γης βασιζόταν στους υδάτινους πόρους, στην τοπογραφία, στο έδαφος και στη δασοπονία (Παζάρας,2008).

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στηρίχθηκε στη λειτουργία της γεωλογικής αποκατάστασης (νερό και έδαφος), στα οπτικά χαρακτηριστικά καθώς και στην επαναφορά της βιοποικιλότητας (φυσική διαδοχή των φυτών και της άγριας ζωής). Ο αρχικός περιβαλλοντικός σχεδιασμός περιλάμβανε μέτρα μετριασμού των μεταβολών που προκλήθηκαν από την εξόρυξη, όπως (Παζάρας,2008):

- i. ένα σύστημα αποξήρανσης της επιφάνειας και διατήρησης της απορροής των ιζημάτων.
- ii. τη χρήση βυτιοφόρων για καταστολή της σκόνης, που προκαλείται στους δρόμους και στην ευρύτερη περιοχή, από τα φορτηγά και της μηχανές.
- iii. τον έλεγχο των εκπομπών ρύπων από βενζινοκίνητες μηχανές, μέσω προγραμμάτων διαχείρισης και αυστηρούς ελέγχους συντήρησης των μηχανών.
- iv. τον μεταεξορυκτικό περιβαλλοντικό έλεγχο, σχετικό με την αναδιάταξη του τοπίου.
- v. την διαδικασία εγκατάστασης φυτών.
- vi. την συστηματική περιβαλλοντική παρακολούθηση.

Με την ολοκλήρωση των εργασιών εξόρυξης, το έδαφος διαμορφώθηκε κατάλληλα για να διατηρήσει την αισθητική του φυσικού τοπίου που προϋπήρχε της εκμετάλλευσης και να

προωθήσει τη φυσική κληρονομιά της περιοχής. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε ομοιόμορφα εδαφοβελτιωτικό υλικό (χούμος) πάνω στην επιφάνεια για να βελτιώσει τη βιολογική δραστηριότητα και να παράγει έναν καινούριο κύκλο θρεπτικών συστατικών. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν λιπάσματα στους λάκκους που ανοίχτηκαν για την φύτευση των δενδρυλλίων, για την ενίσχυση της φυσικής γονιμότητας των εδαφών. Σε περιοχές όπου ήταν εφικτό, η ρύπανση του υπεδάφους έγινε για να αεριστούν τα επιφανειακά στρώματα και για να ενσωματωθούν τα ασβεστούχα και άλλα υλικά, όπως το πλούσιο οργανικό χώμα. Για να ενισχύσει την φυτοκάλυψη, η εταιρεία χρησιμοποίησε γρασίδι και είδη οσπρίων, τα οποία επιλέχτηκαν βάση της ικανότητά τους να καλύπτουν την επιφάνεια γρήγορα και να μην λειτουργούν ανταγωνιστικά στα δενδρύλλια που επρόκειτο να φυτευτούν. Τριάντα μέρες μετά την φύτευση και των δενδρυλλίων, η περιοχή ελέγχθηκε και απομακρύνθηκαν τα ξερά δενδρύλλια, αντικαθιστώντας αυτά με σπόρους του ίδιου είδους ή με άλλους της ίδιας οικολογικής ομάδας. Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν περιοδικοί έλεγχοι για των εντοπισμό των ειδών που δεν επιβίωσαν και την επανάληψη της σπορά τους. Η εταιρεία διέθετε φυτώριο για την παραγωγή εγχώριων ειδών δενδρυλλίων, προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες του προγράμματος αποκατάστασης, προσφέροντας παράλληλα και στην τοπική κοινότητα. Στους ελέγχους που γινόταν παρατηρήθηκε πως τα μυρμήγκια ήταν τα βασικά παράσιτα για τα νεαρά δένδρα και ήταν υπεύθυνα για μεγάλες καταστροφές στην ανάπτυξη των δένδρων μετά τη φύτευση. Ως εκ τούτου η περιοχή που είχαν γίνει φυτεύσεις αλλά και οι παρακείμενες περιοχές, ελέγχονταν για μυρμήγκια κατά τη διάρκεια των αρχικών περιόδων της ανάπτυξης των δενδρυλλίων. Εργασίες όπως σκάλισμα και ξεχορτάριασμα πραγματοποιούνταν με το χέρι γύρω από τα δενδρύλλια, δυο φορές το χρόνο, τον Μάρτιο και τον Νοέμβριο (Παζάρας,2008).

Επιπροσθέτως, χτίστηκαν σκεπάσματα, από σωρούς δασικής βλάστησης, για να προσελκύσουν και να παρέχουν καταφύγιο στα άγρια ζώα. Διανοίχτηκαν αντιτυρικές ζώνες στα όρια των αποκατεστημένων περιοχών, των ανέπαφων εγγενών δασών, των περιοχών κάτω από μόνιμες νομικές απαγορεύσεις και των ιδιωτικών θέρετρων φυσικής κληρονομιάς.

Τέλος, εφαρμόστηκε ένα πρόγραμμα ελέγχου, με σκοπό των εντοπισμό τυχόν προβλημάτων και για την αξιολόγηση της επιτυχίας των διεργασιών που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή. Οι οικολογικοί παράγοντες που αξιολογήθηκαν, περιελάμβαναν την επιστροφή της άγριας ζωής, την ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών, την τράπεζα σπόρων, την φυσική αναγέννηση και την ανάπτυξη των φυτών. Επιπλέον, εφαρμόστηκε πρόγραμμα παρακολούθησης της πορείας του νερού από το 1983, συλλέγοντας και αναλύοντας μηνιαία στοιχεία όσον αφορά το χρώμα, το pH και τη θολότητα (Παζάρας,2008).

Το συνολικό έργο αποκατάστασης της εταιρείας αποτέλεσε ένα από τα θεμέλια για τη δημιουργία του πρώτου εγχειριδίου αναδάσωσης περιοχών που διαταράχτηκαν από ορυχεία στη Βραζιλία (IBAMA,1990), που εκδόθηκε από την ομοσπονδιακή αρχή περιβαλλοντικού ελέγχου. Αξίζει να επισημανθεί πως η εταιρεία ήταν μία από τις πρώτες εταιρείες εξόρυξης στη Βραζιλία και η πρώτη περιοχή εξόρυξης παγκοσμίως που έλαβε πιστοποίηση ISO 14001 (Παζάρας,2008).

2.5.1.2 Carmel Woods στο Carmarthenshire της Ουαλίας.

Στην περιοχή Carmel Woods υπήρχε λατομείο βωξίτη. Οι διαδικασίες αποκατάστασής του οργανώθηκαν από την εταιρεία Tarmac Western Limited σε συνεργασία με το επαρχιακό συμβούλιο της Ουαλίας. Η τελική χρήση γης επιλέχθηκε, βάση των τοπικών κοινωνικών αναγκών και η αποκατάσταση αποσκοπούσε στην ανάδειξη του φυσικού κάλλους της περιοχής, στη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητά της, στην ενίσχυση του γεωλογικού ενδιαφέροντος της και της αρχαιολογική της αξίας (Παζάρας, 2008).

Η περιοχή, συνολικής έκτασης 63 εκταρίων, αποκαταστάθηκε και αποτελεί πλέον μέρος του εθνικού φυσικού θέρετρου του Carmel, φημισμένο για την ομορφιά, τον γεωλογικό και τον αρχαιολογικό του πλούτο. Μια περιοχή πρόσθετου επιστημονικού ενδιαφέροντος για τη βιολογία και τη γεωλογία του (Παζάρας, 2008). Επιπλέον, η αποκατάσταση του λατομείου συνέβαλε, ώστε η περιοχή Carmel να προτείνεται για τον χαρακτηρισμό της ως Εθνική Προστατευόμενη Περιοχή (Παζάρας, 2008).

2.5.1.3 Venango County, ανατολική ΗΠΑ.

Στην ανατολική ΗΠΑ στην περιοχή Venango County έχει εξεταστεί η περίπτωση αποκατάστασης των εγκαταλειμμένων λατομείων με την χρήση ιλύς που προκύπτει από τον καθαρισμό των δημοτικών λυμάτων. Οι εδαφολογικές συνθήκες που επικρατούν στις λατομικές επιφάνειες είναι δυσμενείς, έως απαγορευτικές κατά περιπτώσεις, για την φυσική εγκατάσταση της βλάστησης, χωρίς την προσθήκη εδαφοβελτιωτικού υλικού. Επιπλέον, μεγάλες εκτάσεις μετά την εξόρυξη εγκαταλείφθηκαν χωρίς να αποκατασταθούν, περιορίζοντας τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης. Ως στόχος της αποκατάστασης αυτών των εκτάσεων τέθηκε η δυνατότητα επανακαλλιέργειά τους και η μετέπειτα χρήση της γης για γεωργικούς σκοπούς (Sopper et al, 1984).

Το ενδιαφέρον για την αποκατάσταση των διαταραγμένων εκτάσεων από τις επιφανειακές εκμεταλλεύσεις, την βελτίωση του εδάφους και την επανακαλλιέργεια της γης, συνδυάστηκε με την ανάγκη επίλυσης του προβλήματος της διάθεσης των συνεχώς αυξανόμενων ποσοτήτων των δημοτικών λυμάτων. Η χρήση της ιλύς για την βελτίωση του εδάφους όμως είχε ένα σοβαρό μειονέκτημα, που αφορούσε την περιεκτικότητα της ιλύς με στοιχεία που περιέχονται στα απόβλητα. Η ανησυχία σχετικά με τις δυνατότητες εισαγωγής των στοιχείων αυτών στην ανθρώπινη τροφική αλυσίδα διευθετήθηκε από την Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος, αναπτύσσοντας κατευθυντήριες γραμμές και θέτοντας κανονισμούς σχετικά με την εφαρμογή της ιλύος στην αποκατάσταση των εδαφών. Οι κατευθυντήριες γραμμές έθεταν όρια για τα ποσοστά εφαρμογής της ιλύος (με βάση τις απαιτήσεις των φυτών σε οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά) και ρύθμιζαν τις μέγιστες ποσότητες σε Pb, Zn, Cu, Ni, Cd, σύμφωνα με τα επιτρεπόμενα όρια για εκτάσεις που προορίζονται για καλλιέργεια (Sopper et al, 1984).

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η ιλύς από δημοτικά απόβλητα, όταν εφαρμόζεται υπό προϋποθέσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για να βελτιώσει τις εδαφικές συνθήκες (εμφανίζοντας σημαντική αύξηση της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών

στοιχείων P, K, Mg) και διευκολύνει την εκ νέου ανάπτυξη της βλάστησης σε εξορυσσόμενες εκτάσεις. Επιπλέον, δύναται να διατηρηθεί η χρήση για τουλάχιστον 5 χρόνια με περιβαλλοντικά ασφαλή τρόπο, χωρίς δυσμενείς επιπτώσεις στη βλάστηση, το έδαφος, ή την ποιότητα των υπογείων υδάτων και με μικρό κίνδυνο για τα ζώα ή την ανθρώπινη υγεία (Sopper et al, 1984).

2.5.1.4 Maryland στο Τέξας.

Μια προσπάθεια αποκατάστασης χώρου εξόρυξης ασβεστόλιθου στο Maryland του Τέξας στηρίχθηκε στα χαρακτηριστικά του τοπίου, αλλά κυρίως στην άριστη ποιότητα των υδάτινων πόρων της περιοχής. Ως σκοπός της αποκατάστασης τέθηκε η προστασία της ποιότητας του νερού του γειτονικού ρέματος, που χαρακτηρίζεται από την άφθονη προσέλευση πέρκας, καστόρων και πέστροφας και παράλληλα η αξιοποίηση άχρηστου τμήματος του λατομείου (Παζάρας,2008).

Εξετάζοντας τα χαρακτηριστικά του ευρύτερου περιβάλλοντος, τμήμα του λατομείου περιλάμβανε δολομιτικό λάκκο από χώμα, ο οποίος εξορύχτηκε στα τέλη του 1970. Επιπλέον στην ευρύτερη περιοχή υπάρχει ρέμα, το Goodwin Run, όπου φιλοξενούνται πέστροφες. Άλλες εγκαταστάσεις που υπάρχουν στην περιοχή είναι μια ασφαλική εγκατάσταση και μια τιμεντένια, για να τροφοδοτείται από μια δεξαμενή με πόσιμο νερό η πόλη της Βαλτιμόρης στο Μέρυλαντ (Παζάρας,2008).

Η βασική ιδέα για την αποκατάσταση περιλάμβανε την δημιουργία ενός πάρκου ασβεστόλιθου, που θα λειτουργούσε ως καταφύγιο με λίμνες, δρυμούς και ζώα. Το ρέμα Goodwin Run τροφοδοτεί τις λίμνες του πάρκου και το νερό του χρησιμοποιείται παράλληλα στις εγκαταστάσεις του υπόλοιπου χώρου του λατομείου. Η ποιότητα του νερού ελέγχεται συχνά (Ph, θερμοκρασία εκβαλλόμενου νερού) ώστε να προφυλάσσεται από τυχόν μόλυνση (Παζάρας,2008).

Σήμερα το πάρκο ασβεστόλιθου φιλοξενεί άφθονη και ποικίλη άγρια ζωή, όπως ελάφια, κάστορες, πολυάριθμα πουλιά, συμπεριλαμβανομένης και της πέστροφας, που ευδοκίμωσε στο παρακείμενο ρέμα Goodwin Run (Παζάρας,2008).

2.5.1.5 Bijolia στην India.

Η έννοια των Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης είναι πολύ καινούργια για την Ινδία και γίνονται προσπάθειες να ενταχθεί στην πολιτική της χώρας για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εξόρυξη ορυκτών. Στην περιοχή Bijolia υπάρχουν αρκετά λατομεία ψαμμίτη και ασβεστόλιθου. Σκοπός του σχεδιασμού αποκατάστασης υπήρξε ο έλεγχος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και κυρίως ο περιορισμός της σκόνης και των πλημμυρικών φαινομένων. Ως εκ τούτου, έχει προταθεί η εφαρμογή υγρής διάτρησης και η διαβροχή των δρόμων των λατομείων και της ευρύτερης περιοχής για την καταστολή της σκόνης και των αιωρούμενων σωματιδίων. Επιπλέον προτείνεται ο έλεγχος των πλημμυρικών φαινομένων στους χώρους των λατομείων με την δημιουργία περιφερειακού αυλακιού (Sinha et al, 2000).

Κατά τις διαδικασίες αποκατάστασης προβλέπεται η τεχνητή εγκατάσταση ενδημικών φυτικών ειδών, χρησιμοποιώντας σπόρους της ευρύτερης περιοχής με σκοπό την μέγιστη δυνατή φυτοκάλυψη και την προσέλκυση πανίδας. Επιπλέον δημιουργούνται ζώνες πρασίνου στα όρια των λατομείων και κατά μήκος των δρόμων, οι οποίες πέραν της αισθητικής βελτίωσης, συμβάλλουν και στην μείωση των εντάσεων του θορύβου (Sinha et al, 2000).

2.5.1.6 Μηλάκι στην Εύβοια.

Στο Μηλάκι, κοντά στο Αλιβέρι στη νότια Εύβοια, υπήρχε παλαιό λατομείο ασβεστόλιθου. Ακολουθήθηκε ένα πρόγραμμα διαχείρισης και αποκατάστασης με σκοπό την προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας. Διαστρώθηκαν 70.000 m³ χώματος και δημιουργήθηκε ένα στρώμα πάχους 0,80-1,5 m για την κάλυψη της λατομικής περιοχής. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε φύτευση δενδρυλλίων (πεύκα, ακακίες, αγριελιές, κυπαρίσσια, κ.ά.), η επιλογή των οποίων έγινε βάση του ύψους των βαθμίδων του λατομείου που ήταν 10m. Ωστόσο, σε κάποια τμήματα βελτιώθηκε το σχέδιο αποκατάστασης, ως προς την διαμόρφωση του ύψους και της κλίσης των βαθμίδων, ώστε να εναρμονίζονται ομαλά με την ευρύτερη περιοχή και να μην θυμίζουν παλαιό λατομείο (Ομίλος Lafarge, 2013).

2.6 Συμπεράσματα

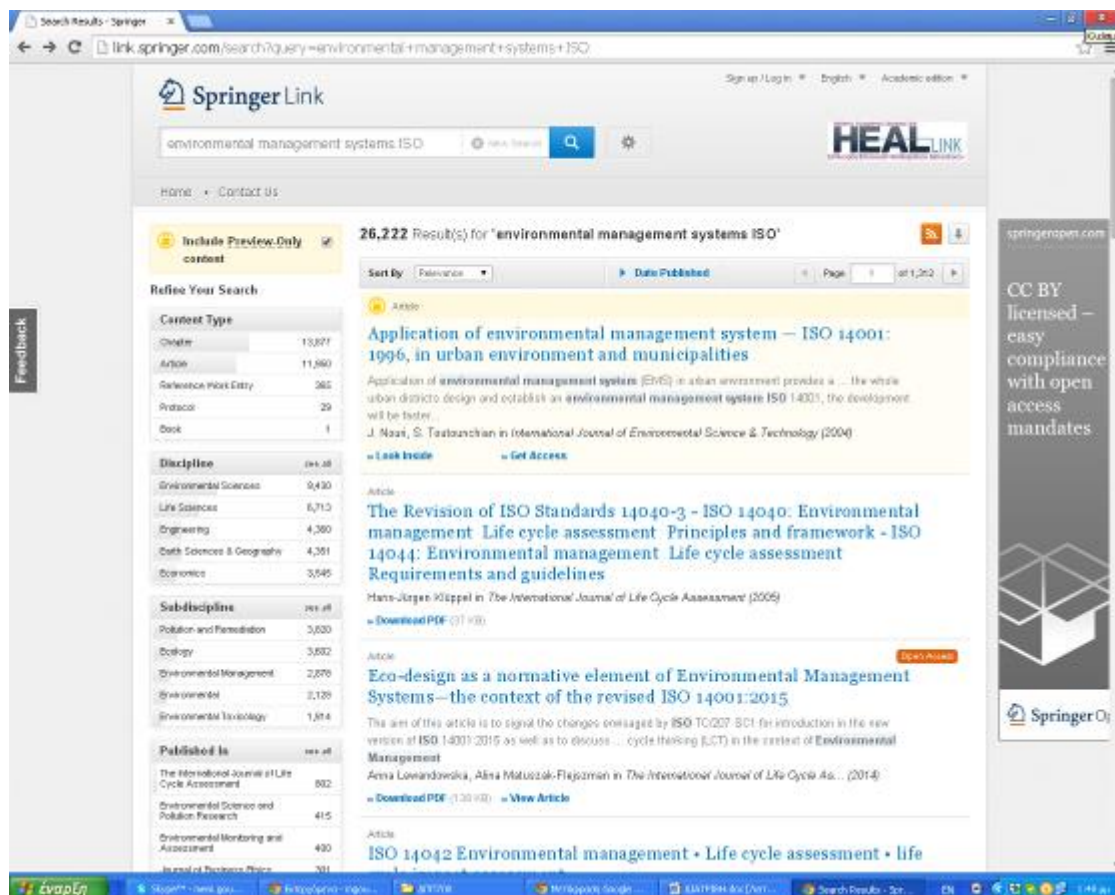
Ο εξορυκτικός τομέας κατέχει αναμφισβήτητα σημαντική θέση για την οικονομική ανάπτυξη και την ευημερία μιας χώρας, καθώς τροφοδοτεί με τις απαραίτητες πρώτες ύλες αρκετές οικονομικές δραστηριότητες. Παράλληλα, τα περιβαλλοντικά ζητήματα, που απασχολούν την παγκόσμια κοινότητα επέβαλλαν τον ορθολογικό σχεδιασμό και τον έλεγχο των εξορυκτικών διεργασιών (Μενεγάκη, 2010). Η Ευρωπαϊκή και εθνική πολιτική προωθούν τις αρχές της αειφορίας, ως βασικές κατευθυντήριες γραμμές για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας του εξορυκτικού τομέα (ΥΠΕΚΑ, 2013). Στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος είναι θέματα αποκατάστασης, που αφορούν το σχεδιασμό και την χρήση γης με το πέρας των εργασιών. Αυξανόμενο ενδιαφέρον όμως παρουσιάζουν και ο έλεγχος της ρύπανσης σε όλους τους τομείς (αέρα, νερό, έδαφος) που προκαλείται από την λειτουργία ενός λατομείου. Από τα παραδείγματα που παρατέθηκαν γίνεται αντιληπτό πως κατά τον σχεδιασμό της αποκατάστασης για την διασφάλιση της επιτυχίας της, βασικό ρόλο κατέχει ο προσδιορισμός του σκοπού που καλείτε να εκπληρώσει η αποκατάσταση. Για τον καθορισμό του σκοπού, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής, που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν κατά την διαδικασία της αποκατάστασης, καθώς και οι τοπικές κοινωνικές ανάγκες που θα μπορούσαν να ικανοποιηθούν (Μπρόφας, 2013).

Κεφάλαιο Τρίτο Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία προσέγγισης του θέματος περιλαμβάνει την εκτίμηση του περιβαλλοντικού και του υδατικού αποτυπώματος, βάση των προτύπων ISO 14064 και ISO 14046, με την μέθοδο της AKZ και την χρήση δεικτών, την αξιολόγηση των μεθόδων αποκατάστασης, χρησιμοποιώντας την πολυκριτηριακή μέθοδο, τη διανομή ερωτηματολογίου για την συλλογή δεδομένων, τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Για την εφαρμογή των ανωτέρω ως περίπτωση μελέτης επιλέγονται λατομεία στην νήσο Μήλο.

3.1 Μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Η βιβλιογραφική αναζήτηση πηγών για την σύνταξη της μεταπτυχιακής διατριβής πραγματοποιήθηκε από τη βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου μέσω του ιστότοπου www.auth.athensams.net/my/, χρησιμοποιώντας τους προσωπικούς κωδικούς που παρέχει το Πανεπιστήμιο. Επιλέγοντας εκδοτικούς οίκους και θέτοντας λέξεις κλειδιά, όπως συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, περιβαλλοντικό αποτύπωμα, υδατικό αποτύπωμα, αποκατάσταση λατομείων κ.α. επιλέχθηκαν οι βιβλιογραφικές πηγές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν και παρουσιάζονται ως παραπομπές στο κείμενο. Στην συνέχεια στις εικόνες 3.1 και 3.2 παρουσιάζεται ενδεικτικά η μέθοδος αναζήτησης της σχετικής βιβλιογραφίας.



Εικόνα 3.1: Αναζήτηση σχετικής βιβλιογραφίας.

The screenshot shows a search results page on Springer Link for the query "environmental footprint of mining". The page displays 3,741 results. On the left, there is a "Refine Your Search" sidebar with filters for Content Type, Discipline, Subdiscipline, and Published In. The main content area lists several articles, including "Carbon footprint of different industrial spaces based on energy consumption in China", "From chemical risk assessment to environmental resources management: the challenge for mining", "Ecological Footprint: The Example of Gauteng Region", and "Mining, Corporate Social Responsibility and the 'Community': The Case of Rio Tinto, Richards Bay Minerals and the Mbonambi".

environmental footprint of mining

3,741 Result(s) for 'environmental footprint of mining'

Sort by: Relevance | Date Published | Page 2 of 180

Content Type

Chapter	2,308
Article	1,308
Reference Work Entry	143
Protocol	8

Discipline

Environmental Sciences	1,478
Earth Sciences & Geography	1,124
Life Sciences	308
Engineering	802
Sciences	820

Subdiscipline

Ecology	518
Environmental Management	415
Sustainable Development	359
Pollution and Remediation	348
Geography	327

Published In

The International Journal of Life Cycle Assessment	58
Journal of Business Ethics	44
Encyclopedia of Sustainability Science and Technology	38
JOM	30

Article

Carbon footprint of different industrial spaces based on energy consumption in China

Using energy consumption and land-use data of each region of China in 2007, this paper established carbon emission and carbon footprint model based on energy consumption, and estimated the carbon emission amount.

Rongxin Zhao, Xiang Huang, Taiyang Zhong, Jiawei Peng in *Journal of Geographical Sciences* (2017)

Download PDF (324 KB)

Article

From chemical risk assessment to environmental resources management: the challenge for mining

On top of significant improvements and progress made through science and engineering in the last century to increase efficiency and reduce impacts of mining to the environment, risk assessment has an important role to play.

Nikolaos Vekrellis, John W. F. Boltax... in *Environmental Science and Pollution Research*... (2018)

Download PDF (313 KB) | View Article

Chapter

Ecological Footprint: The Example of Gauteng Region

Since Wackernagel and Rees introduced the idea of the ecological footprint in 1992 [20, 21, 27], it has been established as a concept of measuring the sustainability of nations, regions, cities, individuals, etc.

Erwan Dorik-Costantini... in *Glances at Renewable and Sustainable Energy* (2019)

Download PDF (1727 KB) | View Chapter

Article

Mining, Corporate Social Responsibility and the "Community": The Case of Rio Tinto, Richards Bay Minerals and the Mbonambi

Mining companies have long had a questionable reputation for social responsibility, especially in developing countries.

The screenshot shows a search results page on Springer Link for the query "rehabilitation of mining landscape". The page displays 2,951 results. On the left, there is a "Refine Your Search" sidebar with filters for Content Type, Discipline, Subdiscipline, and Published In. The main content area lists several articles, including "The use of landscape evolution models in mining rehabilitation design", "Visual Perception of Habitats Adopted for Post-Mining Landscape Rehabilitation", "An Evaluation Model for the Actions in Supporting of the Environmental and Landscaping Rehabilitation of the Pasquasia's Site Mining (EN)", and "Rehabilitation of Soils in Mining and Raw Material Extraction Areas".

rehabilitation of mining landscape

2,951 Result(s) for 'rehabilitation of mining landscape'

Sort by: Relevance | Date Published | Page 1 of 160

Content Type

Chapter	1,580
Article	1,264
Reference Work Entry	33
Book	3
Protocol	3

Discipline

Environmental Sciences	1,421
Life Sciences	1,381
Earth Sciences & Geography	1,082
Social Sciences	439
Bioclimatology	284

Subdiscipline

Ecology	980
Environmental Management	628
Geography	434
Nature Conservation - Biodiversity	380
Pollution and Remediation	352

Published In

Environ Soil Science	76
Environmental Management	71
Environmental Monitoring and Assessment	63
Hydrobiologia	40

Article

The use of landscape evolution models in mining rehabilitation design

Landscape evolution models can be useful tools for the evaluation of rehabilitation designs for post-mining landscapes. When calibrated for the erodible material, landscape evolution models can predict sediment...

G. R. Hancock in *Environmental Geology* (2008)

Download PDF (2249 KB) | View Article

Article

Visual Perception of Habitats Adopted for Post-Mining Landscape Rehabilitation

The study presented here focuses on visual preferences expressed by respondents for five relatively natural habitat types used in land reclamation projects in the North-West Bohemian brown-coal basins (Czech R...)

Petr Škrlík, Kristína Molnárová in *Environmental Management* (2010)

Download PDF (520 KB) | View Article

Chapter

An Evaluation Model for the Actions in Supporting of the Environmental and Landscaping Rehabilitation of the Pasquasia's Site Mining (EN)

The mining activities in Sicily, over the years, have had a gradual decline until their total abandonment, determining a degradation process for the territory and the landscape. This abandonment process, ha...

Fabio Naselli, Maria Rosa Tronzo... in *Computational Science and Its Applications*... (2014)

Download PDF (239 KB)

Chapter

Rehabilitation of Soils in Mining and Raw Material Extraction Areas

Coal, salt and ore mining areas and areas where other raw materials are extracted, such as quarries, pits and

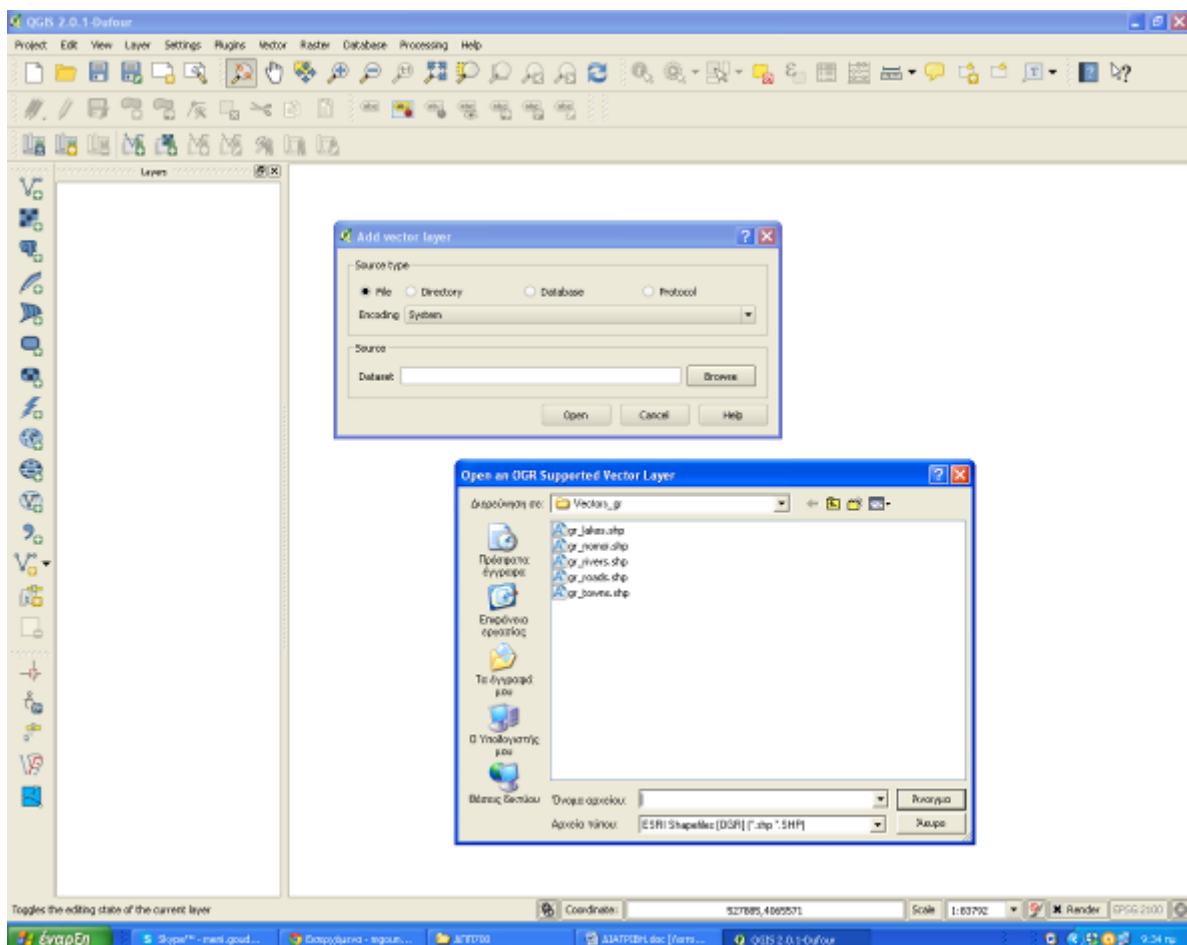
Εικόνα 3.2: Αναζήτηση σχετικής βιβλιογραφίας.

3.2 Παρουσίαση περιοχής μελέτης

3.2.1 Αποτύπωση της περιοχής μελέτης με το λογισμικό QGIS.

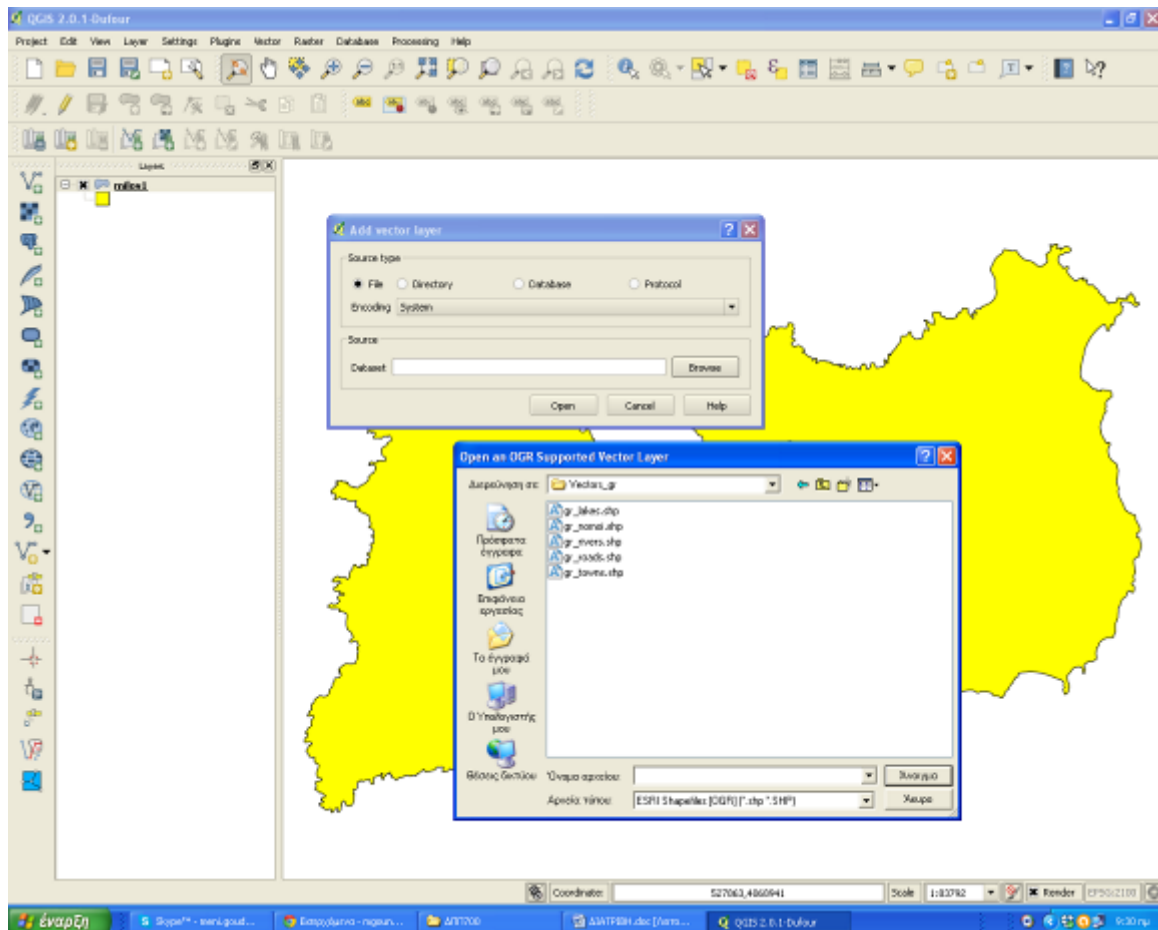
Για την αποτύπωση της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό QGIS 2.0.1-Dufour, με το οποίο είναι δυνατή η απεικόνιση, διαχείριση, επεξεργασία, ανάλυση και σύνθεση χαρτών. Βασικό χαρακτηριστικό του λογισμικού αποτελεί η εύκολη προεπισκόπηση πολλών διανυσματικών και εικονιστικών προτύπων ψηφιακών αρχείων.

Αρχικά, επιλέγοντας την εντολή Add Vector Layer, προέκυψαν τα διανυσματικά δεδομένα όπως τα όρια της περιοχής και οι οικισμοί που περιλαμβάνονται σε αυτή. Στην συνέχεια επιλέγοντας την εντολή Select single feature αποκόπηκε η περιοχή μελέτης από τους υπόλοιπους νομούς της Ελλάδας, ώστε να εφαρμοστούν και αποτυπωθούν τα απαραίτητα δεδομένα μόνο στην περιοχή ενδιαφέροντος. Για την αποτύπωση των πλεγματικών δεδομένων, όπως η δορυφορική εικόνα και οι καλύψεις γης, χρησιμοποιήθηκε η εντολή Add Raster Layer. Παρακάτω παρουσιάζεται ενδεικτικά η χρήση του λογισμικού, καθώς και τα διανυσματικά και πλεγματικά δεδομένα της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 3.3: Εισαγωγή της περιοχής μελέτης από την επιλογή gr.nomoi.shp.

Από την εικόνα 3.3 φαίνεται πως για την εισαγωγή της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκε η εντολή Add Vector Layer και από το Browse επιλέχθηκαν τα δεδομένα της Ελλάδας. Εν συνεχεία με την επιλογή gr.nomoi.shp εμφανίστηκε ο χάρτης της Ελλάδας, επιλέχθηκε η ν. Μήλος και με την εντολή Select single feature αποκόπηκε η περιοχή από τους υπόλοιπους νομούς.

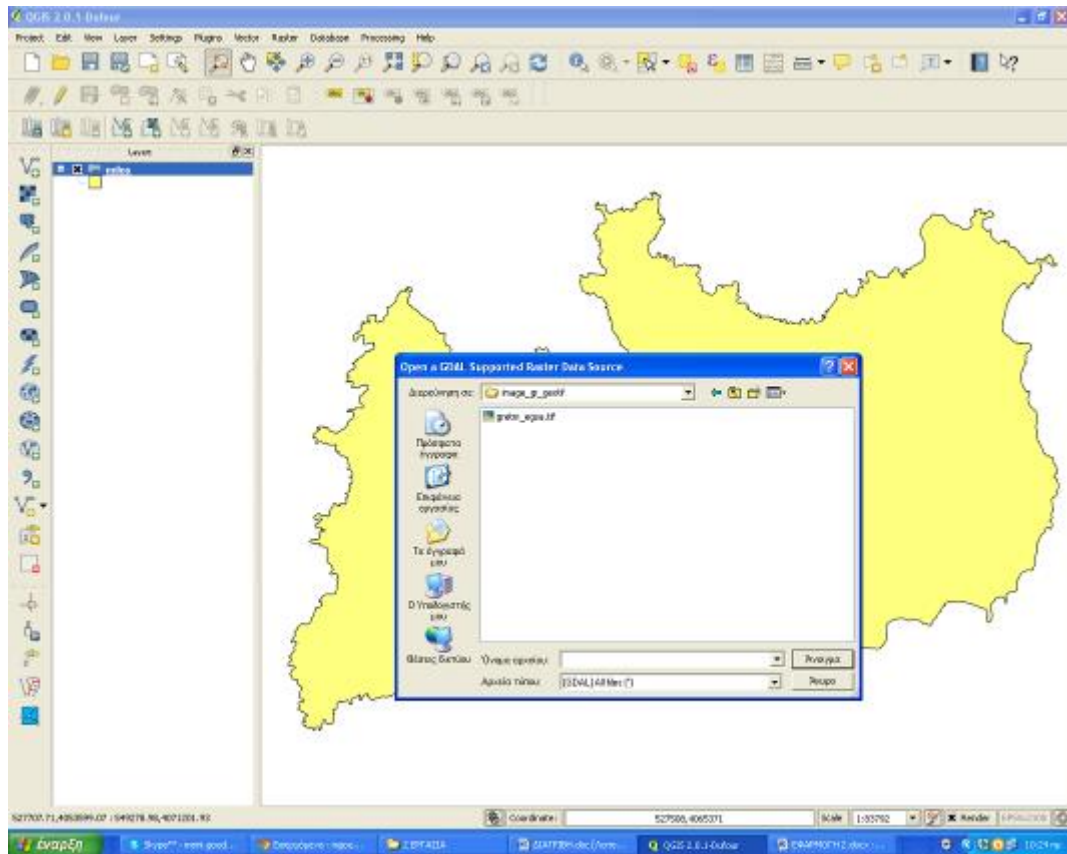


Εικόνα 3.4: Εισαγωγή των διανυσματικών δεδομένων.

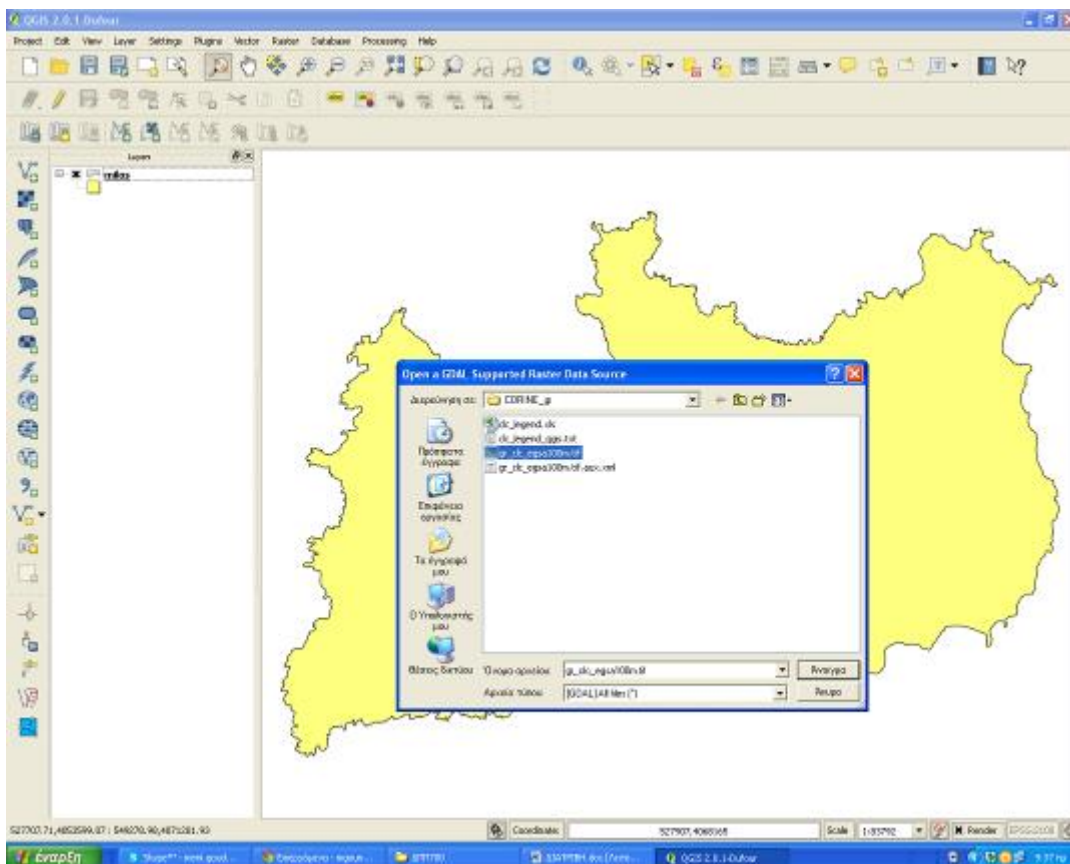
Στην εικόνα 3.4 παρουσιάζεται η εισαγωγή των διανυσματικών δεδομένων, χρησιμοποιώντας την εντολή Add Vector Layer και εν συνεχεία τις επιλογές gr_towns.shp, gr_roads.shp, και gr_rivers.shp για την εμφάνιση των οικισμών, του οδικού και του υδρογραφικού δικτύου αντίστοιχα.

Για την εισαγωγή των πλεγματικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η εντολή Add Raster Layer και εν συνεχεία οι επιλογές image_gr_geotif και gretm_egsa.tif εμφάνισαν την δορυφορική εικόνα και οι επιλογές CORINE_gr και gr_clc_egsa100m.tif εμφάνισαν τον χάρτη καλύψεων γης της ν. Μήλου, βάση του συστήματος γεωταξινόμησης του Corine. Στις εικόνες 3.5 και 3.6 παρουσιάζεται η χρήση του λογισμικού για την εισαγωγή των πλεγματικών δεδομένων.

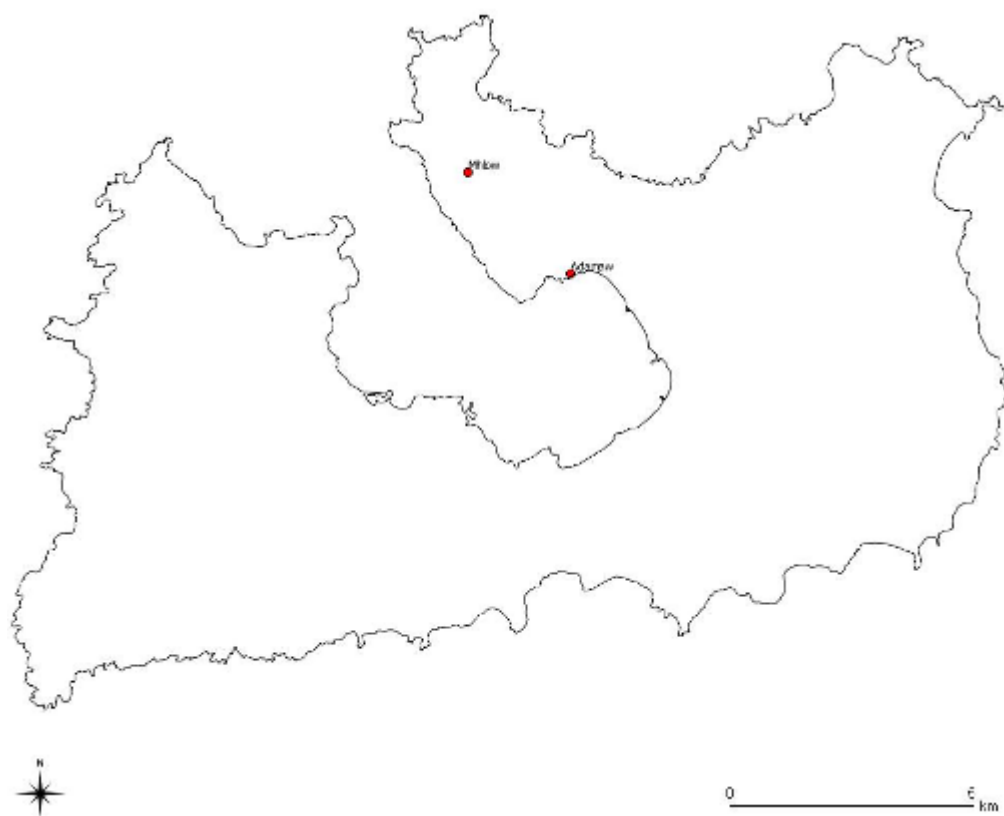
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα σχήματα 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 και 3.5.



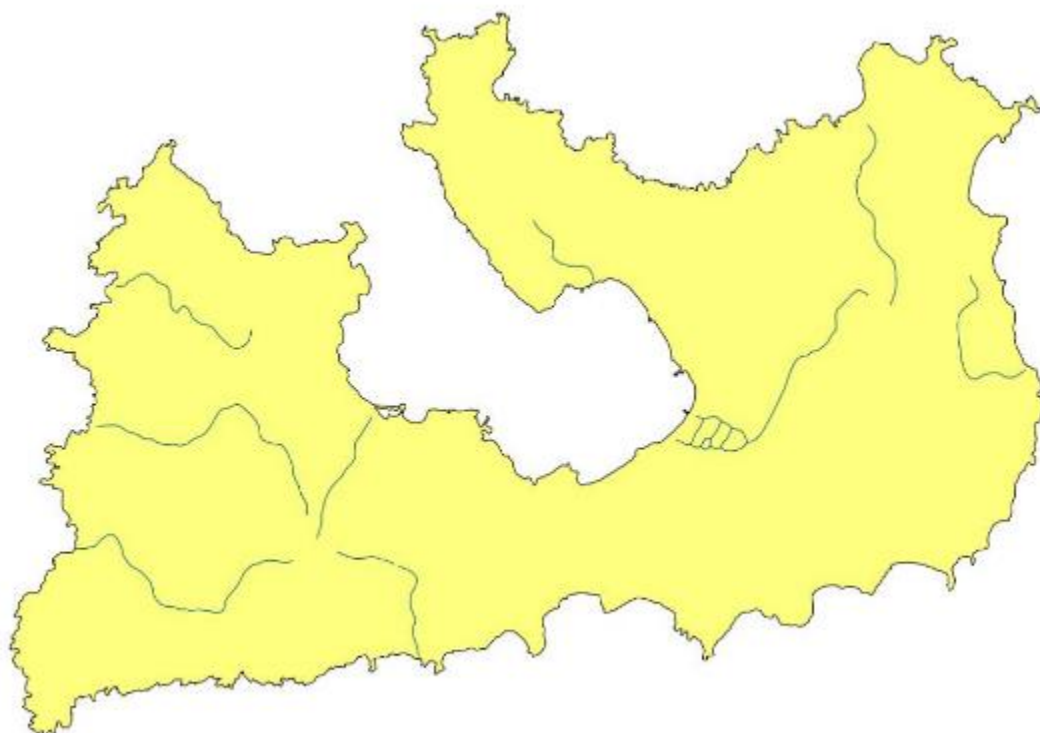
Εικόνα 3.5: Εισαγωγή πλεγματικών δεδομένων - δορυφορική εικόνα της Μήλου.



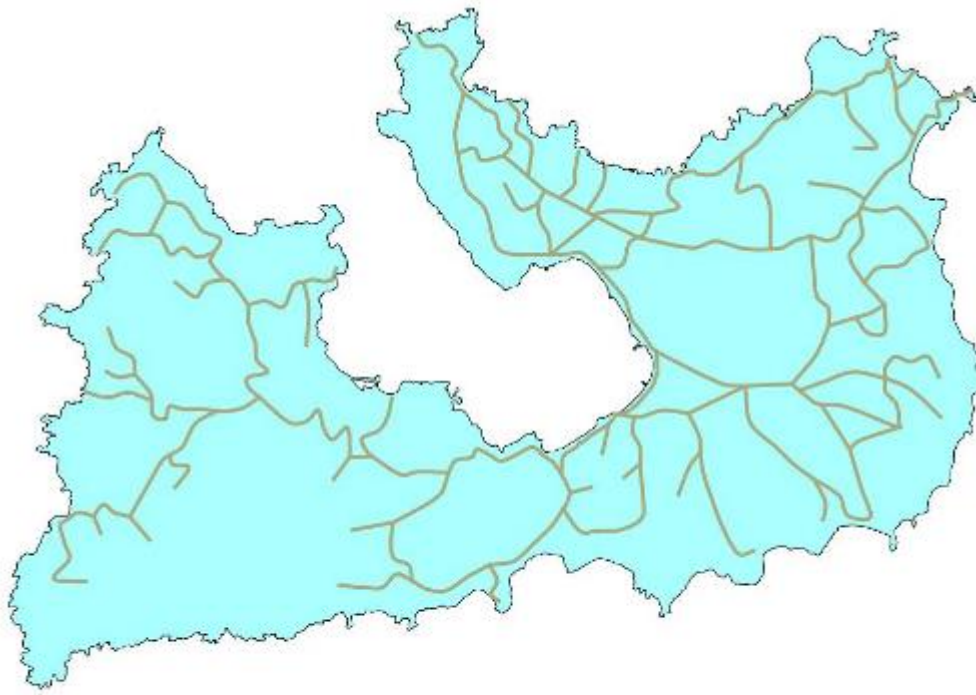
Εικόνα 3.6: Εισαγωγή πλεγματικών δεδομένων-καλύψεις γης της Μήλου.



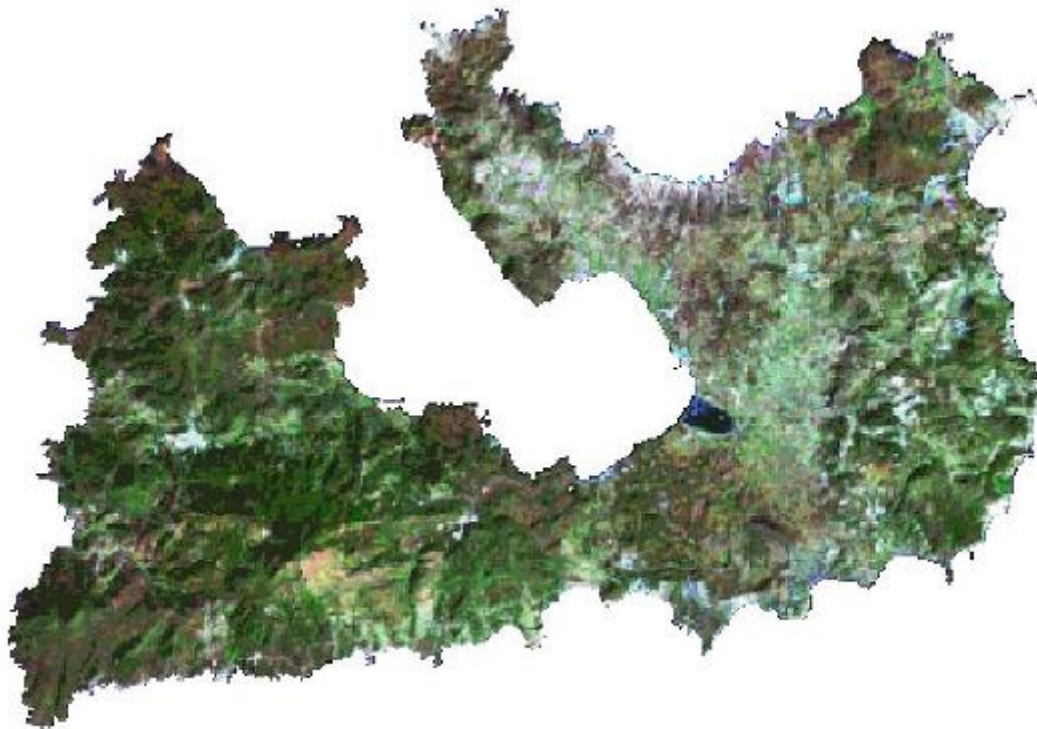
Σχήμα 3.1: Τα όρια και οικισμοί της Μήλου.



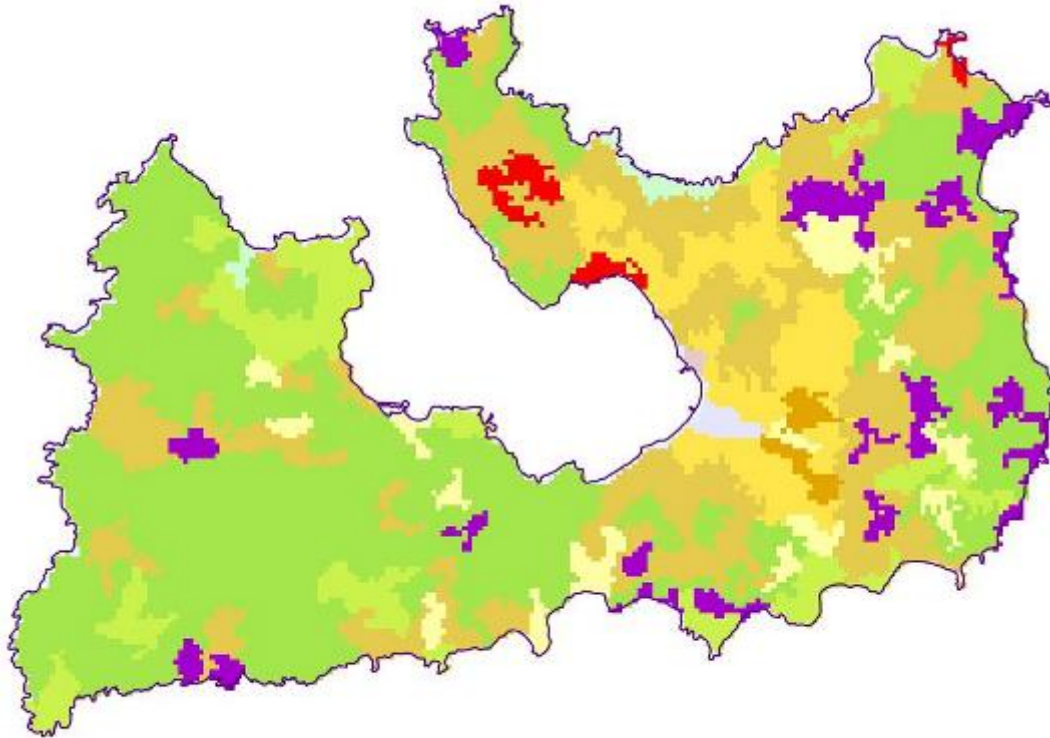
Σχήμα 3.2: Υδρογραφικό δίκτυο της Μήλου.



Σχήμα 3.3: Οδικό δίκτυο της Μήλου.



Σχήμα 3.4: Δορυφορική εικόνα της Μήλου.



Σχήμα 3.5: Χάρτης καλύψεων γης με βάση το σύστημα γεωταξινόμησης του Corine.

Από το σχήμα 3.5 διακρίνονται οι καλύψεις γης. Βάση του συστήματος γεωταξινόμησης του Corine, με κόκκινο χρώμα αποτυπώνονται οι οικισμοί, με μωβ οι τεχνητές επιφάνειες - λατομεία (ενεργά και ανενεργά) της Μήλου, με πράσινο οι δασικές εκτάσεις και με κιτρινωπές αποχρώσεις οι αγροτικές επιφάνειες. Στο παράρτημα παρουσιάζεται το σύστημα γεωταξινόμησης του Corine.

3.2.2 Περιγραφή της περιοχής μελέτης.

Η νήσος Μήλος βρίσκεται στην Ελλάδα, στο νότιο Αιγαίο και ανήκει στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων. Έχει έκταση 151km² και μήκος ακτών 126 km (Λεγάκις, 2004). Οι κύριοι οικισμοί του νησιού, που αποτελούν και τον Δήμο Μήλου, είναι συγκεντρωμένοι στο Β - ΒΑ μέρος του νησιού και ο Αδάμαντα αποτελεί το κύριο λιμάνι (Γκάγκα, 2006). Σύμφωνα με την απογραφή του 2014 ο πληθυσμός του νησιού είναι 4.977 κάτοικοι (ΕΛΣΤΑΤ, 2014).

Μορφολογία

Μορφολογικά η Μήλος χαρακτηρίζεται λοφώδης. Το 86% της έκτασης της Μήλου είναι υψομετρικά χαμηλότερο από 200m και μόλις το 2,2% της συνολικής έκτασης έχει υψόμετρο μεγαλύτερο από 400m (Γκάγκα, 2006). Η μορφολογία του νησιού δεν είναι παντού η ίδια και εξαρτάται από τη γεωλογία της. Το νοτιοδυτικό και δυτικό μέρος της παρουσιάζεται πιο

λοφώδες, σε σχέση με το ανατολικό, που χαρακτηρίζεται από χαμηλό ανάγλυφο (Λεγάκις, 2004).

Γεωλογία

Η Μήλος είναι ηφαιστειογενούς προελεύσεως και εντοπίζεται στο κεντρικό τμήμα του Ελληνικού ηφαιστειακού τόξου. Εξαιτίας της εκτεταμένης ηφαιστειακής δραστηριότητας και φαινομένων, όπως έντονη τεκτονική γεωθερμική δραστηριότητα και εξαλλοιώσεις, έχουν δημιουργηθεί προϊόντα οικονομικού ενδιαφέροντος (μπεντονίτης, καολίνης, βαρύτης κ.α.), καθώς και σημαντικά γεωθερμικά πεδία, κυρίως στη περιοχή της Ανατολικής Μήλου (S&B, 2014).

Φυσικό περιβάλλον

Παρά το γεγονός ότι στη Μήλο κυριαρχεί η φρυγανώδης βλάστηση, με τη δενδρώδη βλάστηση να εντοπίζεται μόνο σε κατάλληλους βιοτόπους, κοντά σε μικρά ρέματα και στις πλαγιές των πιο ψηλών βουνών, εντούτοις η περιοχή παρουσιάζει ένα έντονο φυσικό περιβάλλον με ιδιαίτερη χλωρίδα αλλά και πανίδα. Από μελέτες είναι γνωστό ότι στο νησί φύονται 444 είδη και υποείδη φυτών, εκ των οποίων 59 παρουσιάζουν ενδιαφέρον ως ενδημικά ή απειλούμενα με εξαφάνιση (S&B, 2014).

Η σχετικά πρόσφατη ηφαιστειακή προέλευση της Μήλου και η απόστασή της από την ηπειρωτική χώρα, δεν επιτρέπουν τη μετανάστευση εξωγενούς χερσαίας πανίδας, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας ιδιαίτερης και ενδιαφέρουσας άγριας ζωής (S&B, 2014). Στο νησί δεν υπάρχουν μεγάλα χερσαία θηλαστικά πέρα από σκαντζόχοιρους, λαγούς και κουνέλια. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν η φώκια *Monachus monachus* και η εξέλιξη δύο διάσημων ενδημικών ειδών ερπετών, η Σάυρα της Μήλου (*Podarcismilensis*) και η Οχιάς της Μήλου (*Macroniperaschweizeri*) (Λεγάκις, 2004). Η οχιά της Μήλου συναντάται μόνο στη Μήλο (όπου βρίσκονται και οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί), τη Σίφνο, την Κίμωλο, καθώς και την Πολύαιγο (Λεγάκις, 2004). Μέχρι πρόσφατα περιλαμβανόταν στο είδος *Vipera lebetina*, το οποίο έχει ευρεία εξάπλωση στη Βόρεια Αφρική και στην Εγγύς και Μέση Ανατολή, από την Τουρκία και την Κύπρο μέχρι το Κασμίρ. Η γεωγραφική απομόνωση όμως των ελληνικών πληθυσμών πιστεύεται ότι φτάνει τα 5 εκατ. χρόνια, οπότε οι διαφορές που αναπτύχθηκαν μεταξύ αυτών των πληθυσμών οδήγησαν τους επιστήμονες στο να την κατατάξουν σε ξεχωριστό είδος (S&B, 2014).

Η ορνιθοπανίδα της Μήλου και των νησιών που την περιβάλλουν είναι πολύ πλούσια και περιλαμβάνει σπάνια αναπαραγόμενα είδη. Συνολικά, στο νησιωτικό σύμπλεγμα έχουν παρατηρηθεί περισσότερα από 180 είδη, η πλειονότητα των οποίων παρουσιάζεται κατά τις μεταναστευτικές περιόδους, καθώς το νησί βρίσκεται πάνω στη μεταναστευτική οδό του Αιγαίου (Λεγάκις, 2004).

Υδρολογία

Το υδρογραφικό δίκτυο της Μήλου αποτελείται κυρίως από ξεροπόταμους, εμφανίζει ακτινοειδής μορφή και για την ανάπτυξή του οφείλονται σε μεγάλο βαθμό η μορφολογία, το κλίμα, η τεκτονική δομή και η ορυκτολογική σύσταση των πετρωμάτων (Γκάγκα, 2006). Βάση

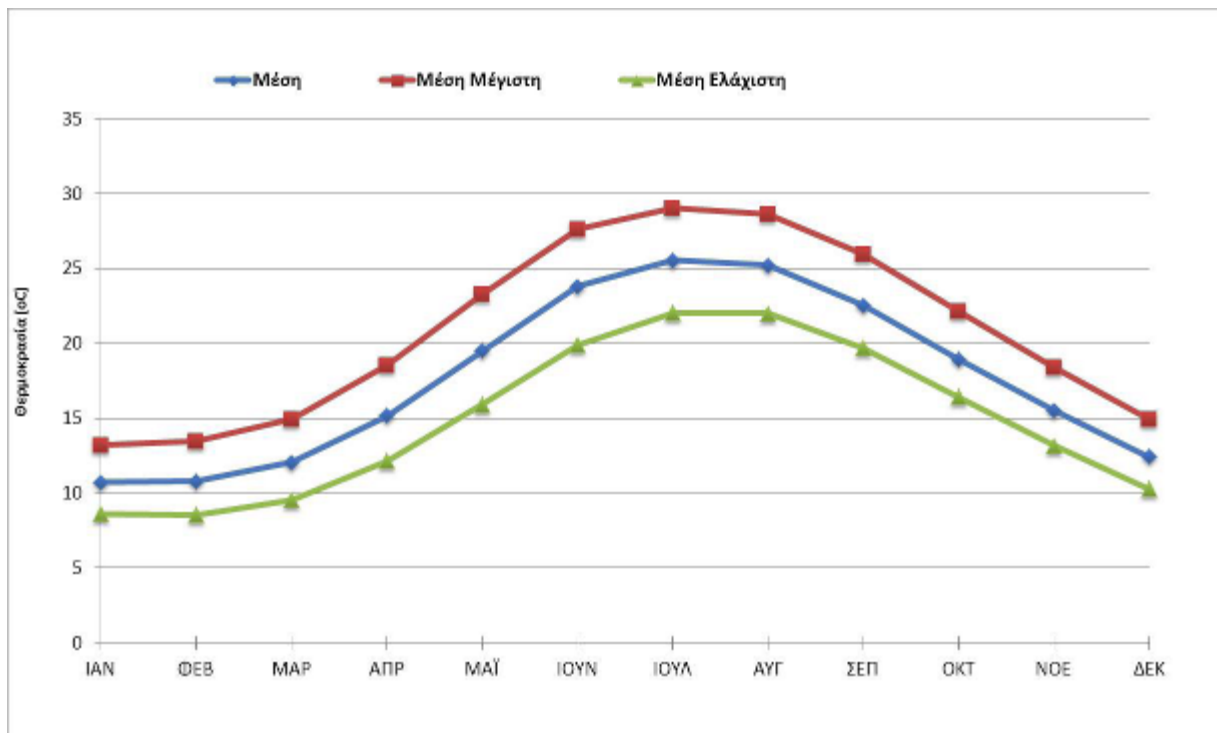
του σχήματος 3.2, όπου παρουσιάζεται το υδρογραφικό δίκτυο μέσω του λογισμικού QGIS, παρατηρείται πως εντοπίζεται κυρίως στα δυτικά του νησιού, αφήνοντας πολλές περιοχές κενές από ρέματα.

Κλιματολογικά Στοιχεία

Το κλίμα του νησιού είναι μεσογειακού τύπου, παρουσιάζοντας χαμηλές βροχοπτώσεις κατά την ψυχρή περίοδο και ανομβρία κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Κατά την διάρκεια του χρόνου κυρίως επικρατεί ηλιοφάνεια. Επιπλέον, χαρακτηριστικό της θερινής περιόδου αποτελούν τα Κυκλαδίτικα μελέμια (βόρειοι περιοδικοί άνεμοι), οι οποίοι από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα μέσα Αυγούστου πνέουν σχεδόν καθημερινά (Γκάγκα, 2006).

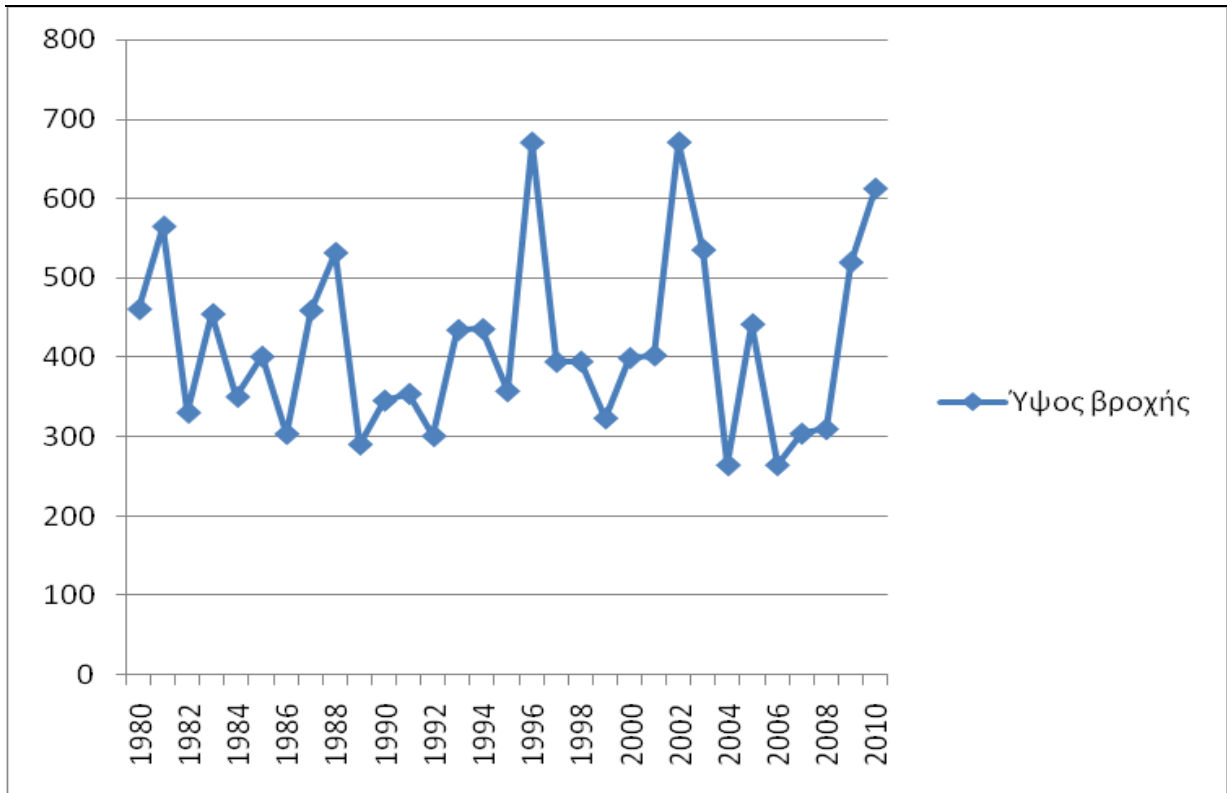
Γενικότερα, το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από σπάνιες βροχοπτώσεις, ήπιους χειμώνες και υψηλή ηλιοφάνεια. Η ξηρή-θερμή περίοδος διαρκεί από το τέλος Μαΐου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου. Οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι οι βόρειοι, οι νοτιοδυτικοί και δυτικοί με συχνότητα 38,03%, 11,06% και 10,91% αντίστοιχα. Η νηνεμία εμφανίζεται ετησίως με ποσοστό 8,5%. Ο θερμότερος μήνας στην περιοχή είναι ο Ιούλιος (25,2οC), ενώ ο ψυχρότερος είναι ο Ιανουάριος (10,7οC). Το μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι 17,5οC και το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στο νησί δεν ξεπερνά τα 500 χιλ. (S&B, 2014).

Στα παρακάτω διαγράμματα 3.1, 3.2, 3.3 παρουσιάζονται η μηνιαία μεταβολή της θερμοκρασίας, το ετήσιο ύψος βροχής που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης, καθώς και το ομβροθερμικό διάγραμμα.

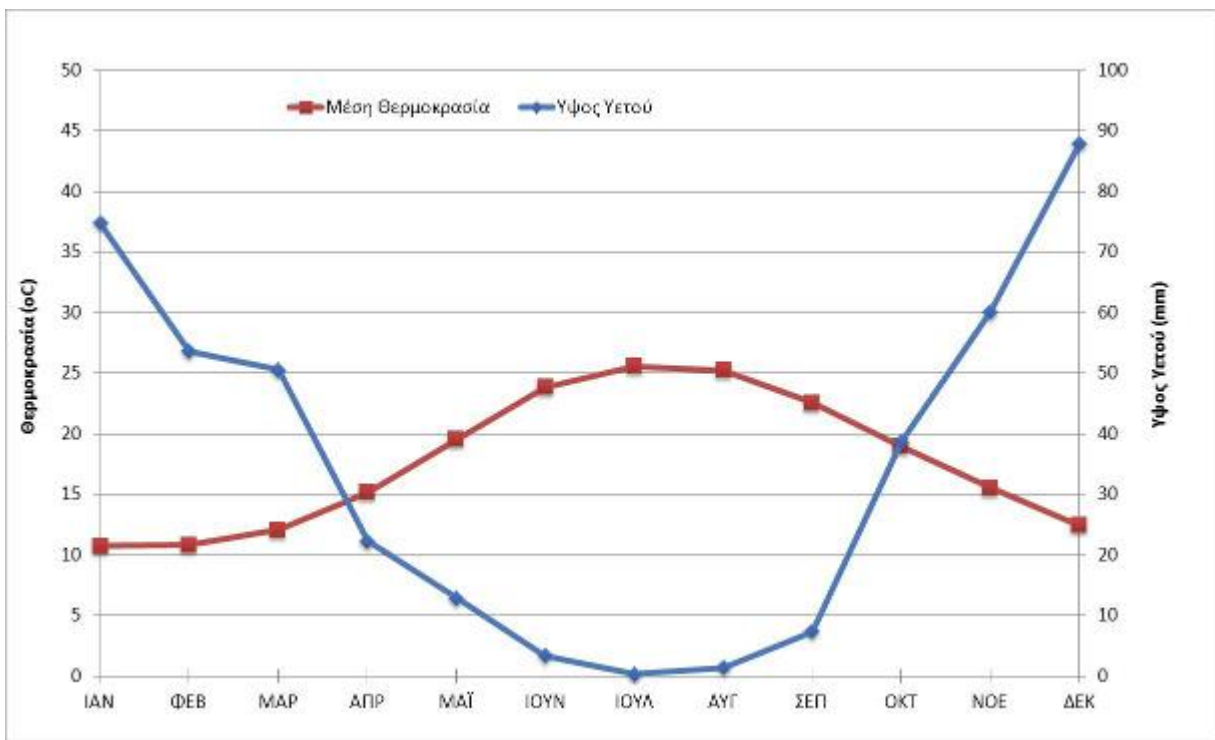


Διάγραμμα 3.1: Μηνιαία μεταβολή της θερμοκρασίας.

Πηγή: penteli.meteo.gr/stations/milos/.



Διάγραμμα 3.2: Ετήσιο ύψος βροχής σε χιλιοστά.
 Πηγή: penteli.meteo.gr/stations/milos/.



Διάγραμμα 3.3: Ομβροθερμικό διάγραμμα της ν. Μήλου.
 Πηγή: penteli.meteo.gr/stations/milos/.

Ανθρωπογενές περιβάλλον

Η Μήλος βρίσκεται στην νοτιοδυτική άκρη των Κυκλάδων και είναι το 5ο σε μέγεθος νησί των Κυκλάδων. Έχει σχήμα πετάλου, σχηματίζοντας έναν μεγάλο κόλπο. Το δυτικό τμήμα του νησιού χαρακτηρίζεται πιο άγριο και δεν υπάρχουν χωριά, παρά μόνο ελάχιστοι οικισμοί και κάποια λατομεία (Λεγάκις, 2004).

Η οικονομία της Μήλου βασίζεται κυρίως στην εξορυκτική δραστηριότητα και στις βιοτεχνίες και υπηρεσίες, που εξαρτώνται από τον τουρισμό. Το νησί χαρακτηρίζεται ξερό και άγονο από άποψη γεωργικής εκμεταλλεύσεως, διαθέτει όμως αξιόλογο ορυκτό πλούτο και στα τέλη του 19ου αιώνα ξεκίνησε η συστηματική εξόρυξη ορυκτών στο νησί. Στη Μήλο υπάρχουν μεγάλα κοιτάσματα μπεντονίτη, καολίνη, περλίτη, ποζολάνης, ενώ μικρότερα του θείου, της βαρυτίνης και του γύψου. Όλα προέρχονται από την ηφαιστειακή δράση παλαιότερων εποχών στο νησί (Λεγάκις, 2004).

Η ανάπτυξη των λατομείων στην περιοχή έχει προσφέρει αρκετές θέσεις εργασίας στους κατοίκους της και έχει αυξήσει το εισόδημά τους. Επιπροσθέτως διασφαλίζει την παραμονή του πληθυσμού, λόγω της πλήρους λειτουργίας των εξορυκτικών δραστηριοτήτων καθ' όλη την διάρκεια του έτους, σε αντίθεση με τον τουρισμό που απασχολεί εποχιακά τον πληθυσμό (Γκάγκα, 200).

Χρήσεις γης

Στο Δήμο Μήλου υπάρχουν 31.200 στρέμματα καλλιεργειών, 10.000 στρέμματα δάσους, 1.800 στρέμματα καλυπτόμενα από νερά, 106.500 στρέμματα βοσκοτόπων, ενώ οι οικισμοί μαζί με τους δρόμους, πλατείες κλπ. καταλαμβάνουν έκταση 10.600 στρεμμάτων. Βάση των παραπάνω, κυρίαρχη θέση στην περιοχή μελέτης αποτελούν οι βοσκοτόποι που καταλαμβάνουν περίπου το 66,5% της ευρύτερης περιοχής. Σημαντικά ποσοστά επίσης παρουσιάζουν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις και τα δάση που καταλαμβάνουν περίπου το 19,5% και το 6,2% αντίστοιχα της συνολικής γης της περιοχής (ΕΣΥΕ, 2011). Από το παραπάνω σχήμα 3.5 που προέκυψε μέσω του λογισμικού QGIS φαίνονται οι χρήσεις γης της περιοχής μελέτης, βάση του συστήματος γεωταξινόμησης του Corine.

Εξορυκτική δραστηριότητα

Στην Μήλο δραστηριοποιούνται αρκετές εταιρείες εκμετάλλευσης ορυκτών, λόγω των μεγάλων κοιτασμάτων που εμφανίζονται στην περιοχή. Οι λατομικοί χώροι, όπως αποτυπώνονται στο σχήμα 3.5, καταλαμβάνουν συνολικά έκταση περίπου 20km² και εμφανίζονται κυρίως στο ανατολικό τμήμα της περιοχής, με μεγάλες ενεργές εκμεταλλεύσεις στις θέσεις Αγ. Ειρήνη - Άσπρο Χωριό, Τσιγκράδο, Καστριανή κ.α. Σημαντικές εκμεταλλεύσεις όμως υπάρχουν νοτιοδυτικά του νησιού στην θέση Ξυλοκερατιά και βορειοδυτικά στην θέση Τράχηλας (Λεγάκις, 2004).

Η μέθοδος εκμετάλλευσης που εφαρμόζεται κυρίως από τις εταιρείες είναι αυτή της επιφανειακής εκμετάλλευσης με ορθές διαδοχικές βαθμίδες ανοικτής εκσκαφής. Κατά την συγκεκριμένη μέθοδο πραγματοποιείται διάνοιξη των βαθμίδων, η οποία ξεκινάει από τα ανάντη και κατέρχεται μέχρι να αποκαλυφθεί το κοίτασμα ή να αποκομισθεί το προς

εκμετάλλευση πέτρωμα (Μπρόφας, 2013). Αρχικά γίνεται απομάκρυνση της βλάστησης και στην συνέχεια αφαίρεση του επιφανειακού εδάφους, το οποίο σε αρκετές περιπτώσεις αποθηκεύεται σε κατάλληλους χώρους, προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί κατά την διαδικασία της αποκατάστασης της διαταραγμένης έκτασης. Εν συνεχεία αφαιρούνται τα υπερκείμενα του ορυκτού υλικά και γίνεται απόληψη του κοιτάσματος του ορυκτού. Η εξόρυξη του κοιτάσματος γίνεται κυρίως με μηχανικό τρόπο με την χρήση προωθητή και κατά περιπτώσεις με περιορισμένη- περιστασιακή χρήση εκρηκτικών υλών. Το ύψος των βαθμίδων που δημιουργούνται κυμαίνεται από 3-8 m, ενώ το πλάτος τους είναι περίπου 6 m. Χαρακτηριστική εικόνα του τρόπου εκμετάλλευσης αποτελεί το λατομείο μπεντονίτη στην περιοχή της Αγγεριάς, ένα από τα μεγαλύτερα λατομεία σε διεθνές επίπεδο με παραγωγή περί τους 800.000tn κατ' έτος (S&B, 2014). Στην παρακάτω εικόνα 3.2.5 δίνεται μια χαρακτηριστική άποψη του χώρου του λατομείου.



Εικόνα 3.7: Λατομείο μπεντονίτη στην περιοχή της Αγγεριάς ν. Μήλου.
Πηγή: S&B Βιομηχανικά Ορυκτά

Με το πέρας των εργασιών εξόρυξης οι εταιρείες, βάση της σχετικής μεταλλευτικής νομοθεσίας, υποχρεωτικά προβαίνουν στην αποκατάσταση της διαταρασσύμενης έκτασης.

Οδικό δίκτυο

Το οδικό δίκτυο του νησιού παρατηρώντας το σχήμα 3.3, που προέκυψε από το λογισμικό QGIS, χαρακτηρίζεται ικανοποιητικό. Οι βασικοί δρόμοι είναι ασφαλτοστρωμένοι, ενώ οι χωματόδρομοι είναι αρκετά καλής βατότητας (S&B, 2014).

Ενέργεια

Η Μήλος διαθέτει τοπικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 19.5 MW. Επιπλέον, η εγκατεστημένη ισχύς από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή υπολογίζεται στα 3,1 MW, περιλαμβάνοντας την λειτουργία αιολικού πάρκου και φωτοβολταϊκών σταθμών (S&B, 2014).

Ύδρευση

Η Μήλος έχει περιορισμένους υδάτινους πόρους. Αυτό οφείλεται, τόσο στις περιορισμένες βροχοπτώσεις, που χαρακτηρίζονται ανεπαρκής για τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού, όσο και στη μικρή ικανότητα των εδαφών να συγκρατούν το νερό, λόγω της ηφαιστειακής τους προέλευσης (Γκάγκα, 2006). Οι διαθέσιμοι υδάτινοι πόροι στο νησί είναι η θάλασσα και οι περιορισμένες βροχοπτώσεις. Δεν υπάρχουν άλλες σημαντικές πηγές υδροδότησης όπως φράγματα, λιμνοδεξαμενές. Για την κάλυψη των αναγκών της περιοχής σε νερό λειτουργεί από το 2008 μονάδα αφαλάτωσης, η οποία αποτελεί μια παγκοσμίως διαδεδομένη πρακτική (S&B, 2014). Επιπλέον υπάρχουν γεωτρήσεις (Δημοτικές και ιδιωτικές), καθώς και στέρνες, που διαθέτουν οι περισσότερες οικίες, όπου συλλέγουν βρόχινο νερό. Πριν την λειτουργία της αφαλάτωσης, η προμήθεια του νερού γινόταν μέσω γεωτρήσεων και με υδροφόρα πλοία από την ενδοχώρα (Γκάγκα, 2006).

Όσον αφορά την διανομή, το δίκτυο ύδρευσης του νησιού καλύπτει τους οικισμούς με κύριους αγωγούς τροφοδοσίας. Οι περιοχές εκτός δικτύου, είτε προμηθεύονται νερό με βυτία από την μονάδα αφαλάτωσης, που θεωρείται απαραίτητο κατά τη θερινή περίοδο, είτε εξυπηρετούνται από τις γεωτρήσεις και τις στέρνες, κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η ζήτηση είναι μειωμένη (S&B, 2014).

Οι συνολικές ετήσιες ανάγκες νερού της περιοχής (περιλαμβάνοντας την οικιακή χρήση, γεωργική, βιομηχανική) για το 2012 υπολογίστηκαν στα 458.000m³ με μέγιστες τιμές την θερινή περίοδο Ιούλιο- Αύγουστο λόγω του τουρισμού (S&B, 2014). Οι γεωτρήσεις, ως μέθοδο αξιοποίησης των υπόγειων υδάτων, παρέχουν 170.000m³ περίπου νερό ετησίως (Γκάγκα, 2006). Δεδομένου όμως της υψηλής περιεκτικότητας αλάτων, λόγω της υπεράντλησης, το αντλούμενο νερό καθίσταται χαμηλής ποιότητας και ακατάλληλο να χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο. Προορίζεται κυρίως για γεωργική χρήση και θα μπορούσε να καλύψει ανάγκες των εκτός δικτύου περιοχών. Η δυναμικότητα όμως των υπογείων υδάτων κρίνεται περιορισμένη για περαιτέρω άντληση, συνέπεια της έλλειψης σχεδιασμού και κακής διαχείρισης και θα απαιτηθεί μεγάλο χρονικό διάστημα για την αποκατάσταση του υδροφόρου ορίζοντα (Γκάγκα, 2006).

Πολιτισμός

Ο πολιτισμός της Μήλου καλύπτει τουλάχιστον 7.000 χρόνια και έχει να επιδείξει πολλά ενδιαφέροντα μνημεία της ιστορίας και της τέχνης. Από τους σημαντικότερους αρχαιολογικούς και πολιτιστικούς χώρους αποτελούν (Λεγάκις, 2004):

- ο το Αρχαιολογικό Μουσείο, όπου εκτίθενται ευρήματα Ελληνιστικών και Ρωμαϊκών χρόνων, με αντίγραφο του περίφημου αγάλματος της Αφροδίτης.
- οι κατακόμβες, το παλαιοχριστιανικό νεκροταφείο της νήσου Μήλου.
- τα ερείπια του αρχαίου Θεάτρου.
- η Εκκλησία της Παναγίας της Κορφιάτισσας του 19ου αιώνα.
- ερείπια του κάστρου που έχτισαν το 13ο αιώνα οι βενετοί άρχοντες του νησιού.

- ο η σπηλιά του Παπάφραγκα που βρίσκεται 2km δυτικά της Αρχαίας πόλης Φυλακωπής, πρόκειται για τρία συνεχόμενα σπήλαια που χρησιμοποιήθηκαν ως καταφύγια και ορμητήρια πειρατών.
- ο τα Θειωρυχεία στην ανατολική πλευρά του νησιού, με παλιά λατομεία εξαγωγής θείου και ερείπια από εγκαταστάσεις εργοστασίου που λειτουργούσε μέχρι το 1956. Αποτελεί ένα από τα γεωλογικά αξιοθέατα της μεταλλευτικής ιστορίας του νησιού.

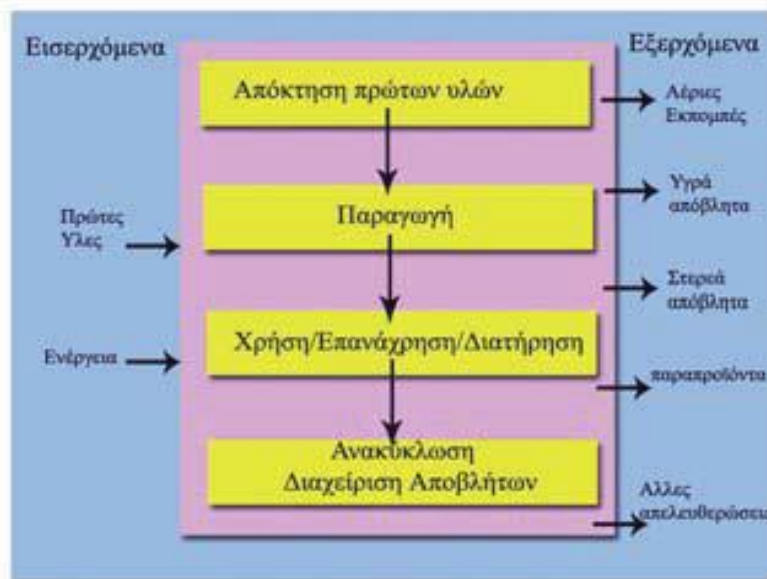
3.3 Μεθοδολογία εκτίμησης περιβαλλοντικού και υδατικού αποτυπώματος.

Ο προσδιορισμός του περιβαλλοντικού και του υδατικού αποτυπώματος θα στηριχθεί στα πρότυπα ISO 14064 και ISO 14046 αντίστοιχα. Τα δύο πρότυπα βασίζονται στην μεθοδολογία της αξιολόγησης- ανάλυσης του κύκλου ζωής. Παράλληλα θα χρησιμοποιηθούν δείκτες που θα προσδιορίζουν την πίεση που ασκείται στο περιβάλλον από την λειτουργία των λατομείων.

3.3.1 Ανάλυση κύκλου ζωής

Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (ΑΚΖ) ως μεθοδολογία εφαρμόζεται για την ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος ή διαδικασίας. Η μέθοδος επιδιώκει να εξετάσει όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός συστήματος, όπως τα υλικά παραγωγής, μεταποίησης, διανομής, χρήσης, και την τελική διάθεση ή την ανακύκλωση. Αυτό επιτυγχάνεται με τη απογραφή όλων των ενεργειακών και υλικών ροών που χρησιμοποιούνται στον κύκλο ζωής του συστήματος (Finkbeiner, 2014).

Στην παρακάτω εικόνα 3.8 παρουσιάζεται σχηματικά η μεθοδολογία εφαρμογής της ανάλυσης κύκλου ζωής.



Εικόνα 3.8: Η μεθοδολογία εφαρμογής της ΑΚΖ.
Πηγή: Παγωτέλης, 2008.

Κατά την διατριβή θα ληφθεί υπόψη ο πλήρης κύκλος ζωής, ώστε να καλυφθούν όλες οι εισροές και οι εκροές, που σχετίζονται με τις δραστηριότητες ενός λατομείου, όπως αυτές αναφέρονται στην μεθοδολογία εφαρμογής των προτύπων, κατά το πεδίο εφαρμογής και στα όρια του υπό μελέτη συστήματος, με σκοπό την εξαγωγή δεικτών πίεσης. Στην κατηγορία των εισροών θα εξεταστούν οι ποσότητες ενέργειας που χρησιμοποιούνται αναλυτικά σε κάθε στάδιο λειτουργίας του λατομείου, το είδος της ενέργειας, οι ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται σε κάθε στάδιο, το είδος των υδάτων που χρησιμοποιείται και οι θέσεις χρήσης του νερού.

Στην κατηγορία των εκροών θα εξεταστούν οι παραγόμενες αέριες εκπομπές και οι ποσότητες των παραγόμενων αποβλήτων (υγρών και στερεών).

Κατά την διαδικασία της ανάλυσης κύκλου ζωής θα εντοπιστούν οι πηγές εκπομπών και θα είναι δυνατή η εκτίμηση των επιπτώσεων από την λειτουργία του λατομείου. Τα δεδομένα που απαιτούνται θα ληφθούν από τις λατομικές εταιρείες μέσω του ερωτηματολογίου που τους διανεμήθηκε.

3.3.2 Μεθοδολογία εφαρμογής προτύπου ISO 14064

Το πρότυπο 14064 καθιερώνει μια διαδικασία για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίων και την απογραφή τους. Κατά την διαδικασία αυτή ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια:

- ο εντοπισμός συγκεκριμένων πηγών εκπομπών
- η επιλογή μεθοδολογίας ποσοτικοποίησης
- η συλλογή δεδομένων
- η ποσοτικοποίηση εκπομπών για κάθε πηγή
- ο προσδιορισμός συνολικών εκπομπών

Επιπροσθέτως, για την εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος απαιτείται να καθοριστούν το πεδίο εφαρμογής της μελέτης, τα όρια του συστήματος, τα χρονικά και γεωγραφικά όρια καθώς και τα απαραίτητα δεδομένα, που θα χρησιμοποιηθούν.

Πεδίο εφαρμογής

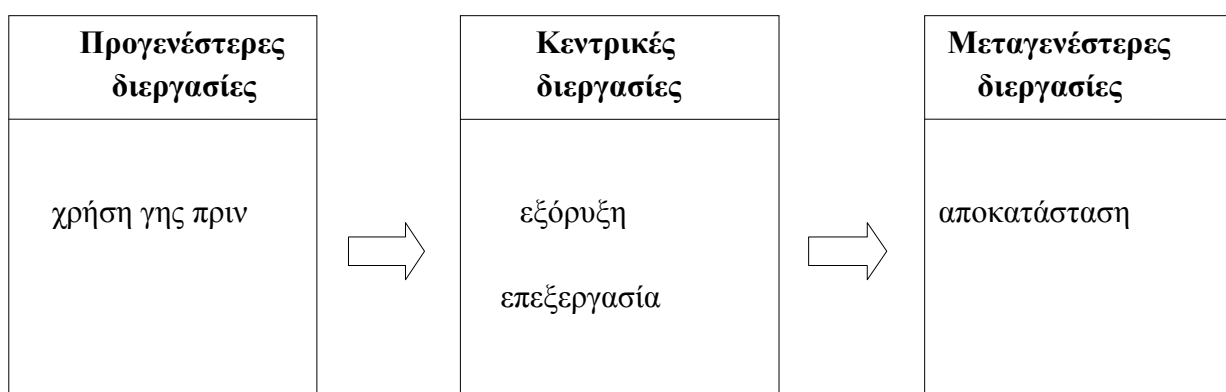
Κατά την μελέτη εκτίμησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος λατομείων συμμετέχουν τρεις λατομικές εταιρείες, οι οποίες δραστηριοποιούνται στην ν. Μήλο, η IMERYYS (πρώην S&B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ), η INTERMPIETON ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ Α.Ε. και η ΛΑΒΑ Α.Ε. Από τις εταιρείες INTERMPIETON Α.Ε. και ΛΑΒΑ Α.Ε. θα εξεταστούν από ένα αντιπροσωπευτικό λατομείο εξόρυξης ποζολάνη. Από την εταιρεία IMERYYS θα εξεταστούν τρία λατομεία (ένα λατομείο εξόρυξης μπεντονίτη και δύο λατομεία εξόρυξης περλίτη), καθώς εκμεταλλεύεται συνολικά στην περιοχή μεγαλύτερη έκταση και λειτουργεί περισσότερα λατομεία έναντι των άλλων εταιρειών. Ως πεδίο εφαρμογής ορίζεται ο χώρος εξόρυξης, οι εργοταξιακές εγκαταστάσεις καθώς και η μονάδα επεξεργασίας του απολήψιμου υλικού.

Καθορισμός ορίων συστήματος εφαρμογής

Το σύστημα εφαρμογής περιλαμβάνει τις κεντρικές και μεταγενέστερες διεργασίες. Οι προγενέστερες διεργασίες, που αφορούν την χρήση γης πριν την εγκατάσταση του λατομείου, δεν θα συμπεριληφθούν στην μελέτη και θα γίνει απλή αναφορά σε αυτές.

Οι κεντρικές διεργασίες περιλαμβάνουν την εξόρυξη και την μονάδα επεξεργασίας του απολήψιμου υλικού. Για την περίπτωση εξόρυξης μπεντονίτη, που αφορά το λατομείο Αγγεριάς, τα στάδια παραγωγικής διαδικασίας περιλαμβάνουν την αποκάλυψη - εξόρυξη, την μεταφορά, την βιομηχανική επεξεργασία, κατά την οποία πραγματοποιείται θραύση, προσθήκη σόδας και ξήρανση, την αποθήκευση και την φόρτωση σε πλοία (IMERYΣ, απαντήσεις ερωτηματολογίου). Για την περίπτωση εξόρυξης περλίτη, που αφορά τα λατομεία Τσιγκράδο και Τράχηλας, τα στάδια παραγωγικής διαδικασίας περιλαμβάνουν την αποκάλυψη - εξόρυξη, την μεταφορά, την βιομηχανική επεξεργασία, κατά την οποία πραγματοποιείται θραύση, ξήρανση και κοσκίνηση, την αποθήκευση και την φόρτωση σε πλοία (IMERYΣ, απαντήσεις ερωτηματολογίου). Στην περίπτωση της εξόρυξης ποζολάνη του λατομείου Ξυλοκερατιά 2 τα στάδια παραγωγικής διαδικασίας περιλαμβάνουν την εξόρυξη, την μεταφορά, την επεξεργασία, κατά την οποία πραγματοποιείται κοσκίνισμα και σπάσιμο και την φόρτωση σε πλοία (INTEPMΠETON A.E., απαντήσεις ερωτηματολογίου). Για την περίπτωση εξόρυξης ποζολάνη του λατομείου Ξυλοκερατιά 1 τα στάδια παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθούνται περιλαμβάνουν την εξόρυξη, την εσωτερική μεταφορά, την επεξεργασία με θραύση, την αποθήκευση και την φόρτωση σε πλοία (ΛΑΒΑ A.E., απαντήσεις ερωτηματολογίου). Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, που ακολουθούνται σε κάθε μονάδα παρουσιάζονται στα διαγράμματα ροής εργασιών στο παράρτημα.

Στις μεταγενέστερες διεργασίες περιλαμβάνονται οι ενέργειες αποκατάστασης του λατομικού χώρου. Παρακάτω (σχήμα 3.6) παρουσιάζεται σχηματικά η κατηγοριοποίηση του συστήματος εφαρμογής.



Σχήμα 3.6: Υπό μελέτη σύστημα.
Πηγή: Finnveden et al,2009.

Λειτουργική μονάδα

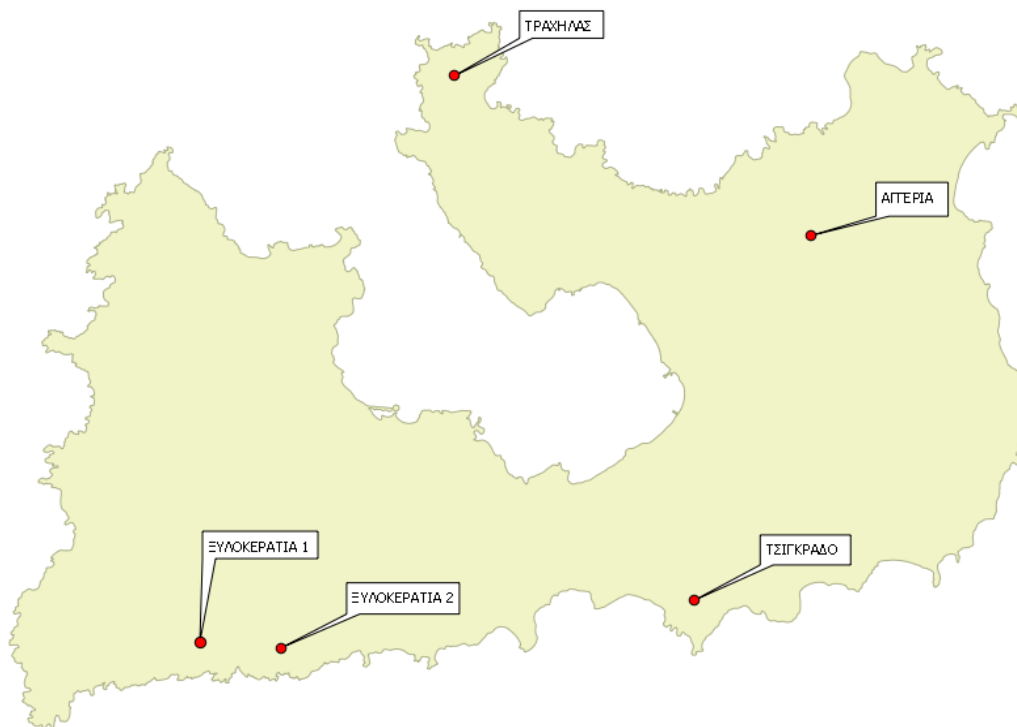
Ως λειτουργική μονάδα ορίζεται ο ένας τόνος παραγωγής εμπορεύσιμου προϊόντος.

Χρονικά όρια

Για τις ανάγκες της μεταπτυχιακής διατριβής θα εξεταστούν δεδομένα τριών ετών.

Γεωγραφικά όρια

Η μεταπτυχιακή διατριβή εξετάζει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα λατομείων της ν. Μήλου. Τα λατομεία που θα εξεταστούν βρίσκονται στις περιοχές Ξυλοκερατιά, Τσιγκράδο, Αγγεριά και Τράχηλας. Στον παρακάτω χάρτη 3.1 απεικονίζονται οι θέσεις των προς μελέτη λατομείων.



Χάρτης 3.1: Θέσεις των προς μελέτη λατομείων.
Πηγή: QGIS.

Δεδομένα

Για την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, βάση του προτύπου ISO 14064, θα ληφθούν και θα εξεταστούν πρωτογενή δεδομένα, τα οποία θα παραχωρηθούν από τις λατομικές εταιρείες που συμμετέχουν, μέσω της συμπλήρωσης ερωτηματολογίου που τους έχει διανεμηθεί. Τα δεδομένα που θα εξεταστούν αφορούν τις ποσότητες ενέργειας που χρησιμοποιούνται κατά την λειτουργία του λατομείου, το είδος ενέργειας που χρησιμοποιείται, οι παραγόμενες αέριες εκπομπές και οι ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων.

3.3.3 Μεθοδολογία εφαρμογής προτύπου ISO 14046

Η αξιολόγηση του αποτυπώματος νερού, σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο, περιλαμβάνει τέσσερις φάσεις ως ακολούθως:

- τον καθορισμό των στόχων και του πλαισίου εφαρμογής της αξιολόγησης
- την ανάλυση απογραφής δεδομένων
- την εκτίμηση των επιπτώσεων
- την ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Στην περίπτωση μελέτης της διατριβής, για την εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος, βάση του προτύπου 14046, το πεδίο εφαρμογής, τα όρια του συστήματος εφαρμογής, τα χρονικά και γεωγραφικά όρια, καθώς και τα δεδομένα που θα εξεταστούν, καθορίζονται όμοια όπως κατά την μεθοδολογία εκτίμησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, βάση του προτύπου 14064.

Ως πεδίο εφαρμογής ορίζονται οι λατομικές εταιρείες, που δραστηριοποιούνται στην ν. Μήλο και τα λατομεία που εξετάζονται και στην περίπτωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Θα εξεταστούν ο χώρος εξόρυξης, οι εργοταξιακές εγκαταστάσεις, καθώς και τα εργοστάσια επεξεργασίας.

Το σύστημα εφαρμογής περιλαμβάνει τις κεντρικές και μεταγενέστερες διεργασίες, εξετάζοντας τις διαδικασίες εξόρυξης, την μονάδα επεξεργασίας του απολήψιμου υλικού και τις διεργασίες αποκατάστασης του λατομικού χώρου αντίστοιχα, όπως παρουσιάστηκαν και στην περίπτωση του συστήματος εφαρμογής κατά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Οι προγενέστερες διεργασίες δεν θα ληφθούν υπόψη και θα γίνει απλή αναφορά.

Ως λειτουργική μονάδα ορίζεται ο ένας τόνος παραγωγής εμπορεύσιμου προϊόντος και η χρονική κάλυψη της διατριβής αναφέρεται στα τρία έτη.

Γεωγραφικά, η περίπτωση μελέτης του υδατικού αποτυπώματος καλύπτει τις περιοχές του χάρτη 3.1.

Τα δεδομένα που θα εξεταστούν θα είναι πρωτογενή και θα ληφθούν από τις λατομικές εταιρείες μέσω ερωτηματολογίου. Τα δεδομένα αφορούν τις ποσότητες του νερού που χρησιμοποιείται, τα είδη των υδάτινων πόρων που χρησιμοποιούνται, τις μορφές της χρήσης του νερού, τις θέσεις χρήσης του νερού, ελέγχοντας τις επιπτώσεις για τις συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος, μπλέ, πράσινη και γκρι.

3.4 Μεθοδολογία αξιολόγησης μεθόδων αποκατάστασης

Για την αξιολόγηση των μεθόδων αποκατάστασης των λατομείων, που εξετάζεται στην παρούσα διατριβή, θα εφαρμοστεί η μέθοδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης AHP. Κατά την διαδικασία της ανάλυσης πολλαπλών κριτηρίων ακολουθείται ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, ως εξής (Janssen, 2001):

- καθορισμός του στόχου.

- ανάλυση των κριτηρίων.
- μοντελοποίηση των προτιμήσεων.
- εντοπισμό ικανοποιητικών επιλογών.

Ως πεδίο εφαρμογής ορίζονται οι λατομικοί χώροι που θα εξεταστούν και στην περίπτωση προσδιορισμού του περιβαλλοντικού και υδατικού αποτυπώματος και περιλαμβάνουν τα λατομεία στις θέσεις Ξυλοκερατιά 1, Ξυλοκερατιά 2, Τσιγκράδο, Τράχηλας και Αγγεριά, όπως αποτυπώνονται στο χάρτη 3.1.

Κατά την πολυκριτηριακή ανάλυση θα εξεταστούν μόνο οι διεργασίες που αφορούν τις εργασίες αποκατάστασης. Ορίζονται τρεις επιλογές αποκατάστασης προς εξέταση. Κατά την επιλογή Α για την εγκατάσταση της βλάστησης στην διαταρασόμενη περιοχή πραγματοποιείται φύτευση και υδροσπορά με τοπικά είδη χωρίς την χρήση νερού (δεν πραγματοποιούνται ποτίσματα και η χρήση του νερού είναι αμελητέα και περιορίζεται μόνο στο υδατοδιάλυμα κατά την υδροσπορά). Η επιλογή Α αφορά τα λατομεία Τσιγκράδο, Τράχηλα και Αγγεριά. Κατά την επιλογή Β πραγματοποιείται φύτευση και υδροσπορά με τοπικά είδη και με χρήση νερού (περιλαμβάνει περιοδικά ποτίσματα κατά τις εργασίες συντήρησης των φυτεύσεων). Η επιλογή Β εφαρμόζεται στο λατομείο Ξυλοκερατιά 2. Κατά την τρίτη επιλογή Γ πραγματοποιείται φύτευση και σπορά με τοπικά είδη και με χρήση νερού (περιλαμβάνει περιοδικά ποτίσματα κατά τις εργασίες συντήρησης των φυτεύσεων και της σποράς) και εφαρμόζεται στην περίπτωση του λατομείου Ξυλοκερατιά 1. Οι διαδικασίες φύτευσης, σποράς και υδροσποράς παρουσιάστηκαν στο πρώτο κεφάλαιο της μεταπτυχιακής διατριβής κατά την μεθοδολογία αποκατάστασης των λατομείων.

Κατά την διαδικασία της αξιολόγησης θα εφαρμοστούν τα στάδια της πολυκριτηριακής ανάλυσης όπως αναφέρθηκαν. Αρχικά, ως στόχος καθορίζεται η ανάπλαση των διαταρασόμενων επιφανειών, που προσδιορίζεται από την επαναφορά κατά το δυνατόν της αρχικής κατάστασης και την ένταξή τους στο ευρύτερο τοπίο, προσδίδοντας παράλληλα την επιλογή για μετέπειτα χρήση των εκτάσεων.

Κατά το δεύτερο στάδιο, επιλέχθηκαν ως κύρια κριτήρια περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές παραμέτροι, για να εξεταστούν κατά την αξιολόγηση. Τα κύρια κριτήρια θα είναι κοινά και για τις τρεις επιλογές Α, Β, Γ και το καθένα θα περιλαμβάνει τα ακόλουθως υποκριτήρια:

Περιβαλλοντικά κριτήρια (ΠΚ):

- ❖ ΠΚ1: το ποσοστό επί του συνόλου επιτυχίας των φυτεύσεων. Αναφέρεται στο πόσα φυτά επιβίωσαν από το σύνολο των φυτών που φυτεύτηκαν.
- ❖ ΠΚ2: ο αριθμός φυτικών ειδών που χρησιμοποιήθηκαν. Ως κριτήριο ελέγχει την μεταβλητότητα της βιοποικιλότητας, καθώς όσο περισσότερα φυτά χρησιμοποιούνται αυξάνεται και η βιοποικιλότητα. Θεωρείται ως δείκτης για μια έμμεση εκτίμηση της ανθεκτικότητας του οικοσυστήματος.
- ❖ ΠΚ3: η βελτίωση της ποιότητας του εδάφους. Κατά την εξόρυξη γίνεται απομάκρυνση εδαφικού υλικού, ως εκ τούτου οι λατομικοί χώροι χαρακτηρίζονται

από υποβαθμισμένα εδάφη. Ως κριτήριο επιλέγεται για την εκτίμηση επαναφοράς της γονιμότητας του εδάφους.

- ❖ ΠΚ4: η δομή της βλάστησης των αποκατεστημένων χώρων. Αναφέρεται στη φυτοκάλυψη (ποώδη, θάμνοι, δένδρα), στη βιομάζα, στη πυκνότητα των ξυλωδών φυτών κλπ. Ως κριτήριο συνεισφέρει στην εκτίμηση του σταδίου της οικολογικής διαδοχής, στο οποίο βρίσκεται το λατομείο.
- ❖ ΠΚ5: κυβικά χώματος που έχουν τοποθετηθεί, έναντι αυτών που έχουν εξορυχτεί. Ως κριτήριο εξετάζεται καθώς επηρεάζει την ποιότητα του εδάφους.
- ❖ ΠΚ6: η ποσότητα νερού που καταναλώθηκε και η προέλευσή του.
- ❖ ΠΚ7: συντελεστής πρασίνου. Ελέγχοντας το ποσοστό του πρασίνου πριν την εξόρυξη και το ποσοστό επαναφοράς του σταδιακά, εκτιμάται κατά πόσο έχει επανέλθει η αρχική κατάσταση ή ακόμα και αν έχει βελτιωθεί, παρουσιάζοντας αύξηση του ποσοστού πρασίνου έναντι αυτού που προϋπήρχε.
- ❖ ΠΚ8: η ποσότητα ενέργειας που καταναλώθηκε, καθώς και το είδος της ενέργειας.
- ❖ ΠΚ9: το ποσοστό επί του συνόλου τελικών διαμορφωμένων πρανών.
- ❖ ΠΚ10: η εκτίμηση επαναφοράς της αρχικής κατάστασης του φυσικού τοπίου.
- ❖ ΠΚ11: ο χρόνος αποκατάστασης, μέχρις ότου τα φυτά να είναι ικανά να αναπτύσσονται μόνα τους, χωρίς την ανάγκη επιπρόσθετης φροντίδας.

Οικονομικά κριτήρια (ΟΚ):

- ❖ ΟΚ1: το συνολικό κόστος αποκατάστασης.
- ❖ ΟΚ2: το κόστος συντήρησης (περιλαμβάνει λιπάνσεις, ποτίσματα, σκαλίσματα, αναπλήρωση των φυτών που δεν επιβίωσαν κατά την εγκατάστασή τους κ.α.).
- ❖ ΟΚ3: το κόστος λειτουργίας φυτωρίου, για την προμήθεια φυτικών ειδών.
- ❖ ΟΚ4: το εργατικό κόστος. Περιλαμβάνει την αμοιβή του απασχολούμενου εργατικού δυναμικού κατά τις διαδικασίες της αποκατάστασης.
- ❖ ΟΚ5: το συνολικό λειτουργικό κόστος μηχανημάτων.
- ❖ ΟΚ6: το κόστος χρήσης νερού ανά κατηγορία.
- ❖ ΟΚ7: το κόστος χρήσης ενέργειας ανά κατηγορία.
- ❖ ΟΚ8: το κόστος σχεδίου αποκατάστασης. Αναφέρεται στο κόστος σύνταξης σχετικής μελέτης, που περιλαμβάνει την αμοιβή εξωτερικού μελετητή και συνοδευτικά κόστη.

Κοινωνικά κριτήρια (ΚΚ):

- ❖ ΚΚ1: απασχολούμενο εργατικό προσωπικό.

- ❖ ΚΚ2: εκτίμηση περιορισμού της οπτικής όχλησης.
- ❖ ΚΚ3: εκτίμηση της κοινωνικής αποδοχής.
- ❖ ΚΚ4: προβλήματα που προκύπτουν από άλλες οικονομικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται στην ευρύτερη περιοχή, όπως η κτηνοτροφία.
- ❖ ΚΚ5: δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της γης με το πέρας των εργασιών αποκατάστασης.
- ❖ ΚΚ6: κατά πόσο πληρούσε η διαδικασία της αποκατάστασης τους όρους της σχετικής νομοθεσίας.
- ❖ ΚΚ7: ανταγωνιστικότητα με άλλες χρήσεις γης. Σχετίζεται με την μορφή χρήσης γης στην ευρύτερη περιοχή.

Για το κάθε κύριο κριτήριο περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό δόθηκε ίση βαρύτητα 33,33%, καθώς σε μια αειφορική- βιώσιμη κατάσταση οι περιβαλλοντικοί, οι οικονομικοί και οι κοινωνικοί παράμετροι πρέπει να είναι σε ισορροπία. Στην συνέχεια δόθηκε αριθμητικά με εύρος τιμών από 1 έως 9 η βαρύτητα των επιμέρους υποκριτηρίων συγκριτικά μεταξύ τους.

Επιπροσθέτως, κατά το στάδιο της μοντελοποίησης, συντάχθηκε πίνακας επιδόσεων, στον οποίο κάθε σειρά περιγράφει ένα κριτήριο και κάθε στήλη περιγράφει την απόδοση των κριτηρίων που εξετάζονται. Οι αξιολογήσεις της κάθε απόδοσης γίνονται αριθμητικά με εύρος τιμών από 1 έως 10 και βάση των απαντήσεων που δόθηκαν από τις λατομικές εταιρείες που εξετάζονται. Ο πίνακας 3.1 παρουσιάζει τις επιδόσεις των μεθόδων αποκατάστασης που εφαρμόζονται από τις λατομικές εταιρείες ανά υποκριτήριο. Στους πίνακες 1,2,3,4,5 του παραρτήματος παρουσιάζονται τα δεδομένα του κάθε λατομείου ανά υποκριτήριο και για τα έτη 2010-2014.

Πίνακας 3.1: Πίνακας επιδόσεων μεθόδων αποκατάστασης ανά υποκριτήριο.

	ΦΥΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΣΠΟΡΑ ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ	ΦΥΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΣΠΟΡΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ	ΦΥΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΠΟΡΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ
ΠΚ1	9	7	7
ΠΚ2	9	8	7
ΠΚ3	7	7	7
ΠΚ4	9	7	9
ΠΚ5	7	8	10
ΠΚ6	1	9	7
ΠΚ7	10	7	9

ΠΚ8	1	1	1
ΠΚ9	7	7	7
ΠΚ10	10	6	9
ΠΚ11	10	10	10
ΟΚ1:	8	10	7
ΟΚ2	8	9	7
ΟΚ3	8	7	8
ΟΚ4	9	8	7
ΟΚ5	6	7	6
ΟΚ6	1	8	8
ΟΚ7	1	9	7
ΟΚ8	5	9	7
ΚΚ1	8	9	7
ΚΚ2	10	7	9
ΚΚ3	9	7	7
ΚΚ4	10	8	8
ΚΚ5	10	9	8
ΚΚ6	10	10	10
ΚΚ7	10	10	10

Βάση του πίνακα επιδόσεων που προέκυψε από τα δεδομένα που παραχωρήθηκαν από τις λατομικές εταιρείες και αφορούν στα κριτήρια που επιλέχθηκαν να εξεταστούν, λαμβάνοντας υπόψη και της βαρύτητας που έχει δοθεί στα κύρια κριτήρια, θα αξιολογηθεί κατά πόσο επιτυγχάνεται ο στόχος της αποκατάστασης από τις εργασίες που πραγματοποιούνται, εφαρμόζοντας την τεχνική της Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic hierarchy process– AHP).

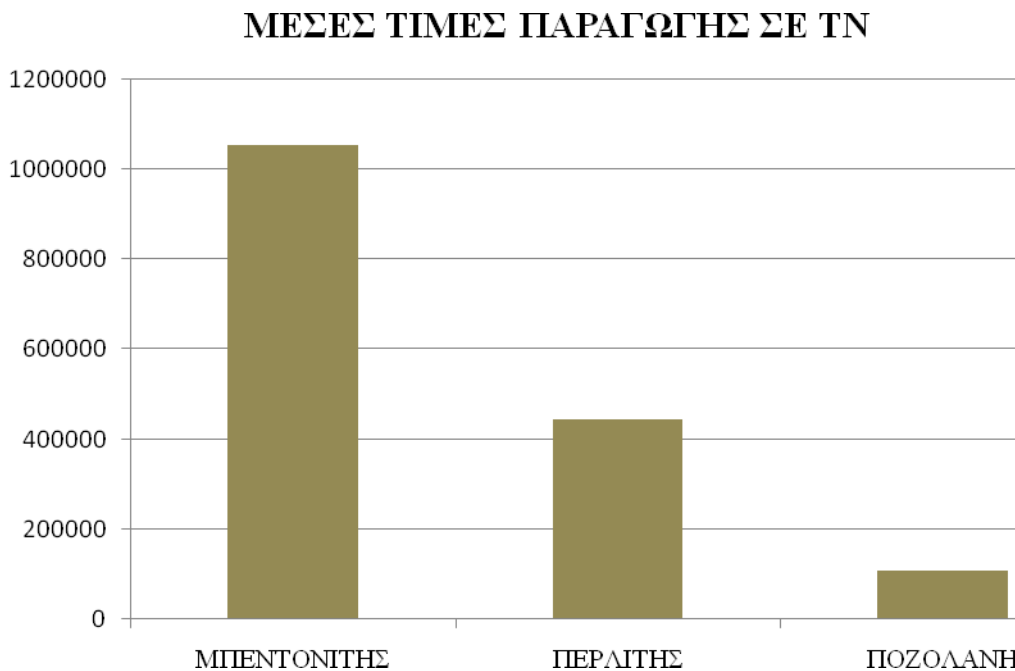
3.5 Μεθοδολογία συλλογής δεδομένων και ανάλυσης αποτελεσμάτων

Για την συλλογή των απαραίτητων προς μελέτη δεδομένων πραγματοποιήθηκε διανομή ερωτηματολογίου σε λατομικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην ν. Μήλο. Οι λατομικές εταιρείες που συμμετείχαν στην έρευνα είναι η IMERYS (πρώην S&B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ Α.Ε.), η ΙΝΤΕΡΜΠΙΕΤΟΝ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ Α.Ε. και η ΛΑΒΑ Α.Ε. Το σχετικό ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε από τις ανωτέρω εταιρείες παρατίθεται στο παράρτημα. Η ανάλυση των δεδομένων που παραχωρήθηκαν από τις εταιρείες, μέσω του ερωτηματολογίου, για τον προσδιορισμό του περιβαλλοντικού και του υδατικού αποτυπώματος γίνεται στατιστικά με το λογισμικό SPSS, χρησιμοποιώντας παράλληλα και το πρόγραμμα Microsoft Excel. Για την πολυκριτηριακή ανάλυση χρησιμοποιείται το λογισμικό της Analytic hierarchy process– AHP, μέσω της δυνατότητας εφαρμογής MakeItRational που παρέχεται δωρεάν για δοκιμές στο διαδίκτυο.

Κεφάλαιο Τέταρτο Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Αρχικά αναφέρονται οι προγενέστερες χρήσεις γης των υπο μελέτη λατομείων. Στα λατομεία στις θέσεις Τράχηλα και Τσιγκράδο γίνεται εξόρυξη περλίτη και οι προγενέστερες χρήσεις γης ήταν αγροτικής (χαμηλής παραγωγικότητας), χορτολιβαδικής και δασικής μορφής (καλυπτόμενη από έρπουσας μορφής κυρίως βλάστηση). Στο λατομείο στην θέση Αγγεριά γίνεται εξόρυξη μπετονίτη σε έκταση αγροτικής μορφής χαμηλής παραγωγικότητας. Στα ορυχεία στις θέσεις Ξυλοκερατιά 1 και 2 γίνεται εξόρυξη ποζολάνη και οι προγενέστερες της εξόρυξης χρήσεις γης ήταν για την περίπτωση 1 δασικής μορφής καλυπτόμενη από χαμηλή βλάστηση και για την περίπτωση 2 μικτής μορφής, που περιλάμβανε αγροτικές εκτάσεις χαμηλής παραγωγικότητας, χορτολιβαδικές και δασικές εκτάσεις με χαμηλή βλάστηση.

Εξετάζοντας την παραγωγή των βιομηχανικών ορυκτών μπετονίτη, περλίτη και ποζολάνη που προκύπτει από τα υπό μελέτη λατομεία, στο Διάγραμμα 4.1.1 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές για τα έτη 2012-2014.



Διάγραμμα 4.1.1: Μέσες τιμές παραγωγής βιομηχανικών ορυκτών (μπετονίτη, περλίτη, ποζολάνη) σε tn από τα υπό μελέτη λατομεία.

Στην συνέχεια θα εξεταστεί για κάθε περίπτωση παραγωγής ορυκτού το περιβαλλοντικό και το υδατικό αποτύπωμα, με την διαδικασία της ΑΚΖ και συγκεκριμένα ελέγχοντας κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και βάση των προδιαγραφών των προτύπων ISO 14064 και ISO 14046.

4.1 Προσδιορισμός Περιβαλλοντικού και Υδατικού Αποτυπώματος

4.1.1 Αποτελέσματα λατομείου μπεντονίτη

Κατά την διαδικασία παραγωγής μπεντονίτη ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια:

- αποκάλυψη - εξόρυξη
- μεταφορά από τον χώρο της εξόρυξης προς επεξεργασία
- βιομηχανική επεξεργασία, κατά την οποία πραγματοποιείται θραύση, προσθήκη σόδας και ξήρανση
- αποθήκευση
- φόρτωση σε πλοία προς διάθεση στην αγορά.

Τα δεδομένα που παραχωρήθηκαν από την εταιρεία παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.1.

Πίνακας 4.1.1: Δεδομένα λατομείων μπεντονίτη

		ΜΟΝΑΔΕΣ	2012	2013	2014
ΠΑΡΑΓΩΓΗ		TN	1206219	978738	974510
	ΣΤΑΔΙΑ				
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΕΞΟΡΥΞΗ	ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ lt	1039128	998736	856606
	ΜΕΤΑΦΟΡΑ	ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ lt	851206	883387	1026880
	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	ΜΑΖΟΥΤ Kgr	7945000	7328000	7345000
		ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ kWh	6625600	5.970.450	5.745.000
	ΦΟΡΤΩΣΗ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ kWh	362260	328275	302890
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΕΡΟΥ				
ΝΕΡΟ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΝΕΡΟ	m3	1711	1943	2811
	ΛΑΚΚΟΥΣ ΛΑΤΟΜΕΙΩΝ	m3	38665	50524	54096
	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ	m3	0	0	0
ΑΠΟΒΛΗΤΑ	ΣΤΕΙΡΑ ΑΠΟΚΑΛΥΨΗΣ	m3	873005	1100414	629828
	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ	kg	0	0	1117
	SCRAP	kg	94500	29400	55200
	ΕΛΑΣΤΙΚΑ	kg	77	1296	1272
	ΧΑΡΤΙ	kg	1405	1278	0
	ΛΑΔΙΑ	kg	3756	8220	6480

	ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ				
	O2	%	19,4	18,75	19,1
ΕΚΠΟΜΠΕΣ	CO2	%	1,2	1,8	1,55
	CO	mgr/Nm3	9,2	21,2	63,75
	SO2	mgr/Nm3	1,45	13,08	1,4
	NO	mgr/Nm3	78,25	108,8	103,45
	NO2	mgr/Nm3	0,97	4,1	2,95
	NOX	mgr/Nm3	79,2	112,9	106,35
	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ				
	ΣΚΟΝΗΣ	ΟΡΥΧΕΙΑ	mgr/m3	0,14	
		ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	mgr/m3	1,45	9,11
		ΦΟΡΤΩΣΗ	mgr/m3	0,22	0,3
ΣΠΔ	ΝΑΙ				
ΕΚΤΑΣΗ	800στρ.				

Στατιστική επεξεργασία και παρουσίαση δεδομένων λατομείων μπεντονίτη.

Ενέργεια

Τα είδη ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι υγρά καύσιμα (πετρέλαιο), ηλεκτρική ενέργεια και μαζούτ. Τα υγρά καύσιμα χρησιμοποιούνται κατά τα στάδια της εξόρυξης και της μεταφοράς, η ηλεκτρική κατά την επεξεργασία και φόρτωση του υλικού στα πλοία και το μαζούτ στην επεξεργασία κατά την διαδικασία της ξήρανσης. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.2: Κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγής μπεντονίτη και ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας για τα έτη 2012 - 2014.

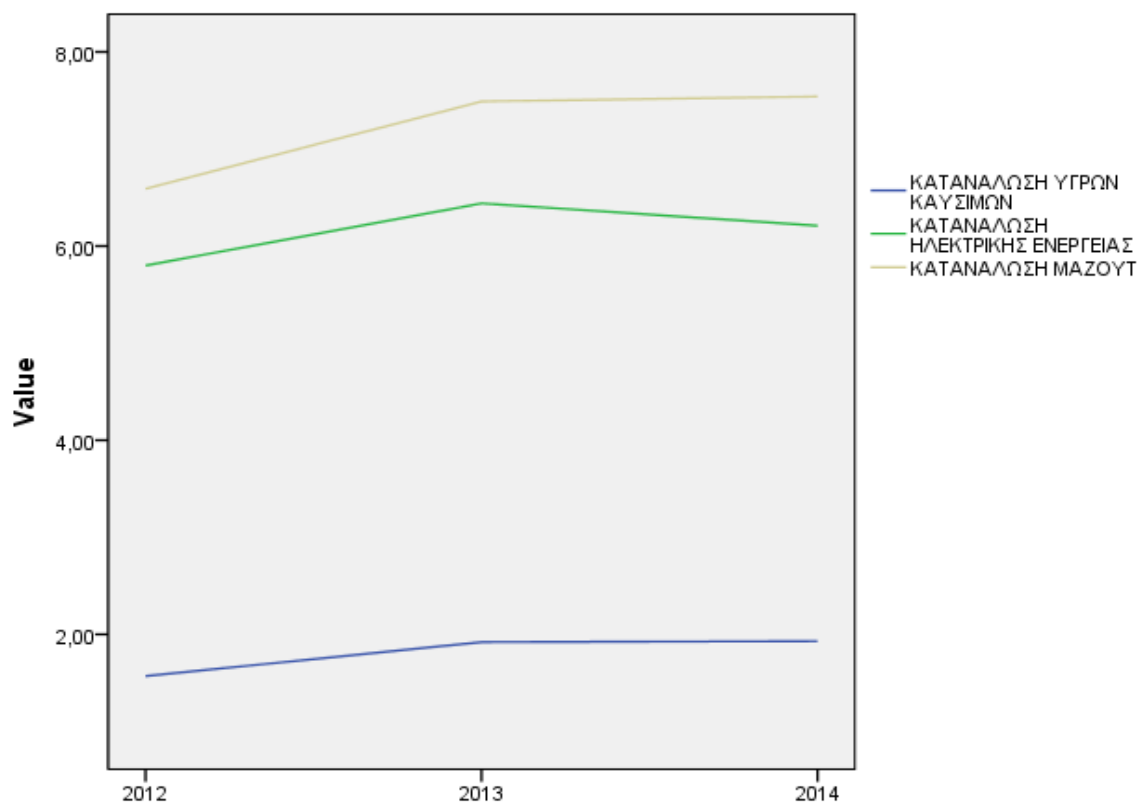
Statistics						
		ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ lt ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΟΡΥΞΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ lt ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΖΟΥΤ kgr ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ kWh ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ kWh ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΟΡΤΩΣΗ
N	Valid	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0
Mean		0,9200	0,8833	7,1967	5,8267	0,3133
Median		0,8800	0,9000	7,4800	5,8900	0,3100
Std. Deviation		0,08718	0,17559	0,53463	0,30989	0,01528
Range		0,16	0,35	0,95	0,61	0,03

Πίνακας 4.1.3: Κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγής μπεντονίτη και ανα είδος ενέργειας για τα έτη 2012 - 2014.

Statistics

		ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ lt	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ kWh	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΑΖΟΥΤ kgr
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		1,8067	6,1500	7,2067
Median		1,9200	6,2100	7,4900
Std. Deviation		0,20502	0,32419	0,53463
Range		0,36	0,64	0,95

Κατανάλωση ενέργειας ανά είδος και ανά τόνο παραγωγής μπεντονίτη



Διάγραμμα 4.1.2: Η κατανάλωση ενέργειας ανά είδος για τα έτη 2012-2014.

Απόβλητα

Τα απόβλητα που παράγονται διαχωρίζονται σε στείρα αποκάλυψης, λειτουργικά και σε λάδια. Τα λάδια και τα λειτουργικά απόβλητα συγκεντρώνονται και μεταφέρονται για ανακύκλωση, ενώ κάποιες ποσότητες των στείρων υλικών χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία της αποκατάστασης. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.4: Παραγόμενα απόβλητα για τα έτη 2012 - 2014.

		Statistics		
		ΣΤΕΙΡΑ ΑΠΟΚΑΛΥΨΗΣ m3	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, SCRAP, ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΧΑΡΤΙ kgr	ΛΑΔΙΑ kgr
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
	Mean	867749,0000	61848,3333	6152,0000
	Median	873005,0000	57589,0000	6480,0000
	Std. Deviation	235337,02429	32215,87274	2250,00267
	Range	470586,00	64008,00	4464,00

Πίνακας 4.1.5: Παραγόμενα απόβλητα ανά τη παραγωγής μπεντονίτη.

		Statistics		
		ΣΤΕΙΡΑ ΑΝΑ ΤΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΧΑΡΤΙ, SCRAP ΑΝΑ ΤΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΛΑΔΙΑ ΑΝΑ ΤΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
	Mean	0,8267	0,0327	0,00567
	Median	0,7200	0,0300	0,00600
	Std. Deviation	0,25716	0,02610	0,002517
	Range	0,48	0,05	0,005

Αέριες εκπομπές

Για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών σκόνης γίνονται μετρήσεις επί εργαζομένου σε διάφορες θέσεις του λατομείου και κατά την διαδικασία της επεξεργασίας, ενώ οι αέριες εκπομπές ελέγχονται με μετρήσεις από τις καμινάδες των εργοστασίων. Για την διαχείρισή της σκόνης εφαρμόζονται διαβροχές στο χώρο του λατομείου, ενώ κατά την επεξεργασία υπάρχουν φίλτρα αποκονίωσης. Τα αποτελέσματα για τις προκαλούμενες αέριες εκπομπές mgr/Nm³ και συγκεντρώσεις σκόνης mg/m³ για τα έτη 2012-2014 παρουσιάζονται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.6: Προκαλούμενες αέριες εκπομπές mgr/Nm³ για τα έτη 2012 - 2014.

		Statistics						
		O ₂ %	CO ₂ %	CO mgr/Nm ³	SO ₂ mgr/Nm ³	NO mgr/Nm ³	NO ₂ mgr/Nm ³	NO _x mgr/Nm ³
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		19,0833	1,5167	31,3833	5,3100	96,8333	2,6733	99,4833
Median		19,1000	1,5500	21,2000	1,4500	103,4500	2,9500	106,3500
Std. Deviation		0,32532	0,30139	28,66532	6,72906	16,31444	1,58324	17,86857
Range		0,65	0,60	54,55	11,68	30,55	3,13	33,70

Πίνακας 4.1.7: Συγκεντρώσεις σκόνης mg/m³ για τα έτη 2012 - 2014 ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας.

		Statistics		
		ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΟΡΤΩΣΗ
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		0,1400	6,5867	0,4767
Median		0,1400	9,1100	0,3000
Std. Deviation		0,00000	4,44871	0,37740
Range		0,00	7,75	0,69

Χρήση νερού

Το νερό που καταναλώνεται προέρχεται από την Δημοτική ύδρευση και από επιφανειακούς λάκους που δημιουργούνται στο χώρο του λατομείου. Στην περίπτωση του μπεντονίτη δεν γίνεται κατανάλωση θαλασσινού νερού, όπως συμβαίνει για τον περλίτη. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζεται ακολούθως:

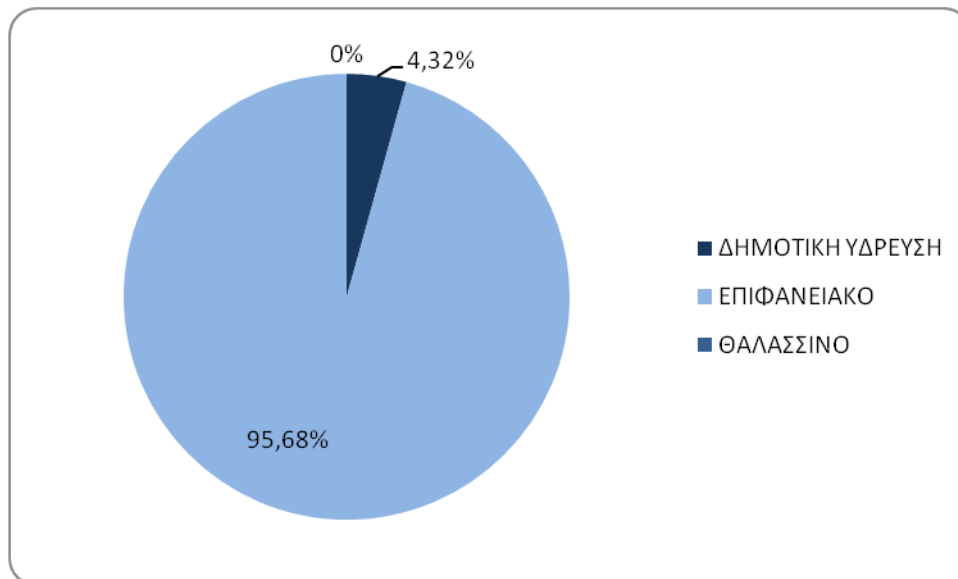
Πίνακας 4.1.8: Κατανάλωση νερού ανά κατηγορία νερού και για τα έτη 2012 - 2014.

		Statistics		
		ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΝΕΡΟ m3	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΑΠΟ ΛΑΚΚΟΥΣ ΛΑΤΟΜΕΙΩΝ	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ m3
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		2155,0000	47761,6667	0,0000
Median		1943,0000	50524,0000	0,0000
Std. Deviation		579,83446	8077,85890	0,00000
Range		1100,00	15431,00	0,00

Πίνακας 4.1.9: Η συνολική ποσότητα νερού που καταναλώθηκε για τα έτη 2012 - 2014 και ανά τη παραγωγή μπεντονίτη.

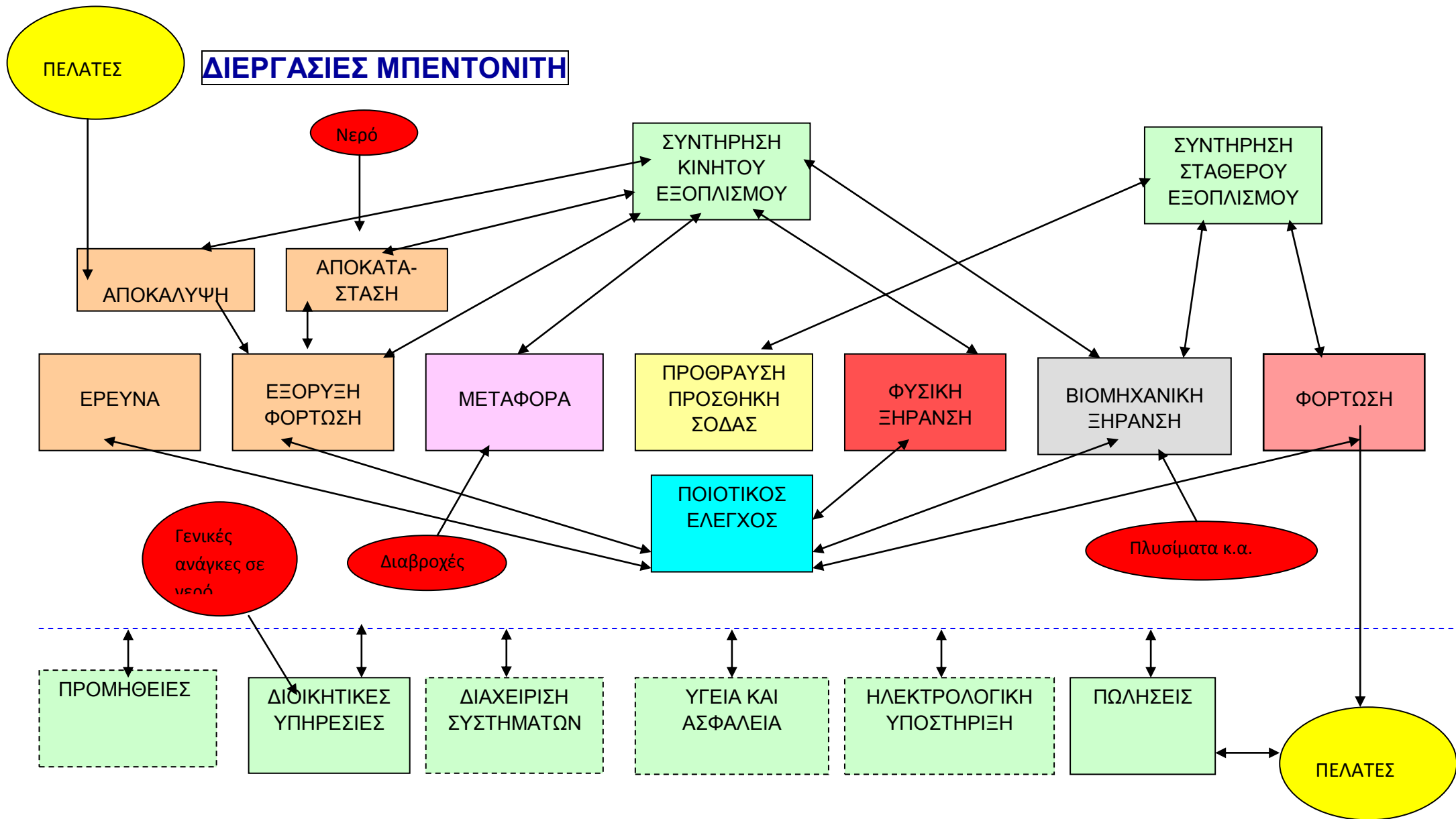
		Statistics	
		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ m3	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ m3 ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΤΑΙ ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
N	Valid	3	3
	Missing	0	0
Mean		49916,6667	0,0477
Median		52467,0000	0,0500
Std. Deviation		8555,50351	0,01365
Range		16531,00	0,03

Η κατανομή ανά είδος σε ποσοστό % της συνολικής κατανάλωσης νερού παρουσιάζεται γραφικά ακολούθως:



Διάγραμμα 4.1.3: Κατανομή ανά είδος της συνολικής κατανάλωσης νερού.

Στην συνέχεια, στο Σχήμα 4.1, παρουσιάζεται σχηματικά η παραγωγική διαδικασία του μπεντονίτη και οι θέσεις χρήσης νερού.



 :Χρήση νερού

Σχήμα 4.1 : Διεργασίες μπεντονίτη και θέσεις χρήσης νερού. (Πηγή: IMERYYS,2015.)

4.1.2 Αποτελέσματα λατομείου περλίτη

Κατά την παραγωγική διαδικασία του περλίτη ακολουθούνται τα στάδια:

- αποκάλυψη - εξόρυξη
- μεταφορά από τον χώρο της εξόρυξης προς επεξεργασία
- βιομηχανική επεξεργασία, κατά την οποία πραγματοποιείται θραύση, ξήρανση και κοσκίνηση
- αποθήκευση
- φόρτωση σε πλοία

Τα δεδομένα που παραχωρήθηκαν από την εταιρεία παρουσιάζονται στον πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.1.10: Δεδομένα λατομείων περλίτη.

				ΜΟΝΑΔΕΣ	2012	2013	2014
ΠΑΡΑΓΩΓΗ				TN	468740	383301	479136
	ΣΤΑΔΙΑ						
	ΕΞΟΡΥΞΗ	ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	lt	692753	665824	571072	
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ	ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	lt	567471	588925	684588	
	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ- ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	ΜΑΖΟΥΤ	Kgr	3345000	3125000	3350000	
		ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	kWh	7490000	6442000	7120000	
	ΦΟΡΤΩΣΗ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	kWh	241507	218851	201928	
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΕΡΟΥ						
ΝΕΡΟ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΝΕΡΟ		m3	1141	1296	1874	
	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΛΑΚΚΟΥΣ		m3	25777	33683	36064	
	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ		m3	0	678163	799228	
	ΣΤΕΙΡΑ ΑΠΟΚΑΛΥΨΗΣ		m3	88387	219440	199551	
ΑΠΟΒΛΗΤΑ	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ		kg	0	0	745	
	SCRAP		kg	63000	19600	36800	
	ΕΛΑΣΤΙΚΑ		kg	51	864	848	
	ΧΑΡΤΙ		kg	938	852	0	
	ΛΑΔΙΑ		kg	2504	5480	4320	
	ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ						
ΕΚΠΟΜΠΕΣ	O2			17,5	17,65	19	
	CO2			2,6	2,55	1,4	
	CO			7,05	34,55	28,3	
	SO2			0	1,3	1,25	
	NO			190,6	125,8	64,05	
	NO2			8,45	4,85	1,9	
	NOX			199,05	130,7	66	

	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	mg/m ³	27,636	7,69	12,94
		ΟΡΥΧΕΙΑ	mg/m ³	0,17		
ΣΠΔ	ΝΑΙ					
ΕΚΤΑΣΗ	470στρ.					

Στατιστική επεξεργασία και παρουσίαση δεδομένων λατομείων περλίτη.

Ενέργεια

Τα είδη ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι υγρά καύσιμα (πετρέλαιο), κατά την εξόρυξη και την μεταφορά, ηλεκτρική ενέργεια, κατά την επεξεργασία και την φόρτωση και μαζούτ κατά την διαδικασία της ξήρανσης στη επεξεργασία. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγής περλίτη και ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας για τα έτη 2012-2014 παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.11: Κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγής περλίτη και ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας για τα έτη 2012-2014.

Statistics

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ lt ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΟΡΥΞΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ lt ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΖΟΥΤ kgr ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ kWh ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ kWh ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΟΡΤΩΣΗ
N Valid	3	3	3	3	3
Missing	2	2	2	2	2
Mean	0,9467	1,3933	7,4300	15,8900	0,5033
Median	1,1900	1,4300	7,1400	16,0000	0,5200
Std. Deviation	0,68806	0,16803	0,62746	0,97964	0,07638
Range	1,31	0,33	1,15	1,95	0,15

Πίνακας 4.1.12: Κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγής περλίτη και ανά είδος ενέργειας για τα έτη 2012 - 2014.

Statistics

		ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ lt	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ kWh	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΑΖΟΥΤ kgr
N	Valid	3	3	3
	Missing	2	2	2
Mean		2,8600	16,3833	7,4267
Median		2,6900	16,4900	7,1400
Std. Deviation		0,35679	1,05406	0,63090
Range		0,65	2,10	1,16

Απόβλητα

Τα απόβλητα που παράγονται διαχωρίζονται σε στείρα αποκάλυψης, λειτουργικά και σε λάδια. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.13: Παραγόμενα απόβλητα για τα έτη 2012 - 2014.

Statistics

		ΣΤΕΙΡΑ ΑΠΟΚΑΛΥΨΗΣ m3	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, SCRAP, ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΧΑΡΤΙ kgr	ΛΑΔΙΑ kgr
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		169126,0000	41232,6667	4101,3333
Median		199551,0000	38393,0000	4320,0000
Std. Deviation		70625,65165	21477,75622	1500,00178
Range		131053,00	42673,00	2976,00

Πίνακας 4.1.14: Παραγόμενα απόβλητα ανά τη παραγωγής περλίτη.

		Statistics		
		ΣΤΕΙΡΑ ΑΝΑ ΤΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΧΑΡΤΙ, SCRAP ΑΝΑ ΤΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΛΑΔΙΑ ΑΝΑ ΤΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
	Mean	0,3933	0,0933	0,00933
	Median	0,4200	0,0800	0,00900
	Std. Deviation	0,19140	0,04163	0,004509
	Range	0,38	0,08	0,009

Αέριες εκπομπές

Για την ποσοτικοποίηση των αέριων εκπομπών γίνονται μετρήσεις στις καμινάδες των εργοστασίων και για τις συγκεντρώσεις σκόνης γίνονται μετρήσεις επί εργαζομένου σε διάφορες θέσεις του λατομείου, κατά την διαδικασία της επεξεργασίας και κατά το στάδιο της φόρτωσης του υλικού στα πλοία. Για την διαχείρισή της εφαρμόζονται διαβροχές στο χώρο της εξόρυξης, ενώ κατά την επεξεργασία γίνονται πλυσίματα και υπάρχουν φίλτρα αποκονίωσης. Οι προκαλούμενες αέριες εκπομπές mgr/Nm³ και συγκεντρώσεις σκόνης mg/m³ για τα έτη 2012 - 2014 παρουσιάζονται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.15: Προκαλούμενες αέριες εκπομπές mgr/Nm³.

		Statistics						
		O ₂ %	CO ₂ %	CO mgr/Nm ³	SO ₂ mgr/Nm ³	NO mgr/Nm ³	NO ₂ mgr/Nm ³	NO _x mgr/Nm ³
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
	Mean	18,0500	2,1833	23,3000	0,8500	126,8167	5,0667	131,9167
	Median	17,6500	2,5500	28,3000	1,2500	125,8000	4,8500	130,7000
	Std. Deviation	0,82614	0,67885	14,41570	0,73655	63,28113	3,28037	66,53334
	Range	1,50	1,20	27,50	1,30	126,55	6,55	133,05

Πίνακας 4.1.16: Συγκεντρώσεις σκόνης mg/m³ για τα έτη 2012 - 2014 ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας.

		Statistics		
		ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΟΡΤΩΣΗ
N	Valid	3	3	0
	Missing	0	0	3
Mean		0,1700	16,0887	
Median		0,1700	12,9400	
Std. Deviation		0,00000	10,33907	
Range		0,00	19,95	

Χρήση νερού

Το νερό που καταναλώνεται προέρχεται από την Δημοτική ύδρευση, από επιφανειακούς λάκους που δημιουργούνται στο χώρο του λατομείου και από την θάλασσα. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζεται ακολούθως:

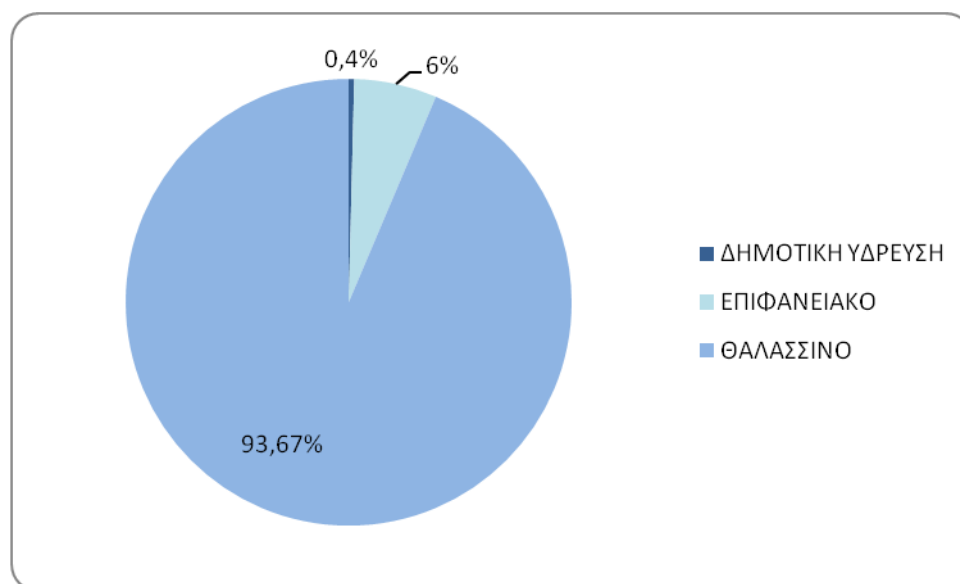
Πίνακας 4.1.17: Η κατανάλωση νερού ανά κατηγορία νερού και για τα έτη 2012 - 2014.

		Statistics		
		ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΝΕΡΟ m ³	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΑΠΟ ΛΑΚΚΟΥΣ ΛΑΤΟΜΕΙΩΝ	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ m ³
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		1437,0000	31841,3333	492463,6667
Median		1296,0000	33683,0000	678163,0000
Std. Deviation		386,30687	5385,10857	430760,40997
Range		733,00	10287,00	799228,00

Πίνακας 4.1.18: Η συνολική ποσότητα νερού που καταναλώθηκε για τα έτη 2012 - 2014 και ανά τη παραγωγής περλίτη.

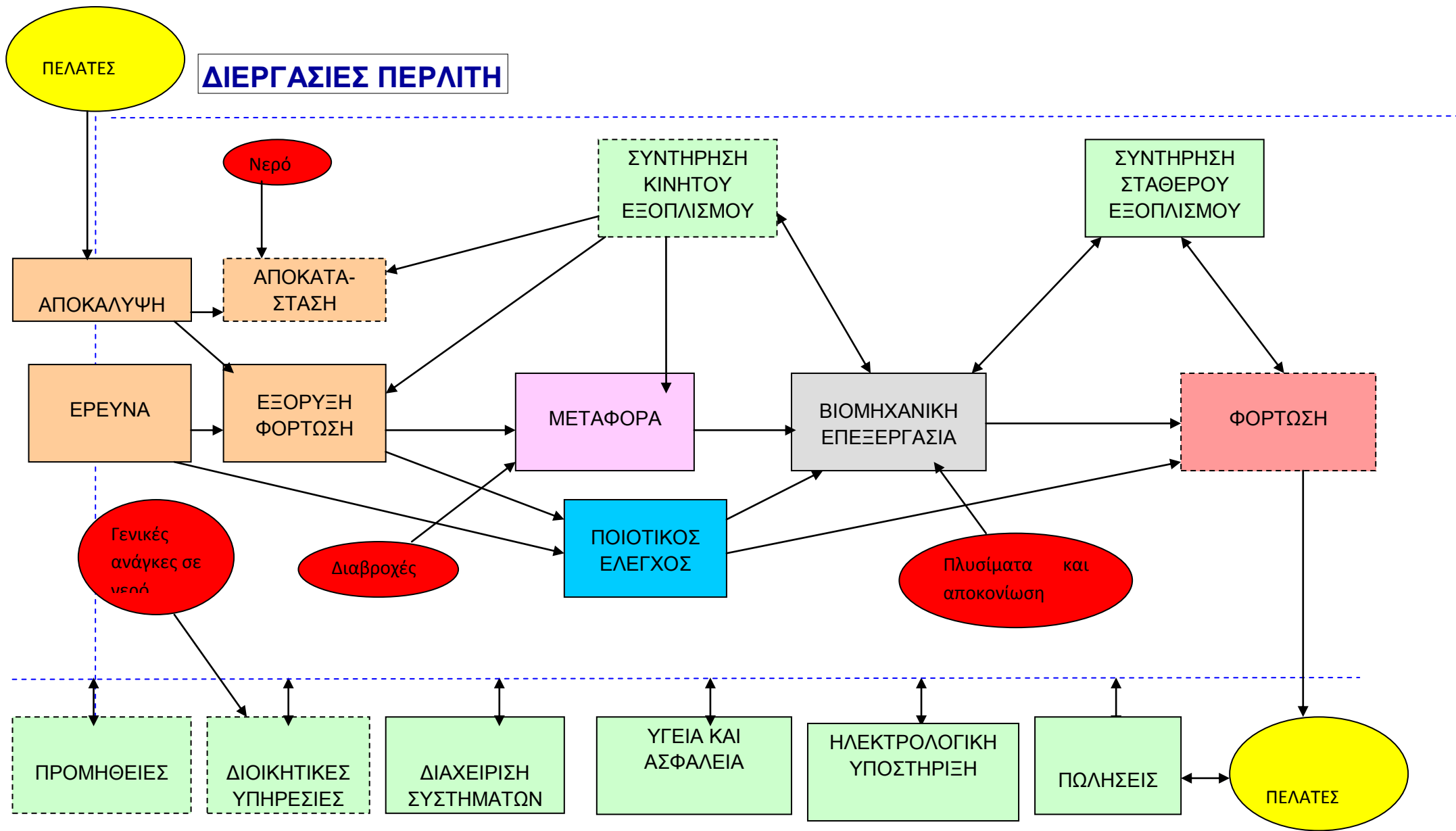
		Statistics		
		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ m3	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ m3 ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΤΑΙ ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ m3 ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		33278,3333	0,0757	1,1467
Median		34979,0000	0,0800	1,6700
Std. Deviation		5703,44636	0,01692	0,99430
Range		11020,00	0,03	1,77

Η κατανομή ανά είδος σε ποσοστό % της συνολικής κατανάλωσης νερού παρουσιάζεται γραφικά ακολούθως:



Διάγραμμα 4.1.4: Κατανομή ανά είδος της συνολικής κατανάλωσης νερού.

Στην συνέχεια, στο Σχήμα 4.2, παρουσιάζεται σχηματικά η παραγωγική διαδικασία του περλίτη και οι θέσεις χρήσης νερού.



Σχήμα 4.2: Διεργασίες περλίτη και θέσεις χρήσης νερού. (Πηγή: IMERYΣ,2015.)

4.1.3 Αποτελέσματα λατομείου ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 1

Η παραγωγική διαδικασία της ποζολάνη περιλαμβάνει τα στάδια ως ακολούθως:

- εξόρυξη
- εσωτερική μεταφορά
- θραύση
- αποθήκευση
- φόρτωση σε πλοία

Τα δεδομένα που παραχωρήθηκαν από την εταιρεία παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.19.

Πίνακας 4.1.19: Δεδομένα λατομείου ποζολάνη Ξυλοκερατιά 1.

				2010	2011	2012	2013	2014	
ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΜΟΝΑΔΕΣ TN			259000	178000	139000	189000	136000	
ΣΤΑΔΙΑ		ΕΞΟΡΥΞΗ	ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΣΩΤ. ΜΕΤΑΦΟΡΑ		ΘΡΑΥΣΗ	ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ		ΦΟΡΤΩΣΗ	
				2010	2011	2012	2013	2014	
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	kWh		ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	214653	142400	130706	145317	120718	θραύση, αποθήκ., φόρτωση
	lt		ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	214735	119601	106283	114283	101424	εξόρυξη, εσωτ. μεταφ.
	kg		ΕΚΡΗΚΤΙΚΑ	0	0	0	0	3700	εξόρυξη
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ									
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/TN			ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	0,83	0,8	0,94	0,77	0,89	
			ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0,81	0,66	0,81	0,6	0,72	
ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ	mg/m3		ΟΡΥΧΕΙΟ			0,05	0,05	0,05	
	mg/m3		ΘΡΑΥΣΗ			0,35	0,35	0,35	
			ΦΟΡΤΩΣΗ			0,15	0,15	0,15	
ΑΠΟΒΛΗΤΑ	kg		ΛΑΔΙΑ			270	0	0	
			ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ			680	0	0	
			ΧΑΡΤΙ			0	100	200	
			ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ			0	3000	2000	
			ΣΤΕΙΡΑ ΑΠΟΚΑΛΥΨΗΣ			0	0	0	
ΝΕΡΟ	m3	ΔΙΑΒΡΟΧΗ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ		4000	5000	5000	4000	4000	
		ΠΟΤΙΣΜΑ ΦΥΤΩΡΙΟΥ-ΒΑΘΜΙΔΩΝ		240	220	180	140	140	
ΣΠΔ	ΟΧΙ								
ΕΚΤΑΣΗ	440στρ.								

Στατιστική επεξεργασία και παρουσίαση δεδομένων λατομείου ποζολάνη Ξυλοκερατιά1.

Ενέργεια

Τα είδη ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι υγρά καύσιμα (πετρέλαιο), ηλεκτρική ενέργεια και εκρηκτικές ύλες. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγής ποζολάνη και ανά είδος ενέργειας για τα έτη 2012 - 2014 παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.20: Κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγής ποζολάνη και ανά είδος ενέργειας.

		Statistics		
		ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ lt	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ kWh	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ kgr
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		0,7100	0,8667	0,0100
Median		0,7200	0,8900	0,0000
Std. Deviation		0,10536	0,08737	0,01732
Range		0,21	0,17	0,03

Απόβλητα

Τα απόβλητα που παράγονται διαχωρίζονται σε λειτουργικά και σε λάδια. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για τα παραγόμενα απόβλητα για τα έτη 2012 - 2014 και ανα τη παραγωγής ποζολάνη παρουσιάζονται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.21: Παραγόμενα απόβλητα για τα έτη 2012 - 2014

		Statistics		
		ΣΤΕΙΡΑ ΑΠΟΚΑΛΥΨΗΣ m3	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, SCRAP, ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΧΑΡΤΙ kgr	ΛΑΔΙΑ kgr
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		0,0000	1993,3333	90,0000
Median		0,0000	2200,0000	0,0000
Std. Deviation		0,00000	1223,16529	155,88457
Range		0,00	2420,00	270,00

Πίνακας 4.1.22: Παραγόμενα απόβλητα ανά τη παραγωγής ποζολάνη.

Statistics

		ΣΤΕΙΡΑ ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΧΑΡΤΙ, SCRAP ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΛΑΔΙΑ ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		0,0000	0,01233	0,00067
Median		0,0000	0,01600	0,00000
Std. Deviation		0,00000	0,006351	0,001155
Range		0,00	0,011	0,002

Αέριες εκπομπές

Για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών σκόνης γίνονται μετρήσεις σε διάφορες θέσεις του λατομείου και κατά την διαδικασία της θραύσης. Για την διαχείρισή της εφαρμόζονται διαβροχές στο χώρο της εξόρυξης και στις πλατείες συγκέντρωσης του υλικού, ενώ κατά την επεξεργασία υπάρχουν φίλτρα αποκονίωσης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.23.

Πίνακας 4.1.23: Προκαλούμενες συγκεντρώσεις σκόνης mg/m³ για τα έτη 2012-2014 ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας.

Statistics

		ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΟΡΤΩΣΗ
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		0,05	0,35	0,15
Median		0,05	0,35	0,15
Std. Deviation		0,000	0,000	0,000
Range		0,00	0,00	0,00

Χρήση νερού

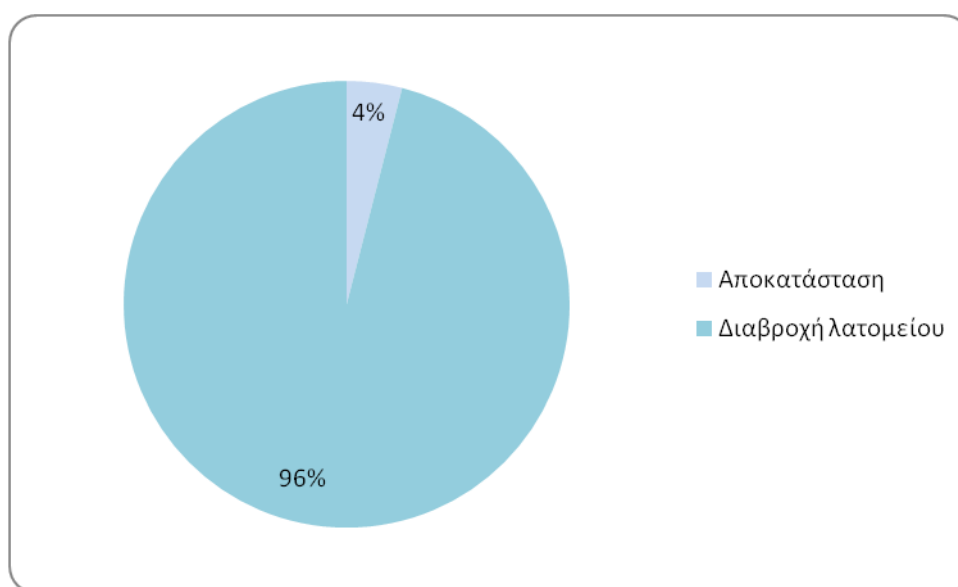
Το νερό που καταναλώνεται προέρχεται από την Δημοτική ύδρευση. Η χρήση του γίνεται κυρίως για διαβροχή του λατομείου, για την κάλυψη των αναγκών των διοικητικών υπηρεσιών και κατά την αποκατάσταση. Η κατανάλωση νερού για διαβροχή του λατομείου και λοιπές χρήσεις και κατά την αποκατάσταση, η συνολική ποσότητα νερού που καταναλώθηκε για τα έτη 2012 - 2014 και ανά τη παραγωγής ποζολάνη παρουσιάζονται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.24: Κατανάλωση νερού για τα έτη 2012 - 2014 και ανά τη παραγωγής ποζολάνη.

Statistics

		ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ ΓΙΑ ΔΙΑΒΡΟΧΗ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΤΑΙ ΑΝΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
N	Valid	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0
Mean		4333,3333	153,3333	4486,6667	0,0300
Median		4000,0000	140,0000	4140,0000	0,0300
Std. Deviation		577,35027	23,09401	600,44428	0,01000
Range		1000,00	40,00	1040,00	0,02

Στην συνέχεια παρουσιάζεται το ποσοστό κατανάλωσης νερού στις διάφορες χρήσεις της μονάδας.



Διάγραμμα 4.1.5: Κατανομή κατανάλωσης νερού στις διεργασίες της μονάδας.

4.1.4 Αποτελέσματα λατομείου ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 2

Η παραγωγική διαδικασία της ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 2 είναι όμοια με την διαδικασία της περίπτωσης Ξυλοκερατιά 1 και περιλαμβάνει τα στάδια ως ακολούθως:

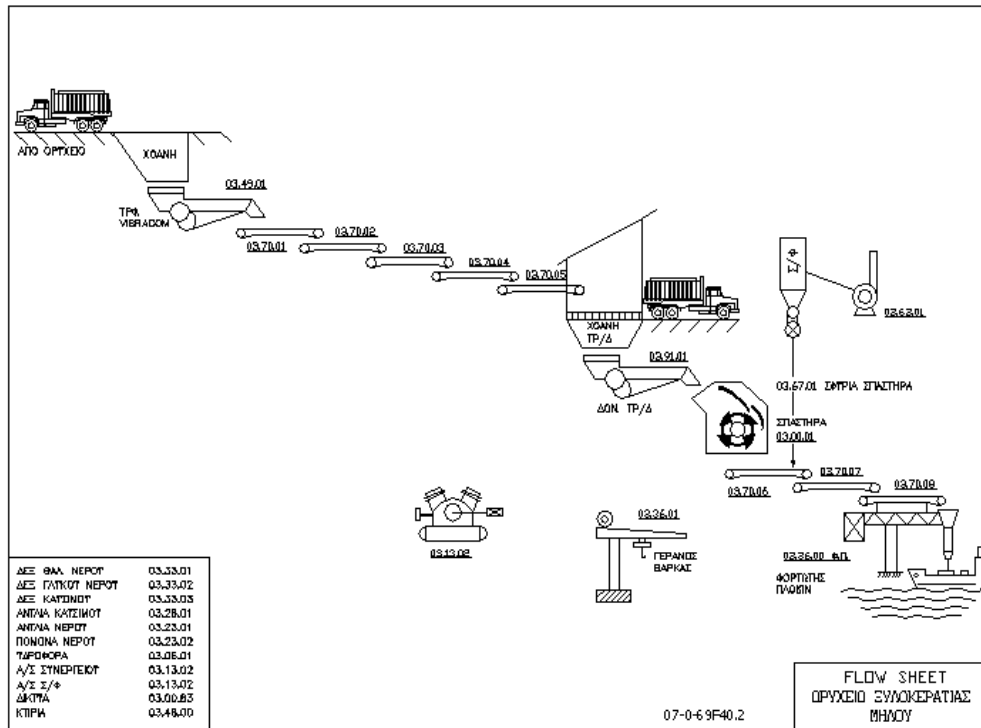
- εξόρυξη
- εσωτερική μεταφορά
- θραύση, κατά την οποία πραγματοποιείται σπάσιμο και κοσκίνισμα
- αποθήκευση
- φόρτωση σε πλοία

Τα δεδομένα που παραχωρήθηκαν από την εταιρεία παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.25.

Πίνακας 4.1.25: Δεδομένα λατομείου ποζολάνη Ξυλοκερατιά 2.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΜΟΝΑΔΕΣ		2012	2013	2014	
ΠΑΡΑΓΩΓΗ	TN		40378	32120	42870	
ΕΝΕΡΓΕΙΑ						
ΑΝΑ ΣΤΑΔΙΟ	L/TN	ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0,9	0,87	0,83	εξόρυξη,εσωτερ.μεταφ. θραύση,φορτωση
	KW/TN	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	0,76	0,82	0,71	
ΑΕΡΙΕΣ						
ΕΚΠΟΜΠΕΣ	mgΑΣ10/Wmdry		35,92			στερεά σωματίδια σκόνη
	mg/m3	ΟΡΥΧΕΙΟ	0,29	0,29	0,29	
		ΘΡΑΥΣΗ	1,23	1,23	1,23	
		ΦΟΡΤΩΣΗ	0,86	0,86	0,86	
ΑΠΟΒΛΗΤΑ	Kgr	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ	571	513	509	
	kgr	ΣΤΕΙΡΑ	0	0	0	
	kgr	ΛΑΔΙΑ	0	609	0	
ΝΕΡΟ	m3	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	2290	2100	1136	
		ΔΙΑΒΡΟΧΗ ΛΑΤΟΜ.	5500	4700	5000	
		ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΝΕΡΟ	7790	6800	6136	
ΣΠΔ	ΝΑΙ					
ΕΚΤΑΣΗ	350στρ.					

Στην συνέχεια παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής εργασιών της μονάδας.



Διάγραμμα 4.6: Διάγραμμα ροής εργασιών μονάδας Ξυλοκερατιά 2.
 Πηγή: INTERMPIETON A.E.

Στατιστική επεξεργασία και παρουσίαση δεδομένων λατομείου ποζολάνη Ξυλοκερατιά2.

Ενέργεια

Τα είδη ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι υγρά καύσιμα (πετρέλαιο) και ηλεκτρική ενέργεια. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγή ποζολάνη και ανά είδος ενέργειας για τα έτη 2012-2014 παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.26: Κατανάλωση ενέργειας ανά τη παραγωγή ποζολάνη και ανά είδος ενέργειας.

		Statistics	
		ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ lt	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ kWh
N	Valid	3	3
	Missing	0	0
Mean		0,8667	0,7633
Median		0,8700	0,7600
Std. Deviation		0,03512	0,05508
Range		0,07	0,11

Απόβλητα

Τα απόβλητα που παράγονται διαχωρίζονται σε λειτουργικά και σε λάδια. Για τα παραγόμενα απόβλητα για τα έτη 2012 - 2014 ισχύει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 4.1.27: Παραγόμενα απόβλητα για τα έτη 2012 - 2014

		Statistics		
		ΣΤΕΙΡΑ ΑΠΟΚΑΛΥΨΗΣ m3	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, SCRAP, ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΧΑΡΤΙ kgr	ΛΑΔΙΑ kgr
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		0,0000	531,0000	203,0000
Median		0,0000	513,0000	0,0000
Std. Deviation		0,00000	34,69870	351,60631
Range		0,00	62,00	609,00

Εξετάζοντας τα παραγόμενα απόβλητα ανά τη παραγωγής ποζολάνη προέκυψαν τα παρακάτω στατιστικά δεδομένα:

Πίνακας 4.1.28: Παραγόμενα απόβλητα ανά τη παραγωγής ποζολάνη

		Statistics		
		ΣΤΕΙΡΑ ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΧΑΡΤΙ, SCRAP ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΛΑΔΙΑ ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
Mean		0,0000	0,01400	0,00633
Median		0,0000	0,01400	0,00000
Std. Deviation		0,00000	0,002000	0,010970
Range		0,00	0,004	0,019

Αέριες εκπομπές

Για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών σκόνης γίνονται μετρήσεις σε διάφορες θέσεις του λατομείου και κατά την διαδικασία της θραύσης. Για την διαχείρισή της εφαρμόζονται διαβροχές στο χώρο της εξόρυξης και στις πλατείες συγκέντρωσης του υλικού, ενώ κατά την επεξεργασία υπάρχουν φίλτρα αποκονίωσης. Οι προκαλούμενες συγκεντρώσεις σκόνης mg/m³ για τα έτη 2012-2014 και ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας παρουσιάζονται ακολούθως:

Πίνακας 4.1.29: Συγκεντρώσεις σκόνης mg/m³ για τα έτη 2012-2014 και ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας.

		Statistics		
		ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΟΡΤΩΣΗ
N	Valid	3	3	3
	Missing	0	0	0
	Mean	0,2900	1,2300	0,8600
	Median	0,2900	1,2300	0,8600
	Std. Deviation	0,00000	0,00000	0,00000
	Range	0,00	0,00	0,00

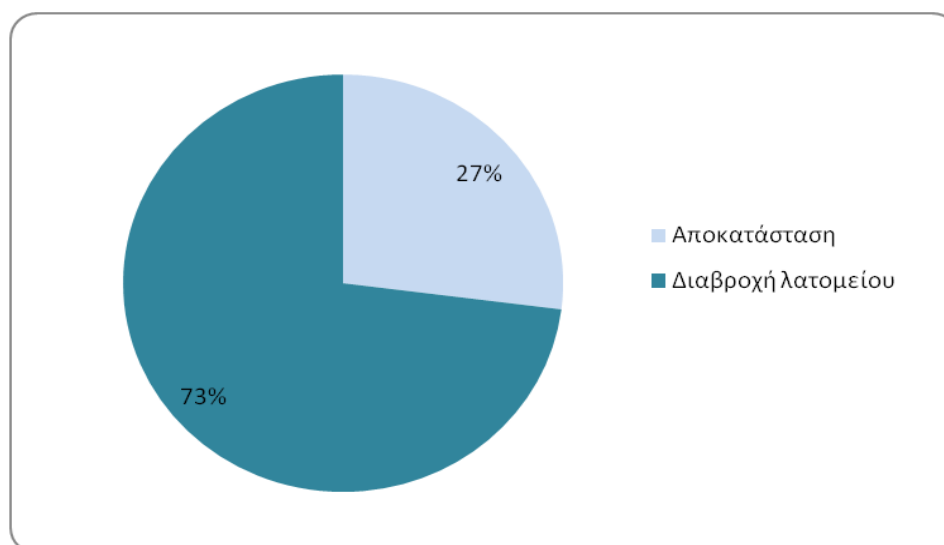
Χρήση νερού

Το νερό που καταναλώνεται προέρχεται από την Δημοτική ύδρευση. Η χρήση του γίνεται κυρίως για διαβροχή του λατομείου, για την κάλυψη των αναγκών των διοικητικών υπηρεσιών και κατά την αποκατάσταση. Η συνολική ποσότητα νερού που καταναλώθηκε σε m³ για τα έτη 2012 - 2014 και ανά τη παραγωγής ποζολάνη παρουσιάζεται ως ακολούθως:

Πίνακας 4.1.30: Κατανάλωση νερού σε m³ στις διάφορες χρήσεις για τα έτη 2012-2014 και ανά τη παραγωγής ποζολάνη.

		Statistics			
		ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ ΓΙΑ ΔΙΑΒΡΟΧΗ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΠΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΤΑΙ ΑΝΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
N	Valid	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0
	Mean	5066,6667	1842,0000	6908,6667	0,1800
	Median	5000,0000	2100,0000	6800,0000	0,1900
	Std. Deviation	404,14519	618,75035	832,33727	0,03606
	Range	800,00	1154,00	1654,00	0,07

Στην συνέχεια παρουσιάζεται το ποσοστό κατανάλωσης του νερού στις διάφορες χρήσεις της μονάδας.

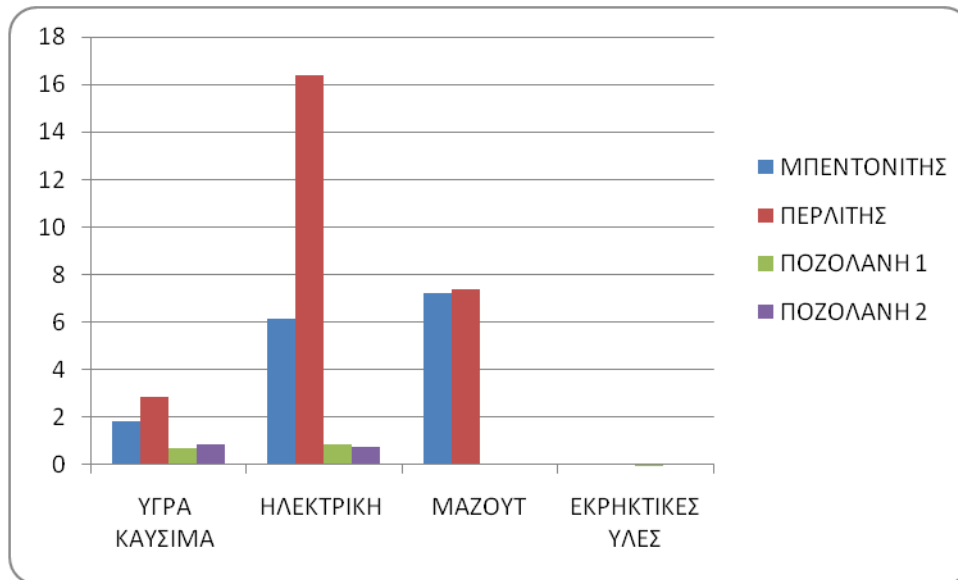


Διάγραμμα 4.1.7: Κατανομή κατανάλωσης νερού στις διεργασίες της μονάδας.

4.1.5 Συγκριτικά δεδομένα των υπό μελέτη λατομείων ανά παράμετρο ΠΑ και ΥΑ

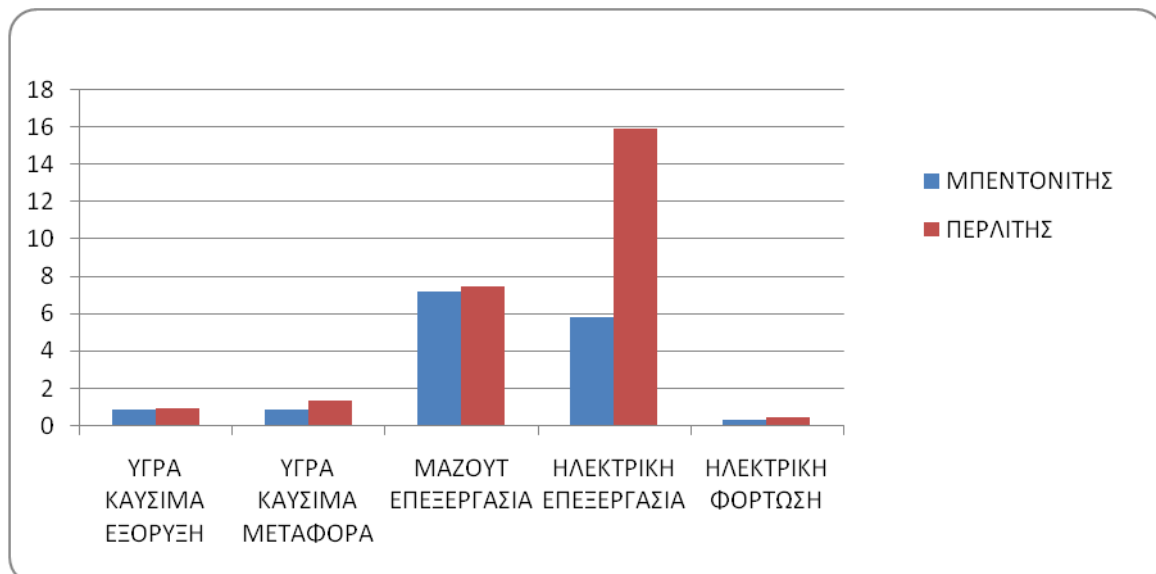
Ενέργεια

Η μέση κατανάλωση ενεργειακών πηγών, έχοντας ως λειτουργική μονάδα την παραγωγή ενός τμ βιομηχανικού ορυκτού, συγκριτικά για την κάθε μονάδα παρουσιάζεται γραφικά ακολούθως:



Διάγραμμα 4.1.8: Κατανάλωση ενεργειακών πηγών.

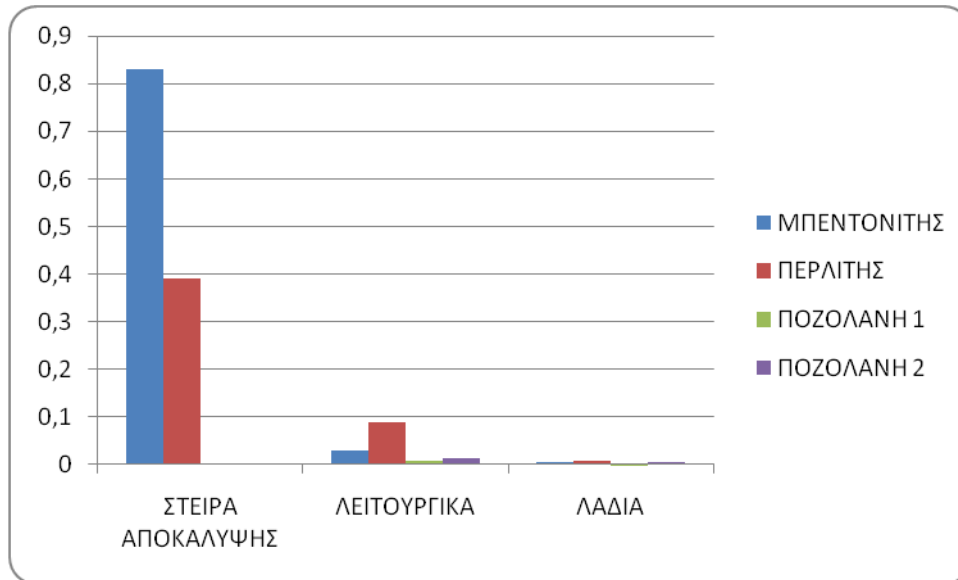
Επιπλέον για τις κατηγορίες βιομηχανικών ορυκτών μπεντονίτη και περλίτη γίνεται σύγκριση της μέσης τιμής κατανάλωσης ενεργειακών πηγών για την παραγωγή ενός τμ ορυκτού ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας.



Διάγραμμα 4.1.9: Σύγκριση μέσης τιμής κατανάλωσης ενέργειας ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας.

Απόβλητα

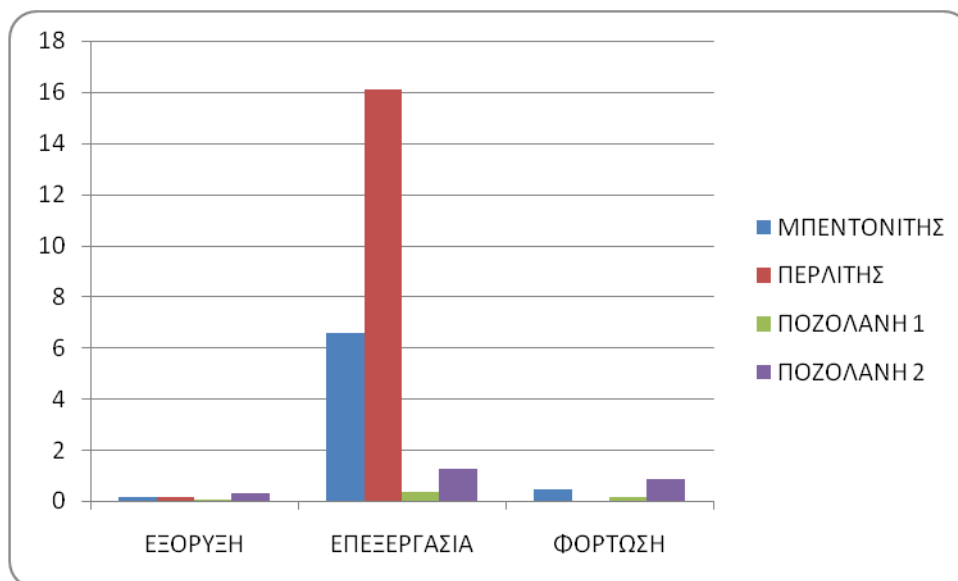
Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές για τα παραγόμενα απόβλητα ανά κατηγορία και με βάση τον *τη* παραγωγής ορυκτού, συγκριτικά για την κάθε μονάδα.



Διάγραμμα 4.1.10: Παραγωγή αποβλήτων ανά κατηγορία βιομηχανικού ορυκτού.

Αέριες εκπομπές

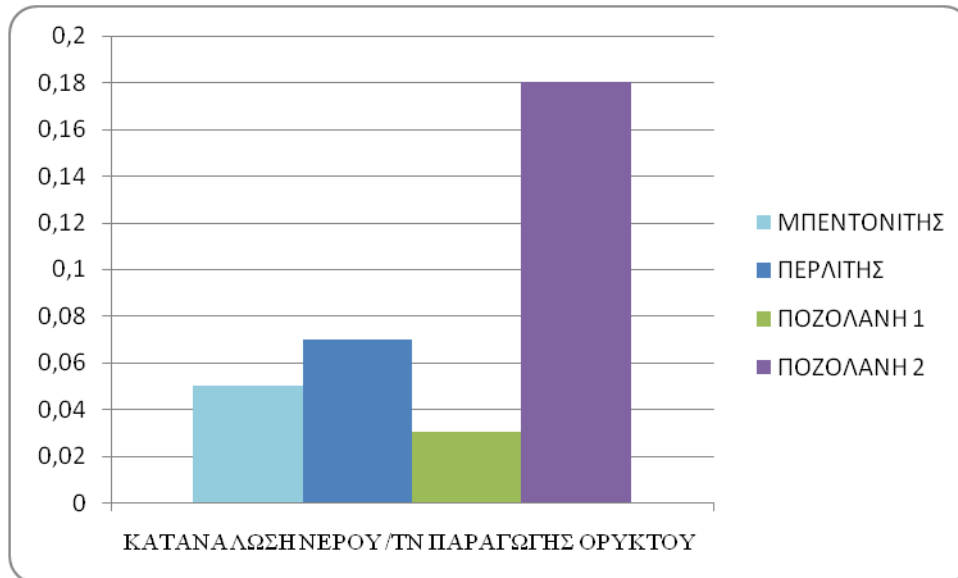
Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις σκόνης για κάθε στάδιο και συγκριτικά για την κάθε μονάδα.



Διάγραμμα 4.1.11: Σύγκριση συγκεντρώσεων σκόνης ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας.

Χρήση νερού

Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές συνολικής κατανάλωσης νερού για την παραγωγή ενός τn ορυκτού, συγκριτικά για κάθε ορυκτό.



Διάγραμμα 4.1.12: Σύγκριση κατανάλωσης νερού ανά τόνο παραγωγής ορυκτού και ανά ορυκτό.

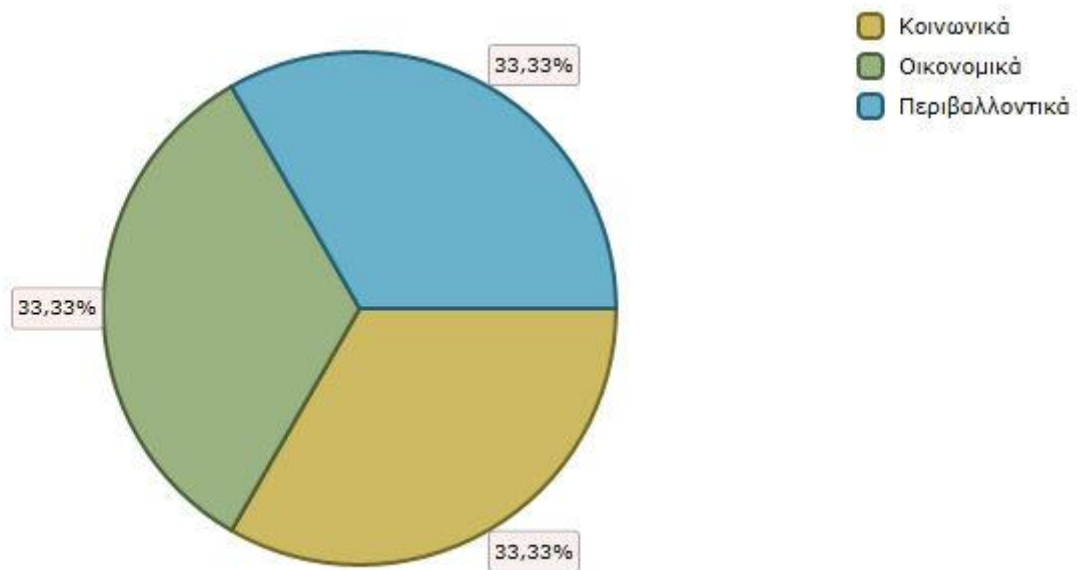
4.2 Αξιολόγηση μεθόδων αποκατάστασης λατομείων v. Μήλου

Κατά την πολυκριτηριακή ανάλυση επιλέχθηκαν τα κύρια κριτήρια το περιβάλλον, η οικονομία και η κοινωνία και δόθηκε για το καθένα ισόποση βαρύτητα. Στο διάγραμμα 4.2.1 παρουσιάζεται σχηματικά η βαρύτητα των επιλεγόμενων κύριων κριτηρίων.

Κοινωνικά ως προς τα Οικονομικά 1:1

Κοινωνικά ως προς τα Περιβαλλοντικά 1:1

Οικονομικά ως προς τα Περιβαλλοντικά 1:1



Διάγραμμα 4.2.1: Βαρύτητα κύριων κριτηρίων.

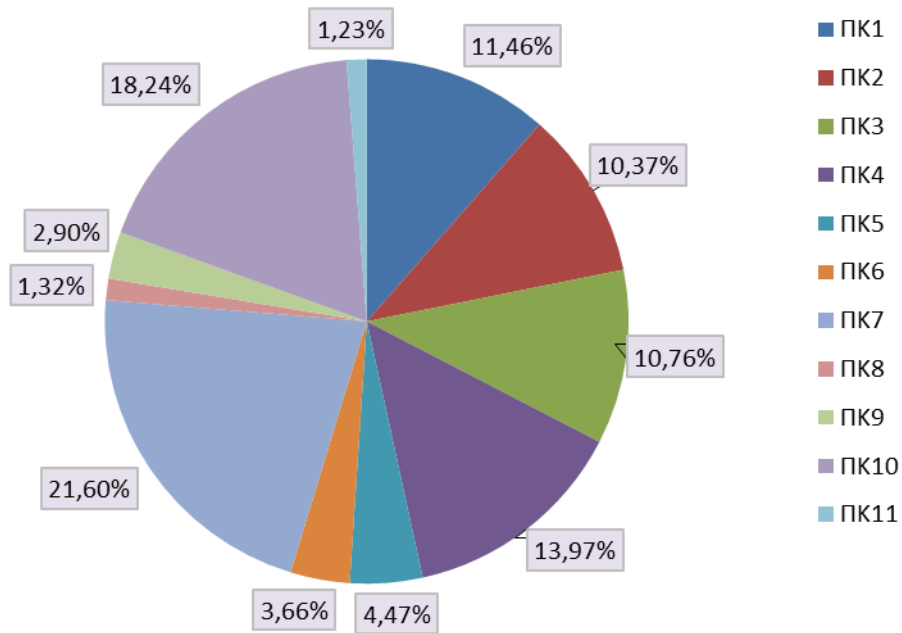
Βαρύτητα κριτηρίων:

Περιβαλλοντικά 33,33%

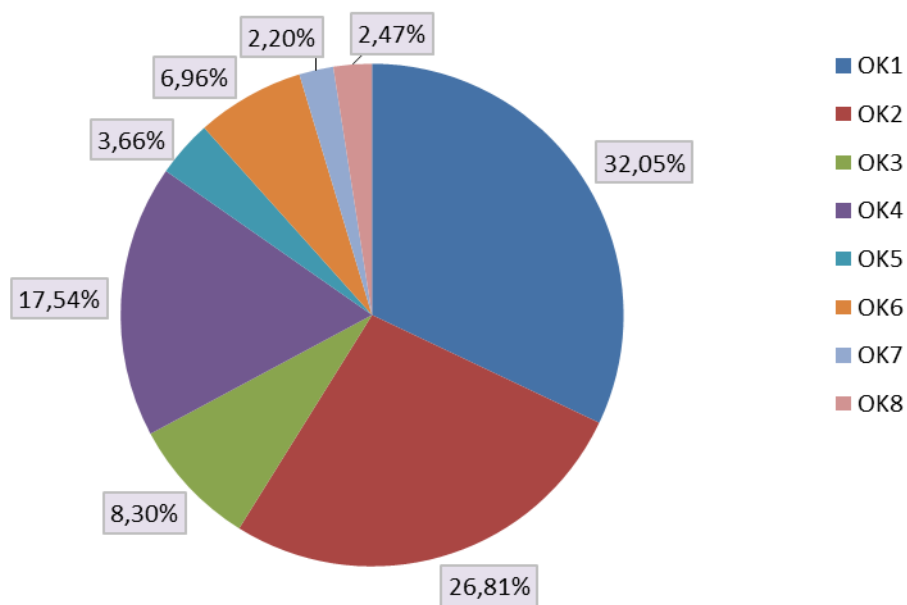
Οικονομικά 33,33%

Κοινωνικά 33,33%

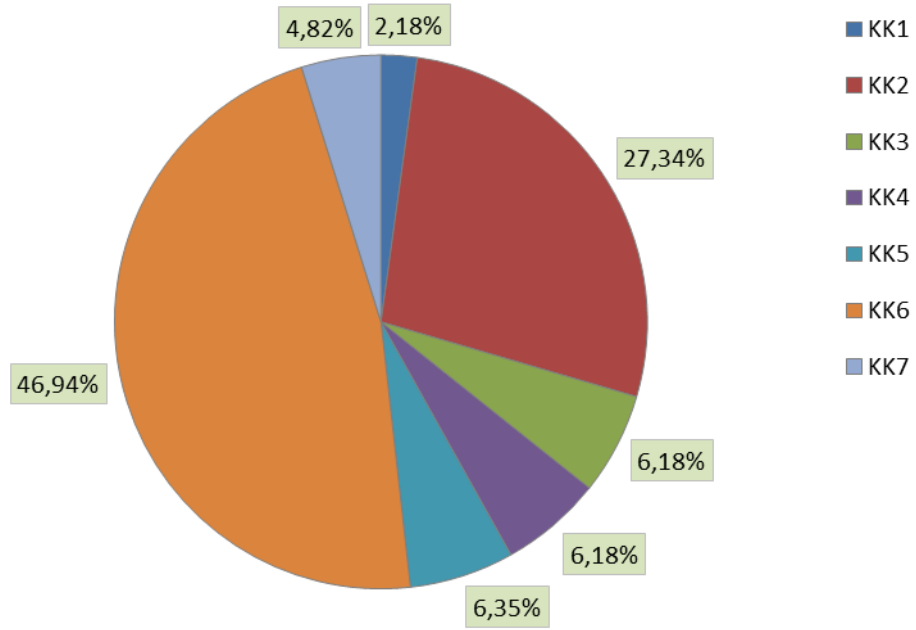
Η συγκριτική αξιολόγηση των υποκριτηρίων κάθε κατηγορίας κριτηρίων έγινε με βάση την βαρύτητα που δόθηκε σε κάθε επιλογή. Στα διαγράμματα 4.2.2, 4.2.3 και 4.2.4 παρουσιάζεται η βαρύτητα των υποκριτηρίων ανά κατηγορία ξεχωριστά.



Διάγραμμα 4.2.2: Βαρύτητα περιβαλλοντικών υποκριτηρίων.



Διάγραμμα 4.2.3: Βαρύτητα οικονομικών υποκριτηρίων.

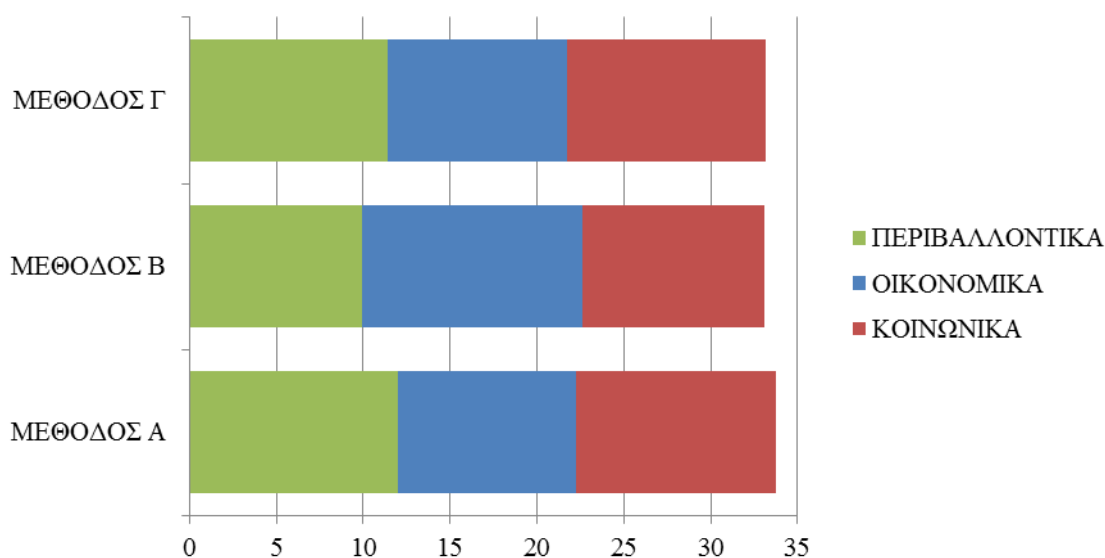


Διάγραμμα 4.2.4: Βαρύτητα κοινωνικών υποκριτηρίων.

Η κατάταξη των μεθόδων αποκατάστασης, που εφαρμόζονται στα υπό μελέτη λατομεία, στα πλαίσια των κύριων κριτηρίων, όπως προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη την βαρύτητα αυτών, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 4.2.5. Οι τιμές σε ποσοστό % που εμφανίζει η κάθε μέθοδος ανά κριτήριο παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2.1.

Πίνακας 4.2.1: Τιμές σε ποσοστά % κατάταξης των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των κύριων κριτηρίων.

	ΜΕΘΟΔΟΣ Α	ΜΕΘΟΔΟΣ Β	ΜΕΘΟΔΟΣ Γ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ	11,96	9,94	11,43
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ	10,31	12,7	10,32
ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ	11,47	10,44	11,43
ΣΥΝΟΛΟ	33,74	33,08	33,18

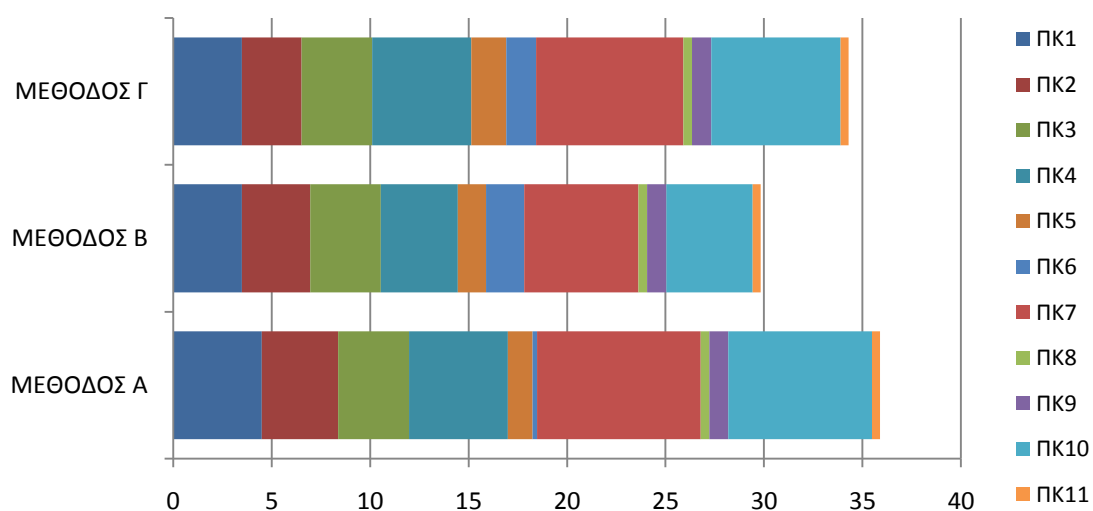


Διάγραμμα 4.2.5: Κατάταξη των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των κύριων κριτηρίων.

Επιπροσθέτως, στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι τιμές σε ποσοστά % κατάταξης των μεθόδων αποκατάστασης στα πλαίσια των υποκριτηρίων για κάθε κριτήριο ξεχωριστά, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα κατάταξης.

Πίνακας 4.2.2: Τιμές σε ποσοστά % κατάταξης των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών υποκριτηρίων.

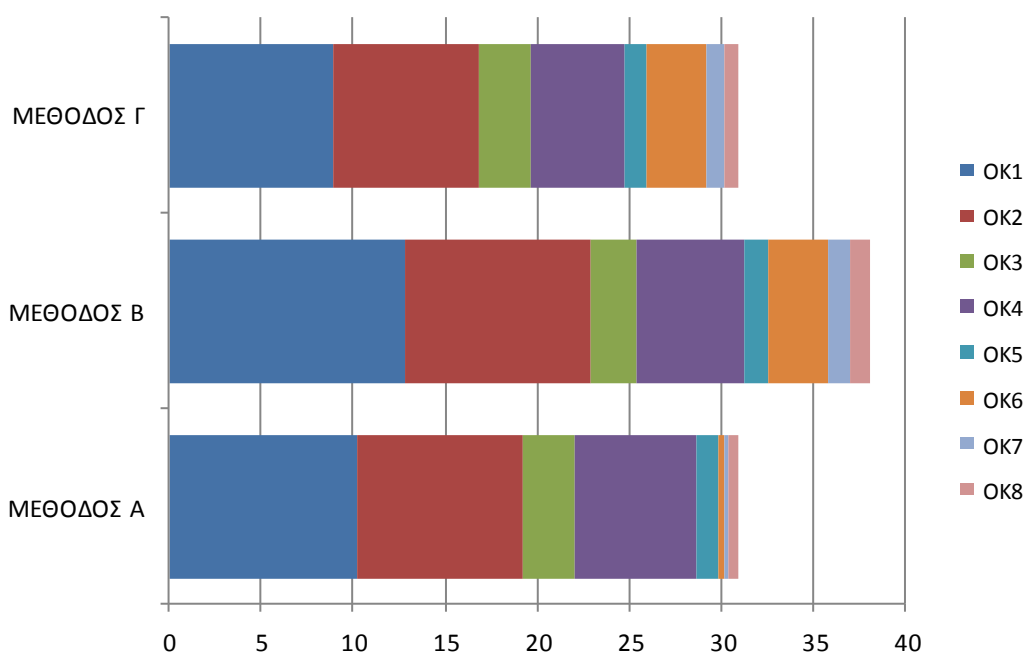
	ΜΕΘΟΔΟΣ Α	ΜΕΘΟΔΟΣ Β	ΜΕΘΟΔΟΣ Γ
ΠΚ1	4,49	3,49	3,49
ΠΚ2	3,89	3,46	3,02
ΠΚ3	3,59	3,59	3,59
ΠΚ4	5,03	3,91	5,03
ΠΚ5	1,25	1,43	1,79
ΠΚ6	0,22	1,94	1,51
ΠΚ7	8,31	5,81	7,48
ΠΚ8	0,44	0,44	0,44
ΠΚ9	0,97	0,97	0,97
ΠΚ10	7,3	4,38	6,57
ΠΚ11	0,41	0,41	0,41



Διάγραμμα 4.2.6: Κατάταξη των μεθόδων αποκατάστασης στα πλαίσια των περιβαλλοντικών υποκριτηρίων.

Πίνακας 4.2.3: Τιμές σε ποσοστά % κατάταξης των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των οικονομικών υποκριτηρίων.

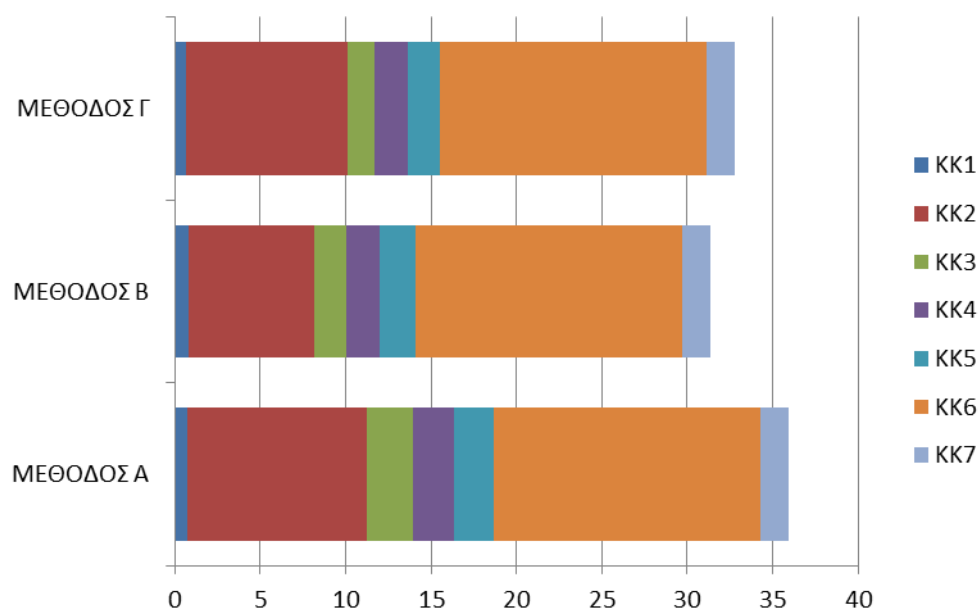
	ΜΕΘΟΔΟΣ Α	ΜΕΘΟΔΟΣ Β	ΜΕΘΟΔΟΣ Γ
OK1	10,26	12,82	8,97
OK2	8,94	10,06	7,82
OK3	2,89	2,53	2,89
OK4	6,58	5,85	5,12
OK5	1,16	1,35	1,16
OK6	0,41	3,27	3,27
OK7	0,13	1,16	0,91
OK8	0,59	1,06	0,82



Διάγραμμα 4.2.7: Κατάταξη των μεθόδων αποκατάστασης στα πλαίσια των οικονομικών υποκριτηρίων.

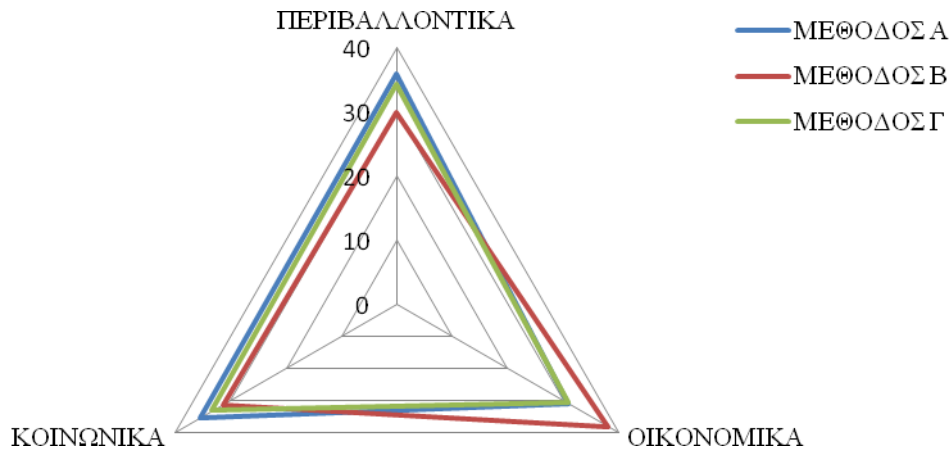
Πίνακας 4.2.4: Τιμές σε ποσοστά % κατάταξης των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των κοινωνικών υποκριτηρίων.

	ΜΕΘΟΔΟΣ Α	ΜΕΘΟΔΟΣ Β	ΜΕΘΟΔΟΣ Γ
ΚΚ1	0,73	0,82	0,64
ΚΚ2	10,52	7,36	9,47
ΚΚ3	2,69	1,88	1,61
ΚΚ4	2,38	1,9	1,9
ΚΚ5	2,35	2,12	1,88
ΚΚ6	15,65	15,65	15,65
ΚΚ7	1,61	1,61	1,61

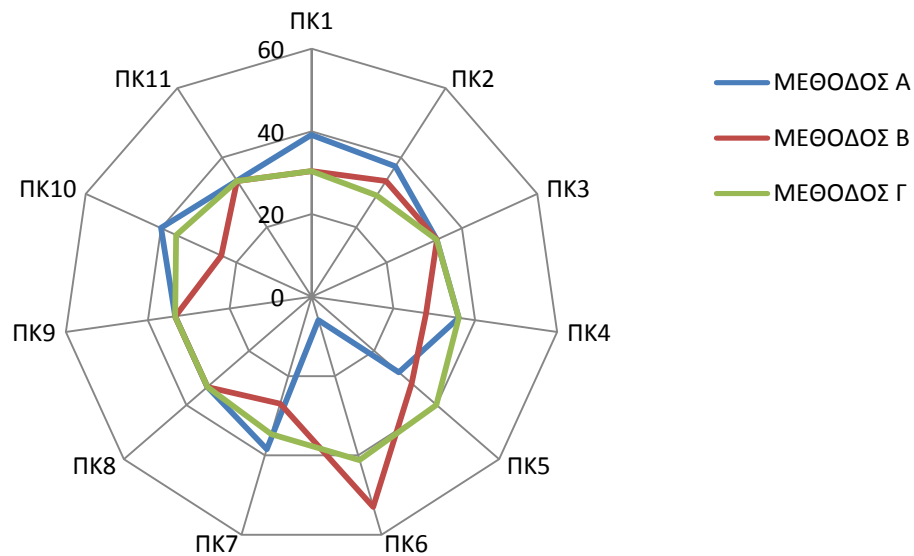


Διάγραμμα 4.2.8: Κατάταξη των μεθόδων αποκατάστασης στα πλαίσια των κοινωνικών υποκριτηρίων.

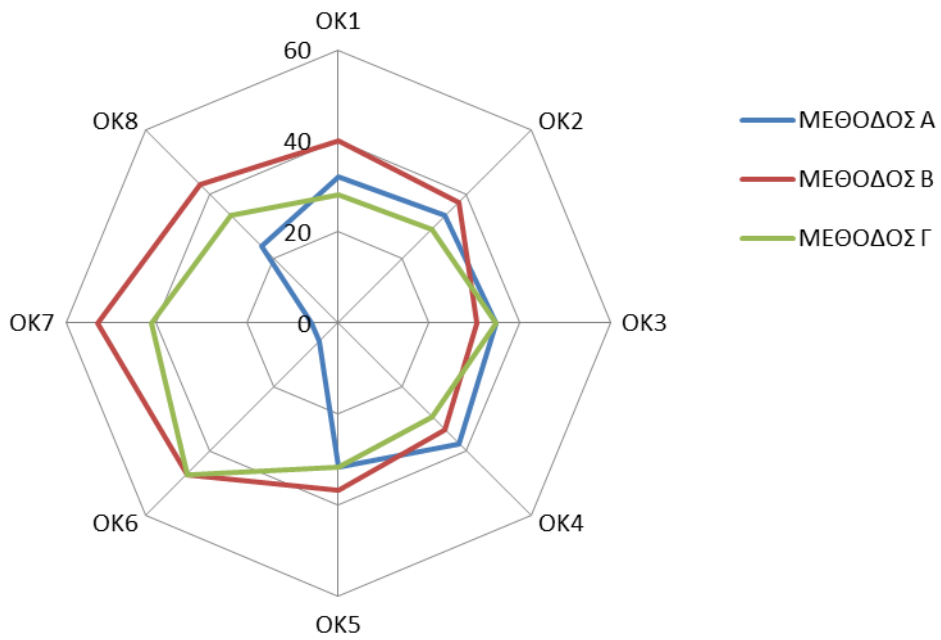
Στην συνέχεια στο Διάγραμμα παρουσιάζεται σχηματικά η ανάλυση ευαισθησίας των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των κύριων κριτηρίων και στα Διαγράμματα παρουσιάζεται η ανάλυση ευαισθησίας των μεθόδων αποκατάστασης στα πλαίσια των υποκριτηρίων ξεχωριστά.



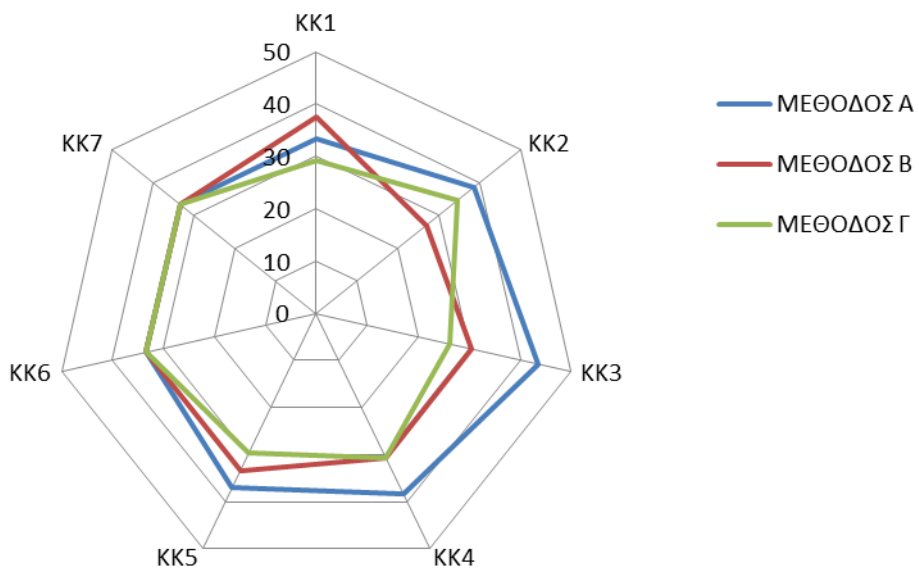
Διάγραμμα 4.2.9: Ανάλυση ευαισθησίας των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των κύριων κριτηρίων.



Διάγραμμα 4.2.10: Ανάλυση ευαισθησίας των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών υποκριτηρίων.



Διάγραμμα 4.2.11: Ανάλυση ευαισθησίας των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των οικονομικών υποκριτηρίων.



Διάγραμμα 4.2.12: Ανάλυση ευαισθησίας των μεθόδων αποκατάστασης στο πλαίσιο των κοινωνικών υποκριτηρίων.

5.1 Σχολιασμός αποτελεσμάτων Περιβαλλοντικού και Υδατικού Αποτυπώματος

Αρχικά διευκρινίζεται πως από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο τέταρτο κεφάλαιο προκύπτουν κάποιοι δείκτες πίεσης προς το περιβάλλον, οι οποίοι συνθέτουν το ΠΑ και ΥΑ της λειτουργίας ενός λατομείου. Από το ΠΑ εξετάζεται ο δείκτης κατανάλωσης ενέργειας, ο δείκτης παραγωγής αποβλήτων και ο δείκτης αέριων εκπομπών ανά τη παραγωγής εμπορεύσιμου ορυκτού και ανά απαιτούμενη έκταση. Από το ΥΑ εξετάζεται η μπλέ και η πράσινη συνιστώσα, ελέγχοντας την κατανάλωση του νερού ανά τη παραγωγής εμπορεύσιμου ορυκτού. Από τα δεδομένα που παραχωρήθηκαν από τις λατομικές εταιρείες προκύπτει πως δεν υπάρχουν υγρά απόβλητα συνεπώς η γκρι συνιστώσα του ΥΑ εμφανίζεται μηδενική για την περίπτωση μελέτης της διατριβής.

Η κάθε περίπτωση βιομηχανικού ορυκτού εξετάζεται ξεχωριστά. Αρχικά εξετάζεται η παραγωγική διαδικασία του μπετονίτη. Εκτιμάται πως για την παραγωγή 1tn τελικού προϊόντος απαιτείται 1m² έκτασης. Σημαντική παράμετρος του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος είναι η κατανάλωση ενέργειας. Κατά την παραγωγική διαδικασία οι πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι τα υγρά καύσιμα (πετρέλαιο), η ηλεκτρική και το μαζούτ. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, προκύπτει πως για την παραγωγή ενός tn εμπορεύσιμου υλικού καταναλώνεται κατά το στάδιο της εξόρυξης ως μέση τιμή 0,92lt υγρών καυσίμων, παρουσιάζοντας διάμεσο τιμή 0,88lt/tn και τυπική απόκλιση 0,087lt/tn. Κατά το στάδιο της μεταφοράς από το λατομείο προς το χώρο επεξεργασίας, καταναλώνονται υγρά καύσιμα με μέση τιμή 0,88lt/tn, διάμεση τιμή 0,9lt/tn και τυπική απόκλιση 0,17lt/tn. Κατά το στάδιο της επεξεργασίας, όπου πραγματοποιείται θραύση, προσθήκη σόδας, ξήρανση και αποθήκευση, γίνεται κατανάλωση μαζούτ 7,19kgr/tn, με τυπική απόκλιση 0,53kgr/tn και παράλληλα κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με μέση τιμή 5,83kWh/tn παρουσιάζοντας τυπική απόκλιση των μετρήσεων 0,31kWh/tn. Στο τελευταίο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, που περιλαμβάνει την φόρτωση του υλικού σε πλοία, ώστε να δοθεί για ποικίλες χρήσεις, καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια με μέση τιμή 0,31kWh/tn και τυπική απόκλιση των μετρήσεων 0,01kWh/tn.

Εξετάζοντας την κατανάλωση ενέργειας ανά είδος ενέργειας, λαμβάνοντας ως λειτουργική μονάδα τον tn παραγωγής μπετονίτη, προκύπτει πως η κατανάλωση υγρών καυσίμων ως μέση τιμή είναι 1,81lt/tn, εμφανίζοντας τυπική απόκλιση 0,20 lt/tn. Για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας η μέση τιμή είναι 6,15kWh/tn με τυπική απόκλιση των μετρήσεων 0,32kWh/tn και για την κατανάλωση μαζούτ η μέση τιμή είναι 7,21kgr/tn παρουσιάζοντας τυπική απόκλιση 0,53kgr/tn.

Βασική παράμετρος του ΠΑ αποτελούν οι προκαλούμενες αέριες εκπομπές και οι συγκεντρώσεις σκόνης. Ο έλεγχος των εκπομπών γίνεται από τις καμινάδες των εργοστασίων και για τις συγκεντρώσεις σκόνης οι μετρήσεις γίνονται επί εργαζομένου με μετρήσεις δωρου. Από την λειτουργία του λατομείου μπετονίτη οι μέσες τιμές αέριων εκπομπών είναι

19,083% O₂, 1,52% CO₂, 31,38mgr/Nm³ CO, 5,31mgr/Nm³ SO₂, 96,83mgr/Nm³ NO, 2,67mgr/Nm³ NO₂ και 99,48mgr/Nm³ NOX. Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις σκόνης ανά στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας προκύπτει, για τα ορυχεία η μέση τιμή να είναι 0,14mgr/Nm³, κατά το στάδιο της επεξεργασίας 6,59mgr/Nm³ παρουσιάζοντας τυπική απόκλιση των μετρήσεων 4,45mgr/Nm³, ενώ κατά το στάδιο της φόρτωσης του υλικού στα πλοία οι συγκεντρώσεις σκόνης παρουσιάζουν μέση τιμή 0,48mgr/Nm³ με τυπική απόκλιση 0,38mgr/Nm³. Τα όρια έκθεσης για τους εργαζόμενους, βάση της σχετικής νομοθεσίας, είναι τα 4,2mgr/m³, ενώ για τις εκπομπές σκόνης κατά το στάδιο της επεξεργασίας, που απελευθερώνονται από τις καμινάδες των εργοστασίων είναι τα 100mgr/m³ (ΥΠΕΚΑ,2015). Η διαχείριση της σκόνης περιλαμβάνει διαβροχές και την εγκατάσταση φίλτρων αποκονίωσης.

Για την περίπτωση των αποβλήτων, που παράγονται με την λειτουργία του λατομείου μπετονίτη, από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, βάση των δεδομένων που παραχωρήθηκαν από τις λατομικές εταιρείες και την στατιστική ανάλυση αυτών, προκύπτει πως διακρίνονται τρεις κατηγορίες τα στείρα υλικά αποκάλυψης, τα λειτουργικά απόβλητα, που περιλαμβάνουν μπαταρίες, ελαστικά, χαρτί, scrap κ.α. και τα λάδια. Τα λάδια και τα λειτουργικά απόβλητα συγκεντρώνονται και μεταφέρονται για ανακύκλωση, ενώ κάποιες ποσότητες των στείρων υλικών χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία της αποκατάστασης. Αναλυτικά ανά κατηγορία αποβλήτων και ανά τη παραγωγής μπετονίτη, παράγονται κατά μέσο όρο 0,83m³/tn στείρων υλικών με τυπική απόκλιση 0,26m³/tn, 0,033kgf/tn λειτουργικά απόβλητα με τυπική απόκλιση των μετρήσεων 0,026kgf/tn και 0,0057kgf/tn λάδια με τυπική απόκλιση 0,0025kgf/tn. Η παραγωγή στείρων υλικών αποκάλυψης προκύπτει με την εκσκαφή νέων βαθμίδων εξόρυξης και σχετίζεται με την θέση του ορυκτού από την επιφάνεια του εδάφους.

Για το ΥΑ του λατομείου μπετονίτη, εξετάζεται, όπως αναφέρθηκε και αρχικά, η μπλε και η πράσινη συνιστώσα. Για την γκρι συνιστώσα, εφόσον δεν παράγονται υγρά απόβλητα, θεωρείται μηδενική. Το νερό που χρησιμοποιείται κατά την παραγωγική διαδικασία του μπετονίτη είναι από την Δημοτική ύδρευση, το οποίο προέρχεται από τη μονάδα αφαλάτωσης που λειτουργεί στο νησί και από επιφανειακές πηγές, όπως τους λάκκους που δημιουργούνται στην έκταση του λατομείου. Το δημοτικό νερό που καταναλώθηκε για τα έτη 2012-2014 κατά μέση τιμή είναι 2155m³, για το επιφανειακό 47761,66m³, ενώ στο σύνολο του νερού που καταναλώθηκε η μέση τιμή είναι 49916,66m³. Από το Διάγραμμα 4.1.3 προκύπτει πως το 96% του νερού που καταναλώνεται προέρχεται από τις επιφανειακές συγκεντρώσεις στους λάκκους που δημιουργούνται στο χώρο του λατομείου, ενώ μόνο 4% είναι από την Δημοτική ύδρευση. Βάση του Σχήματος 4.1 των διεργασιών μπετονίτη, παρατηρείται πως οι θέσεις χρήσεις νερού εμφανίζονται κατά την διαδικασία της μεταφοράς, όπου γίνονται διαβροχές, κατά την βιομηχανική ξήρανση με πλυσίματα, κατά την διαδικασία της αποκατάστασης και για την κάλυψη γενικών αναγκών σε νερό κατά τις διοικητικές υπηρεσίες. Η μέση τιμή της συνολικής ποσότητας νερού που καταναλώνεται ανά τη παραγωγής μπετονίτη είναι 0,0477m³.

Εν συνεχεία, εξετάζονται οι παράμετροι του ΠΑ από την λειτουργία του λατομείου περλίτη. Εκτιμάται πως για την παραγωγή 1tn τελικού προϊόντος απαιτείται 1m² έκτασης. Αναφορικά

με την κατανάλωση ενέργειας που γίνεται για την παραγωγή ενός tn περλίτη, κατά την παραγωγική διαδικασία, προκύπτει πως στο στάδιο της εξόρυξης καταναλώνονται υγρά καύσιμα με μέση τιμή 0,95lt/tn και τυπική απόκλιση 0,69lt/tn. Στο στάδιο της μεταφοράς από το χώρο εξόρυξης προς την μονάδα επεξεργασίας, καταναλώνονται υγρά καύσιμα με μέση τιμή 1,4lt/tn και τυπική απόκλιση 0,17lt/tn. Κατά το στάδιο της επεξεργασίας, όπου πραγματοποιείται θραύση, ξήρανση, κοσκίνηση και αποθήκευση, γίνεται κατανάλωση μαζούτ σε μέση τιμή 7,43kgr/tn και τυπική απόκλιση 0,63kgr/tn και παράλληλα χρήση ηλεκτρικής ενέργειας κατά μέσο όρο 15,90kWh/tn και τιμή τυπικής απόκλισης 0,98kWh/tn. Τέλος, στο στάδιο της φόρτωσης του υλικού στα πλοία για διάθεση στην αγορά, καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια με μέση τιμή 0,50kWh/tn και τυπική απόκλιση 0,076kWh/tn.

Η κατανάλωση ενέργειας ανά είδος ενέργειας, λαμβάνοντας ως λειτουργική μονάδα τον tn παραγωγής περλίτη, υπολογίζεται για τα υγρά καύσιμα ως μέση τιμή 2,86lt/tn, έχοντας ως τυπική απόκλιση 0,36lt/tn, για την χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά μέσο όρο 16,38kWh/tn με τυπική απόκλιση 1,054kWh/tn και για την κατανάλωση μαζούτ 7,43kgr/tn κατά μέσο όρο με τυπική απόκλιση 0,63kgr/tn.

Εξετάζοντας τα παραγόμενα απόβλητα από την παραγωγή περλίτη, διακρίνονται τρεις κατηγορίες τα στείρα υλικά αποκάλυψης, τα λειτουργικά, στα οποία περιλαμβάνονται οι μπαταρίες, scrap, ελαστικά, χαρτί κ.α. και τα λάδια. Οι μέσες τιμές παραγωγής αποβλήτων ανά τόνο παραγωγής περλίτη είναι για τα στείρα υλικά 0,39m³/tn με τυπική απόκλιση 0,19m³/tn, για τα λειτουργικά 0,1kgr/tn και για τα λάδια 0,01kgr/tn. Τα στείρα υλικά χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία της αποκατάστασης, ενώ τα λειτουργικά και τα λάδια συγκεντρώνονται για ανακύκλωση.

Για τις προκαλούμενες αέριες εκπομπές και συγκεντρώσεις σκόνης, που προκύπτουν κατά την λειτουργία λατομείου περλίτη, βάση των δεδομένων των εταιρειών, οι μέσες τιμές είναι 18,05% O₂, 2,18% CO₂, 23,3mgr/Nm³, 0,85mgr/Nm³ SO₂, 126,82mgr/Nm³ NO, 5,06mgr/Nm³ NO₂ και 131,92mgr/Nm³ NOX. Από τα αποτελέσματα για τις συγκεντρώσεις σκόνης προκύπτει πως κατά το στάδιο της εξόρυξης η μέση τιμή είναι 0,17mgr/Nm³, κατά την επεξεργασία 16,09mgr/Nm³ με τυπική απόκλιση 10,34mgr/Nm³, ενώ για το στάδιο της φόρτωσης του υλικού στα πλοία δεν υπάρχουν δεδομένα. Βάση της σχετικής νομοθεσίας, τα όρια έκθεσης για τους εργαζόμενους, είναι στα 3,3mgr/m³, χαμηλότερα από την περίπτωση του μπεντονίτη, λόγω υψηλότερης περιεκτικότητας σε κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ για τις εκπομπές σκόνης κατά το στάδιο της επεξεργασίας, που απελευθερώνονται από τις καμινάδες των εργοστασίων είναι τα 100mgr/m³ (ΥΠΕΚΑ,2015).

Από τον έλεγχο παραμέτρων που αφορούν το ΥΑ του λατομείου περλίτη, προκύπτει πως το νερό που χρησιμοποιείται κατά την παραγωγική διαδικασία είναι από την Δημοτική ύδρευση, το οποίο προέρχεται από τη μονάδα αφαλάτωσης που λειτουργεί στο νησί και από επιφανειακές πηγές, όπως τους λάκκους που δημιουργούνται στην έκταση του λατομείου. Για τα έτη 2012-2014 καταναλώθηκε κατά μέση τιμή 1437m³/έτος δημοτικού νερού με τυπική απόκλιση 386,31m³ και 31841,33m³/έτος επιφανειακού νερού, που συγκεντρώνεται στο λατομείο, με τυπική απόκλιση 5385,11m³. Επιπλέον, κατά την παραγωγική διαδικασία του

περλίτη καταναλώνεται θαλασσινό νερό, το οποίο δεν υπολογίζεται στο ΥΑ, καθώς αυτό μελετά το γλυκό νερό, λόγω της σημαντικότητάς του, που πηγάζει από την περιορισμένη διαθέσιμη ποσότητά του. Για τα έτη 2012-2014 καταναλώθηκε κατά μέση τιμή $492463,66\text{m}^3/\text{έτος}$ θαλασσινό νερό, με τυπική απόκλιση $430760,41\text{m}^3$. Από το Διάγραμμα 4.1.4 παρατηρείται πως στην περίπτωση του περλίτη η μεγαλύτερη κατανάλωση γίνεται από άντληση θαλασσινού νερού με ποσοστό 94%, έναντι των άλλων πηγών. Η χρήση του επιφανειακού νερού των λάκκων γίνεται σε ποσοστό 6% και μόλις 0,4% προέρχεται από την Δημοτική ύδρευση. Επιπλέον, βάση του Σχήματος 4.2 διεργασιών του περλίτη, παρατηρείται πως οι θέσεις χρήσεις νερού εμφανίζονται κατά το στάδιο της μεταφοράς από την εξόρυξη προς την επεξεργασία, όπου γίνονται διαβροχές, κατά την βιομηχανική επεξεργασία με πλυσίματα, αποκονίωση κ.α., κατά την διαδικασία της αποκατάστασης και για την κάλυψη γενικών αναγκών σε νερό κατά τις διοικητικές υπηρεσίες. Η μέση τιμή της συνολικής ποσότητας νερού που καταναλώνεται ανά τη παραγωγή περλίτη και καθορίζει το ΥΑ είναι $0,07\text{m}^3$. Για την κατανάλωση θαλασσινού νερού έναντι του ΥΑ, ο δείκτης υπολογίστηκε στα $1,15\text{m}^3/\text{tn}$.

Για το λατομείο ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 1, εξετάζονται, όπως και στις περιπτώσεις του μπεντονίτη και του περλίτη, οι δείκτες κατανάλωσης ενέργειας, παραγωγής αποβλήτων, συγκεντρώσεων σκόνης και χρήσης νερού. Εκτιμάται πως για την παραγωγή 1tn τελικού προϊόντος απαιτείται 2m^2 έκτασης. Αναλυτικά, τα είδη ενέργειας που χρησιμοποιούνται στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι τα υγρά καύσιμα, η ηλεκτρική ενέργεια και οι εκρηκτικές ύλες. Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται κατά το στάδιο της επεξεργασίας, όπου πραγματοποιείται θραύση και αποθήκευση του υλικού και κατά το στάδιο της φόρτωσης του υλικού στα πλοία για διάθεση στην αγορά. Τα υγρά καύσιμα καταναλώνονται κατά το στάδιο της εξόρυξης και της εσωτερικής μεταφοράς του υλικού προς επεξεργασία. Οι εκρηκτικές ύλες χρησιμοποιούνται μόνο κατά το στάδιο της εξόρυξης και γενικότερα η κατανάλωσή τους δεν είναι σταθερή, όπως των άλλων μορφών ενέργειας που χρησιμοποιούνται, αλλά εφαρμόζεται όποτε απαιτείται. Η χρήση τους προέκυψε λόγω της σκληρότητας του υλικού κατά θέσεις, η οποία καθιστά δύσκολη την μηχανική εξόρυξη. Για την κατανάλωση ανά είδος ενέργειας, λαμβάνοντας ως λειτουργική μονάδα τον 1tn παραγωγής ποζολάνη, προκύπτει από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων πως για τα υγρά καύσιμα η μέση τιμή είναι $0,71\text{t}/\text{tn}$, για την ηλεκτρική ενέργεια $0,87\text{kWh}/\text{tn}$ και για την κατανάλωση εκρηκτικών υλών $0,01\text{kg}/\text{tn}$.

Για την παράμετρο των παραγόμενων αποβλήτων, από την παραγωγική διαδικασία προκύπτουν λάδια και λειτουργικά απόβλητα, όπως μπαταρίες, scrap, ελαστικά, χαρτί κ.α. Στην περίπτωση της ποζολάνη 1 δεν υπάρχουν στείρα υλικά απόλυσης, καθώς το κοίτασμα είναι ενιαίο και δεν έχει υπερκείμενα. Γενικότερα οι ποσότητες των αποβλήτων θεωρούνται χαμηλές. Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει πως η μέση τιμή παραγωγής λειτουργικών αποβλήτων ανά 1tn παραγωγής ποζολάνη είναι $0,012\text{kg}/\text{tn}$ με τυπική απόκλιση $0,006\text{kg}/\text{tn}$ και για την παραγωγή λαδιών είναι σχεδόν μηδενική $0,00067\text{kg}/\text{tn}$. Τα παραγόμενα απόβλητα συγκεντρώνονται προς ανακύκλωση.

Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις σκόνης, οι μέσες τιμές στους χώρους της εξόρυξης είναι $0,05\text{mgr}/\text{Nm}^3$, κατά την επεξεργασία- θραύση του υλικού είναι $0,35\text{mgr}/\text{Nm}^3$ και κατά το

στάδιο της φόρτωσης σε πλοία $0,15\text{mgr}/\text{Nm}^3$. Βάση της σχετικής νομοθεσίας τα όρια συγκέντρωσης σκόνης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερα του 5mg (ΥΠΕΚΑ,2015). Για την διαχείρισή της πραγματοποιούνται διαβροχές στο χώρο του λατομείου και κατά την διαδικασία της θραύσης υπάρχουν φίλτρα αποκονίωσης.

Στο πεδίο του ΥΑ, το νερό που χρησιμοποιείται στην περίπτωση της ποζολάνη 1 προέρχεται από την Δημοτική ύδρευση και καταναλώνεται για διαβροχή του χώρου του λατομείου, σε κάλυψη αναγκών των διοικητικών υπηρεσιών και κατά το στάδιο της αποκατάστασης. Για τα έτη 2012-2014 η κατανάλωση νερού για διαβροχή του λατομείου και λοιπές χρήσης παρουσιάζει μέση τιμή $4333\text{m}^3/\text{έτος}$ και κατά την διαδικασία της αποκατάστασης $153\text{m}^3/\text{έτος}$. Από το Διάγραμμα 4.1.5 προκύπτει πως το 96% της κατανάλωσης προορίζεται για διαβροχές και το 4% χρησιμοποιείται κατά την διαδικασία της αποκατάστασης. Η συνολική ποσότητα νερού που καταναλώνεται ανά τη παραγωγής ποζολάνη για την περίπτωση της Ξυλοκερατιάς 1 είναι $0,03\text{m}^3/\text{tn}$.

Ελέγχοντας το ΠΑ για το λατομείο ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 2, αρχικά εκτιμάται πως για την παραγωγή 1tn τελικού προϊόντος απαιτείται 10m^2 έκτασης. Τα είδη ενέργεια που καταναλώνονται είναι τα υγρά καύσιμα και η ηλεκτρική ενέργεια. Τα υγρά καύσιμα χρησιμοποιούνται κατά το στάδιο της εξόρυξης, της εσωτερικής μεταφοράς του υλικού προς επεξεργασία και κατά το στάδιο της φόρτωσης του υλικού στα πλοία για διάθεση στην αγορά. Οι μέσες τιμές κατανάλωσης ενέργειας αναφορικά με τον τη παραγωγής ποζολάνη είναι για τα υγρά καύσιμα $0,87\text{lt}/\text{tn}$ με τιμή τυπικής απόκλισης $0,035\text{lt}/\text{tn}$ και για την ηλεκτρική ενέργεια $0,76\text{kWh}/\text{tn}$ με τυπική απόκλιση $0,055\text{kWh}/\text{tn}$. Για τα απόβλητα που παράγονται ισχύει ότι και στην περίπτωση ποζολάνη1. Οι μέσες τιμές των λειτουργικών αποβλήτων στην περίπτωση της ποζολάνη 2 είναι $0,014\text{kg}/\text{tn}$ με τυπική απόκλιση $0,002\text{kg}/\text{tn}$ και για την παραγωγή λαδιών είναι $0,0063\text{kg}/\text{tn}$. Και σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχουν στείρα υλικά απόλυσης καθώς το υλικό είναι ενιαίο και δεν έχει υπερκείμενα. Επιπλέον τα παραγόμενα απόβλητα συγκεντρώνονται προς ανακύκλωση. Οι συγκεντρώσεις σκόνης εξετάζονται ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας και προκύπτει ότι στους χώρους της εξόρυξης η μέση τιμή είναι $0,29\text{mgr}/\text{Nm}^3$, κατά την επεξεργασία στην οποία γίνεται θραύση και αποθήκευση του υλικού είναι $1,23\text{mgr}/\text{Nm}^3$ και στο χώρο της φόρτωσης στα πλοία $0,86\text{mgr}/\text{Nm}^3$. Βάση της σχετικής νομοθεσίας τα όρια συγκέντρωσης σκόνης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερα του 5mg (ΥΠΕΚΑ,2015). Η διαχείριση της σκόνης και σε αυτή την περίπτωση περιλαμβάνει διαβροχές και την εγκατάσταση φίλτρων αποκονίωσης.

Στα πλαίσια του ΥΑ για την περίπτωση της ποζολάνη 2, το νερό που καταναλώνεται προέρχεται από την Δημοτική ύδρευση, η οποία προμηθεύεται το νερό από την μονάδα αφαλάτωσης που λειτουργεί στο νησί. Το νερό χρησιμοποιείται για την κάλυψη αναγκών των διοικητικών υπηρεσιών, για διαβροχή του λατομείου και κατά το στάδιο της αποκατάστασης. Ενδεικτικά για τα έτη 2012-2014 η κατανάλωση νερού για διαβροχή του λατομείου και λοιπές χρήσης παρουσιάζει μέση τιμή $5067\text{m}^3/\text{έτος}$ και κατά την διαδικασία της αποκατάστασης $1842\text{m}^3/\text{έτος}$. Από το Διάγραμμα 4.1.7 προκύπτει πως το 73% του νερού που καταναλώνεται προορίζεται για διαβροχές και σε ποσοτό 27% για την αποκατάσταση. Η συνολική ποσότητα νερού που καταναλώνεται ανά τη παραγωγής ποζολάνη για την περίπτωση της Ξυλοκερατιάς 2 είναι $0,18\text{m}^3/\text{tn}$ με τυπική απόκλιση $0,036\text{m}^3/\text{tn}$.

Από την σύγκριση των δεδομένων για την παραγωγή βιομηχανικών ορυκτών μπεντονίτη, περλίτη, ποζολάνη 1 και ποζολάνη 2 ανά παράμετρο προκύπτουν τα Διαγράμματα 4.1.8, 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11 και 4.1.12 και διαπιστώνονται τα παρακάτω:

Η κατανάλωση υγρών καυσίμων (πετρελαίου) και ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζεται υψηλότερη για τον περλίτη, έναντι των άλλων ορυκτών, με τις περιπτώσεις ποζολάνη 1 και 2 να παρουσιάζουν τη χαμηλότερη κατανάλωση και να εμφανίζονται σχεδόν ισόποσες. Η κατανάλωση του μαζούτ γίνεται κατά το στάδιο της επεξεργασίας του μπεντονίτη και του περλίτη, εμφανίζοντας ισόποση σχεδόν χρήση και δεν καταναλώνεται καθόλου στις περιπτώσεις ποζολάνη. Οι εκρηκτικές ύλες χρησιμοποιούνται μόνο στην εξόρυξη της ποζολάνης 1, λόγω της σκληρότητας του υλικού, που καθιστά δύσκολη, κατά θέσεις, την εξόρυξη με άλλα μέσα.

Για την σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας, βάση των δεδομένων, είναι δυνατή για τις περιπτώσεις του μπεντονίτη και περλίτη. Από το Διάγραμμα 4.1.9 παρατηρείται πως η χρήση ανά είδος ενέργεια σε κάθε στάδιο εμφανίζει μικρή απόκλιση για τα δύο ορυκτά, εκτός της ηλεκτρικής ενέργεια κατά το στάδιο της επεξεργασίας, όπου καταναλώνεται αρκετά περισσότερη στην περίπτωση του περλίτη, λόγω διαφορετικής επεξεργασίας του κάθε υλικού.

Στην κατηγορία των αποβλήτων, από το Διάγραμμα 4.1.10 προκύπτει πως για την εξόρυξη μπεντονίτη αποβάλλονται μεγαλύτερες ποσότητες στείρων υλικών, έναντι του περλίτη και καθόλου για τις ποζολάνη 1 και 2. Οι υψηλότερες ποσότητες οφείλονται στην θέση του ορυκτού από την επιφάνεια του εδάφους, όπου για τον περλίτη είναι περισσότερο επιφανειακά το κοίτασμα σε σχέση με τον μπεντονίτη. Για τις ποζολάνη, κατά την αποκάλυψη, το κοίτασμα είναι ενιαίο και δεν εμφανίζει υπερκείμενα. Ως λειτουργικά απόβλητα προκύπτουν μεγαλύτερες ποσότητες από τον περλίτη, με τις ποζολάνη 1 και 2 να παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές. Επιπλέον σε όλες τις περιπτώσεις συγκεντρώνονται προς ανακύκλωση. Για τα λάδια, θεωρούνται επικίνδυνα απόβλητα και συγκεντρώνονται προς ανακύκλωση, όμως η παραγωγή τους για κάθε ορυκτό παρουσιάζεται αρκετά χαμηλή.

Συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις σκόνης για κάθε μονάδα ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας, βάση του Διαγράμματος 4.1.11, οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται κατά το στάδιο της εξόρυξης, στο οποίο υψηλότερες τιμές δίνει η ποζολάνη 2 και τις χαμηλότερες η ποζολάνη 1. Στο στάδιο της επεξεργασίας εμφανίζονται οι υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης σκόνης, με τον περλίτη να παρουσιάζει τις μεγαλύτερες και με σημαντική απόκλιση από τα άλλα ορυκτά, λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας του υλικού σε υγρασία. Τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις σκόνης κατά την επεξεργασία παρουσιάζει η ποζολάνη 1. Στο στάδιο της φόρτωσης των υλικών στα πλοία προς διάθεση στην αγορά, τις υψηλότερες τιμές παρουσιάζει η ποζολάνη 2, έναντι των άλλων ορυκτών, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται η περίπτωση του περλίτη, καθώς δεν υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα για το συγκεκριμένο στάδιο.

Στο πεδίο του ΥΑ, συγκρίνοντας την συνολική κατανάλωση νερού ανά τη παραγωγής ορυκτού, για κάθε περίπτωση, βάση του Διαγράμματος 4.1.12 την μεγαλύτερη κατανάλωση παρουσιάζει η ποζολάνη 2, ακολουθώντας ο περλίτης και ο μπεντονίτης, ενώ με τη χαμηλότερη κατανάλωση εμφανίζεται η ποζολάνη 1. Η μέση τιμή κατανάλωσης νερού/tn

παραγωγής ορυκτών υπολογίζεται $0,0825\text{m}^3$. Στην περίπτωση του περλίτη, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσης νερού προέρχεται από την θάλασσα, αντισταθμίζοντας το ΥΑ, κάτι που δεν συμβαίνει στις υπόλοιπες περιπτώσεις.

Τέλος, κατά την εκτίμηση του ΠΑ μιας οικονομικής δραστηριότητας ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί στην μεταβολή της χρήσης γης, εξετάζοντας την μορφή χρήσης πριν την έναρξη της δραστηριότητας. Στην περίπτωση μελέτης της διατριβής, για τους εξεταζόμενους λατομικούς χώρους, όπως αναφέρθηκε ένα μεγάλο ποσοστό της έκτασης που καταλαμβάνουν, ήταν αρχικά χορτολιβαδικής και δασικής μορφής. Ένα δασικό οικοσύστημα όμως λειτουργεί περιοριστικά ως προς το ΠΑ, καθώς πέραν του ότι δεν καταναλώνεται ενέργεια και κατ' επέκταση δεν προκαλούνται αέριες εκπομπές, παράλληλα δεσμεύει CO₂ μειώνοντας την πίεση που ακείται στην ατμόσφαιρα. Εκτιμάται πως η ετήσια απώλεια των δασών από παράγοντες, όπως ανθρωπογενείς ενέργειες (λατομεία, οδοποιία κ.α.) μετατροπής χρήσης γης, συμβάλει σε ποσοστό 20% επί του συνόλου των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) έχει εκδόσει μια μεθοδολογία για τον υπολογισμό των εκπομπών στις περιπτώσεις μεταβολών χρήσης γης (όπως για παράδειγμα από δασικές εκτάσεις σε λατομεία ή αγροτικές καλλιέργειες), όμως η καθοδήγηση αυτή έχει σχεδιαστεί για τις απογραφές αερίων του θερμοκηπίου σε εθνικό επίπεδο και όχι σε επίπεδο προϊόντος (Newell et al, 2012).

5.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων αξιολόγησης μεθόδων αποκατάστασης

Με βάση τα αποτελέσματα, που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθόδου της πολυκριτηριακής ανάλυσης για την αξιολόγηση των μεθόδων αποκατάστασης, οι οποίες εφαρμόζονται στα υπό μελέτη λατομεία, διαπιστώνονται τα παρακάτω:

Αρχικά η βαρύτητα των κύριων κριτηρίων δόθηκε ισόποση, καθώς για την βιωσιμότητα της λατομικής δραστηριότητας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κατάσταση ισορροπίας μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης, της περιβαλλοντικής προστασίας και της κοινωνικής ευημερίας.

Ελέγχοντας τα υποκριτήρια του περιβαλλοντικού κριτηρίου συγκριτικά μεταξύ τους, βάση του Διαγράμματος 4.2.2, μεγαλύτερη βαρύτητα με ποσοστό 21,60% εμφανίζει ο συντελεστής πρασίνου, με τον οποίο ελέγχεται κατά πόσο έχει επανέλθει η αρχική κατάσταση της βλάστησης της διαταρασσομένης έκτασης ή ακόμα και αν έχει βελτιωθεί, παρουσιάζοντας αύξηση του ποσοστού πρασίνου έναντι αυτού που προϋπήρχε στην περιοχή. Υψηλά ποσοστά βαρύτητας εμφανίζουν το υποκριτήριο 10, το οποίο αφορά το ποσοστό επαναφοράς του φυσικού τοπίου γενικότερα με ποσοστό 18,24% , το υποκριτήριο 4, με το οποίο εκτιμάται η δομή της βλάστησης, ελέγχοντας την πυκνότητα και την φυτοκάλυψη με ποσοστό βαρύτητας 13,97% και το υποκριτήριο 1, που αντιπροσωπεύει το ποσοστό επί του συνόλου επιτυχίας των φυτεύσεων και αναφέρεται στο πόσα φυτά επιβίωσαν από το σύνολο των φυτών που φυτεύτηκαν αντίστοιχα με ποσοστό βαρύτητας 11,46%. Το υποκριτήριο 8 εμφανίζει την μικρότερη βαρύτητα έναντι των άλλων υποκριτηρίων με ποσοστό 1,32%, καθώς στο σύνολο των λατομείων που εξετάζονται η ενέργεια που καταναλώνεται κατά το στάδιο της αποκατάστασης είναι αμελητέα.

Από τα υποκριτήρια του οικονομικού κριτηρίου, λαμβάνοντας υπόψη το Διάγραμμα 4.2.3, μεγαλύτερη βαρύτητα, έναντι των υπολοίπων, εμφανίζει το συνολικό κόστος της αποκατάστασης με ποσοστό 32,05%. Επιπλέον, το κόστος που απαιτείται κατά τις εργασίες της συντήρησης και περιλαμβάνει λιπάνσεις, ποτίσματα, σκαλίσματα, αναπλήρωση των φυτών που δεν επιβίωσαν κατά την εγκατάστασή τους κ.α., εμφανίζεται δεύτερο στην συγκριτική αξιολόγηση των υποκριτηρίων, παρουσιάζοντας βαρύτητα με ποσοστό 26,81%. Το οικονομικό υποκριτήριο 7 το οποίο αναφέρεται στο κόστος χρήσης ενέργειας και σε αυτή την περίπτωση εμφανίζει την μικρότερη βαρύτητα με ποσοστό 2,20%, καθώς κατά το στάδιο της αποκατάστασης, βάση των δεδομένων που παραχωρήθηκαν από τις λατομικές εταιρείες, το κόστος κατανάλωσης ενέργειας θεωρείται αμελητέο.

Κατά την συγκριτική αξιολόγηση των κοινωνικών υποκριτηρίων μεταξύ τους, παρατηρώντας το Διάγραμμα 4.2.4 το υποκριτήριο 6, το οποίο εξετάζει κατά πόσο η διαδικασία της αποκατάστασης πληρούσε τις απαιτήσεις και τα προβλεπόμενα της σχετικής νομοθεσίας, υπερσχύει έναντι των άλλων κοινωνικών υποκριτηρίων, παρουσιάζοντας βαρύτητα σε ποσοστό 46,94%. Ακολουθεί το υποκριτήριο 2, το οποίο ελέγχει κατά πόσο τα αποτελέσματα των διεργασιών της αποκατάστασης περιορίζουν την οπτική όχληση με βαρύτητα σε ποσοστό 27,34%. Τα υπόλοιπα κοινωνικά υποκριτήρια εμφανίζονται σχετικά ισόποσα, παρουσιάζοντας βαρύτητα σε ένα εύρος ποσοστών από 2,18% έως 6,35%.

Η αξιολόγηση των τριών μεθόδων αποκατάστασης που εφαρμόζονται στα υπό μελέτη λατομεία της ν. Μήλου πραγματοποιείται στα πλαίσια των κύριων κριτηρίων και των υποκριτηρίων κάθε κατηγορίας, λαμβάνοντας υπόψη την βαρύτητα που παρουσιάζει το καθένα. Βάση των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στο τέταρτο κεφάλαιο και στα Διαγράμματα 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7, 4.2.8, 4.2.9, 4.2.10, 4.2.11 και 4.2.12 διαπιστώνονται τα ακόλουθα:

Η μέθοδος Α, κατά την οποία πραγματοποιείται φύτευση και υδροσπορά με τοπικά φυτικά είδη και χωρίς επιπρόσθετη χρήση νερού και εφαρμόζεται στα λατομεία εξόρυξης βιομηχανικών ορυκτών μπεντονίτη και περλίτη, παρουσιάζεται ως βέλτιστη επιλογή. Η τιμή κατάταξης της μεθόδου Α στο σύνολο των κύριων κριτηρίων είναι 33,74%, με πολύ μικρή απόκλιση όμως έναντι των άλλων δύο μεθόδων. Η μέθοδος Γ, κατά την οποία πραγματοποιείται φύτευση και σπορά με τοπικά φυτικά είδη, χρησιμοποιώντας νερό κατά την συνολική διαδικασία της αποκατάστασης και εφαρμόζεται στο λατομείο Ξυλοκερατιά 1 εξόρυξης βιομηχανικού ορυκτού ποζολάνη, ακολουθεί ως δεύτερη στην κατάταξη των μεθόδων εμφανίζοντας ποσοστό 33,18%. Η μέθοδος Γ, κατά την οποία εφαρμόζεται φύτευση και υδροσπορά με τοπικά φυτικά είδη, χρησιμοποιώντας νερό στις διεργασίες συντήρησης και στο σύνολο της αποκατάστασης και εφαρμόζεται στο λατομείο Ξυλοκερατιά 2 εξόρυξης βιομηχανικού ορυκτού ποζολάνη, εμφανίζεται ως τρίτη στην κατάταξη με ποσοστό 33,09%.

Εξετάζοντας τις μεθόδους ανά κύριο κριτήριο, κατά την περιβαλλοντική διάσταση, η μέθοδος Α αξιολογείται ως βέλτιστη, εμφανίζοντας ποσοστό 11,96%, έναντι της μεθόδου Γ, η οποία εμφανίζει ποσοστό 11,43 και της μεθόδου Β με ποσοστό 9,94%.

Στα οικονομικά κριτήρια η μέθοδος Β εμφανίζεται με ποσοστό 12,7% έναντι του 10,31% της μεθόδου Α και 10,32% της μεθόδου Γ. Θεωρείται οικονομικά πιο συμφέρουσα έναντι των

άλλων μεθόδων, βάση του ποσοστού της και όπως παρουσιάζεται από τα δεδομένα που προσκομίστηκαν από τις λατομικές εταιρείες. Οι μέθοδοι Α και Γ εμφανίζονται ισόποσες.

Στην κατηγορία των κοινωνικών κριτηρίων, η μέθοδος Α εμφανίζει ποσοστό 11,47% και η μέθοδος Γ 11,43%. Θεωρούνται στον ίδιο βαθμό αποδεκτές ως μέθοδοι αποκατάστασης από την τοπική κοινωνία καθώς έχουν ελάχιστη απόκλιση μεταξύ τους, βάση του συστήματος αξιολόγησης όμως επιλέγεται ως πιο αποδεκτή η μέθοδος Α. Η μέθοδος Β παρουσιάζει ποσοστό 10,44% και κατατάσσεται τρίτη στην κατηγορία.

Αξιολογώντας τις μεθόδους στα πλαίσια των υποκριτηρίων, εξετάζονται αρχικά τα περιβαλλοντικά υποκριτήρια, παρατηρείται να παρουσιάζει μεγαλύτερο ποσοστό βαρύτητας για τα υποκριτήρια ΠΚ1 (αναφέρεται στο ποσοστό επί του συνόλου επιτυχίας των φυτεύσεων), ΠΚ2 (αντιπροσωπεύει τον αριθμό των φυτικών ειδών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αποκατάσταση), ΠΚ7 (εκφράζει τον συντελεστή πρασίνου) και ΠΚ10 (αναφέρεται στο ποσοστό επαναφοράς της αρχικής κατάστασης του φυσικού τοπίου) η μέθοδος Α έναντι των άλλων μεθόδων. Πρέπει να αναφερθεί πως για την επίτευξη υψηλών ποσοστών επιτυχίας των φυτεύσεων, που λειτουργεί και ως παράμετρος αύξησης του συντελεστή πρασίνου και παράλληλα της επαναφορά του φυσικού τοπίου, συμβάλει σημαντικά η χρήση τοπικών φυτικών ειδών, που υιοθετείται και από τις τρεις εξεταζόμενες μεθόδους, καθώς προσαρμόζονται καλύτερα στις υπάρχουσες συνθήκες (κλιματολογικές, εδαφολογικές κ.α.) σε αντίθεση από τα ξενικά είδη. Για τα υποκριτήρια ΠΚ3, ΠΚ8, ΠΚ9 και ΠΚ11 οι τρεις μέθοδοι κατανέμονται ισόποσα. Στο υποκριτήριο ΠΚ5, το οποίο αναφέρεται στην ποσότητα χώματος που έχουν τοποθετηθεί έναντι αυτών που έχουν εξορυχθεί, εμφανίζει μεγαλύτερη βαρύτητα η μέθοδος Γ, έναντι των εναλλακτικών μεθόδων Α και Β. Για το υποκριτήριο ΠΚ6, που ελέγχει την ποσότητα νερού που καταναλώθηκε κατά τις διεργασίες της αποκατάστασης υπερισχύει η μέθοδος Β, καθώς καταναλώθηκε μεγαλύτερη ποσότητα νερού και η μέθοδος Α κατατάσσεται τρίτη, καθώς κατά την συγκεκριμένη μέθοδο δεν χρησιμοποιείται νερό για ποτίσματα παρά μόνο αμελητέα ποσότητα που εμπεριέχεται στο διάλυμα που χρησιμοποιείται κατά την διαδικασία της υδροσποράς. Στο υποκριτήριο ΠΚ4, που εξετάζει την δομή της βλάστησης των αποκατεστημένων τμημάτων, οι μέθοδοι Α και Γ κατανέμονται ισόποσα και με μεγαλύτερη βαρύτητα έναντι της μεθόδου Β.

Εξετάζοντας τα οικονομικά υποκριτήρια, βάση των αποτελεσμάτων της πολυκριτηριακής ανάλυσης, που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 4.2.3 και το Διάγραμμα 4.2.7 του τέταρτου κεφαλαίου, η μέθοδος Β παρουσιάζεται ως οικονομικά πιο συμφέρουσα καθώς εμφανίζει μεγαλύτερη βαρύτητα έναντι των άλλων μεθόδων στην πλειοψηφία των υποκριτηρίων και συγκεκριμένα για τα υποκριτήρια ΟΚ1 (συνολικό κόστος αποκατάστασης), ΟΚ2 (κόστος συντήρησης), ΟΚ5 (λειτουργικό κόστος μηχανημάτων), ΟΚ7 (κόστος χρήσης ενέργειας) και ΟΚ8 (κόστος σχεδίου αποκατάστασης). Στο υποκριτήριο ΟΚ6, το οποίο αναφέρεται στο κόστος χρήσης νερού, η μέθοδος Β παρουσιάζεται ισόποση με την μέθοδο Γ και με μεγαλύτερη βαρύτητα έναντι της μεθόδου Α, καθώς κατά την μέθοδο Α δεν χρησιμοποιείται νερό στις εργασίες της αποκατάστασης. Το αντίθετο παρουσιάζεται για το υποκριτήριο ΟΚ3, που εξετάζει το κόστος λειτουργίας φυτωρίου και προμήθειας φυτικών ειδών, κατά το οποίο οι μέθοδοι Α και Γ εμφανίζονται ισόποσες και με μεγαλύτερη βαρύτητα έναντι της μεθόδου Β.

Β. Ενώ στο υποκριτήριο ΟΚ4, που εξετάζει το εργατικό κόστος, η μέθοδος Α υπερισχύει έναντι των άλλων.

Για την κατηγορία των κοινωνικών υποκριτηρίων η μέθοδος Α εμφανίζεται να υπερισχύει έναντι των άλλων μεθόδων, καθώς παρουσιάζει μεγαλύτερη βαρύτητα στην πλειοψηφία των υποκριτηρίων και συγκεκριμένα για τα υποκριτήρια ΚΚ2 (περιορισμός οπτικής όχλησης), ΚΚ3 (το οποίο εκφράζει την κοινωνική αποδοχή), ΚΚ4 (αναφέρεται στα προβλήματα που προκύπτουν από άλλες οικονομικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται στην ευρύτερη περιοχή), ΚΚ5 (εκφράζει την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της γης μετά την αποκατάσταση). Για τα υποκριτήρια ΚΚ6 και ΚΚ7, που αναφέρονται στην τήρηση της σχετικής νομοθεσίας και στην ανταγωνιστικότητα με άλλες χρήσεις γης αντίστοιχα, οι τρεις μέθοδοι παρουσιάζονται ισόποσες, ενώ για το υποκριτήριο ΚΚ1, που αντιπροσωπεύει το απασχολούμενο εργατικό προσωπικό, εμφανίζεται ως βέλτιστη επιλογή η μέθοδος Β.

Σχολιάζοντας αναλυτικότερα το υποκριτήριο ΚΚ4, πρέπει να αναφερθεί πως, βάση των δεδομένων που δόθηκαν από τις λατομικές εταιρείες, στις περιπτώσεις των λατομείων ποζολάνη στις θέσεις Ξυλοκερατιά 1 και Ξυλοκερατιά 2, εμφανίζεται έντονο πρόβλημα από την άγρια κτηνοτροφία που αναπτύσσεται στην περιοχή, καθώς οι φυτεύσεις και κυρίως τα νεαρά φυτάρια των αποκατεστημένων τμημάτων αποτελούν τροφή και γενικότερα χώρους προσέλκυσης για τα άγρια κατσίκια που υπάρχουν στην περιοχή.

Επιπροσθέτως, το υποκριτήριο ΚΚ5, που αναφέρεται στην δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της γης με το πέρας των εργασιών αποκατάστασης εξαρτάται και από την μορφή της γης πριν την εξόρυξη. Αναλυτικότερα, για το λατομείο ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 1 η μορφή της γης πριν την εξόρυξη ήταν δασική, με κλίση μέτρια έως μεγάλη και καλυπτόμενη από χαμηλή δασική βλάστηση κυρίως σχίνων και κέδρων, που θεωρούνται τοπικά είδη. Σε αυτή την περίπτωση η δυνατότητα που προκύπτει από την αποκατάσταση της διαταρασσομένης έκτασης περιορίζεται να καλύπτει κυρίως σκοπούς αναψυχής και βελτίωσης των συνθηκών ανάπτυξης των φυτικών ειδών. Για το λατομείο ποζολάνη στην θέση Ξυλοκερατιά 2, η μορφή της γης πριν την εξόρυξη ήταν μικτή, περιλαμβάνοντας τμήματα αγροτικά χαμηλής παραγωγικότητας, χορτολιβαδικά και δασικά με κλίση μέτρια και χαμηλή δασική βλάστηση από τοπικά είδη κυρίως σχίνων και κέδρων. Σε αυτή την περίπτωση η αποκατάσταση παρέχει την δυνατότητα εγκατάστασης έργων ΑΠΕ (όπως τα φωτοβολταϊκά). Η μορφή της γης πριν την εξόρυξη στο λατομείο στην θέση Τράχηλας ήταν αγροτική χαμηλής παραγωγικότητας και χορτολιβαδική. Κατά την αποκατάσταση έχει δημιουργηθεί αμπελώνας παραγωγής κρασιού, δίνοντας προστιθέμενη αξία στην έκταση και στην ευρύτερη περιοχή. Για το λατομείο στη θέση Τσιγκράδο η μορφή γης που προϋπήρχε της εξόρυξης ήταν χορτολιβαδική και δασική, περιορίζοντας τις διεργασίες της αποκατάστασης στην επαναφορά της αρχικής κατάστασης. Τέλος, το λατομείο στη θέση Αγγεριά εγκαταστάθηκε σε αγροτική έκταση χαμηλής παραγωγικότητας. Η αποκατάσταση επιδιώκει την επαναχρησιμοποίηση της γης για αγροτικούς σκοπούς, βελτιώνοντας τις προϋπάρχουσες συνθήκες.

Από την μέθοδο της πολυκριτηριακής ανάλυσης προέκυψαν τα διαγράμματα ανάλυσης ευαισθησίας των μεθόδων αποκατάστασης συγκριτικά μεταξύ τους στα πλαίσια των κύριων

κριτηρίων και εν συνεχεία ανά υποκριτήριο, όπως παρουσιάστηκαν στο τέταρτο κεφάλαιο (Διαγράμματα 4.2.9, 4.2.10, 4.2.11 και 4.2.12). Στα διαγράμματα όταν τα ποσοστά των μεθόδων παρουσιάζονται να πλησιάζουν στην τιμή 0 του άξονα τόσο απομακρύνονται από την επίτευξη του στόχου, ενώ αντίθετα όσο μεγαλύτερη τιμή στον άξονα εμφανίζει μια μέθοδο δηλώνει πως επιτυγχάνει τον στόχο της αποκατάστασης σε μεγαλύτερο ποσοστό. Κατά την ανάλυση ευαισθησίας σε επίπεδο κύριων κριτηρίων (Διάγραμμα 4.2.9) διαπιστώνεται πως στην περιβαλλοντική και κοινωνική διάσταση της αποκατάστασης η μέθοδος Α πλησιάζει περισσότερο το επιδιωκόμενο στόχο, έναντι της μεθόδου Γ που κατατάσσεται δεύτερη ως επιλογή και της μεθόδου Β που εμφανίζεται ως τρίτη στην κατάταξη. Στην οικονομική παράμετρο αντίθετα η μέθοδος Β επιτυγχάνει σε μεγαλύτερο ποσοστό το στόχο έναντι των μεθόδων Α και Γ οι οποίες εμφανίζονται ισόποσες.

Σε επίπεδο υποκριτηρίων, εξετάζοντας τα περιβαλλοντικά υποκριτήρια (Διάγραμμα 4.2.10) η μέθοδος Α, στην πλειοψηφία τους, παρουσιάζει να επιτυγχάνει το στόχο σε μεγαλύτερο βαθμό, έναντι των άλλων μεθόδων, με εξαίρεση το υποκριτήριο ΠΚ6, όπου η μέθοδος Β εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές έναντι των άλλων μεθόδων. Για τα οικονομικά υποκριτήρια βάση του Διαγράμματος 4.2.11 η μέθοδος Β εμφανίζεται στην πλειοψηφία των υποκριτηρών πιο συμφέρουσα, έναντι των άλλων μεθόδων, με εξαίρεση τα υποκριτήρια ΟΚ3, που αφορά το κόστος προμήθειας φυτικών ειδών και ΟΚ4, το εργατικό κόστος, όπου οι μέθοδοι Α και Γ προκύπτουν πιο συμφέρουσες. Επιπροσθέτως, για τα κοινωνικά υποκριτήρια και παρατηρώντας το Διάγραμμα 4.2.12 η μέθοδος Α εμφανίζεται να καλύπτει το επιδιωκόμενο στόχο της αποκατάστασης σε μεγαλύτερο ποσοστό έναντι των άλλων μεθόδων, με εξαίρεση το υποκριτήριο ΚΚ1 κατά το οποίο η μέθοδος Β υπερισχύει.

5.3 Συμπεράσματα - Εισηγήσεις

Συμπερασματικά, κατά την διαδικασία της αποκατάστασης οι μέθοδοι που μελετήθηκαν χρησιμοποιούν τοπικά φυτικά είδη, που προσαρμόζονται καλύτερα στις υπάρχουσες συνθήκες, ώστε να πετυχαίνουν καλύτερα αποτελέσματα κατά την εγκατάσταση της βλάστησης. Η μέθοδος Α όμως, κατά την οποία πραγματοποιείται φύτευση και υδροσπορά χωρίς να χρησιμοποιείται νερό για τις διεργασίες συντήρησης, θεωρείται ως βέλτιστη επιλογή, καθώς αξιοποιεί τις τοπικές συνθήκες που επικρατούν στις νησιωτικές περιοχές και χαρακτηρίζονται από τις χαμηλές βροχοπτώσεις, τις υψηλές θερμοκρασίες, ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο και κυρίως από την έλλειψη υδάτινων πόρων. Επιπλέον, η εφαρμογή της υδροσποράς δύναται να εφαρμοστεί στις επικλινείς επιφάνειες που δημιουργούνται από τις βαθμίδες εξόρυξης, πετυχαίνοντας καλύτερα αποτελέσματα, όταν συνδιάζεται με την μέθοδο της φύτευσης.

Σχετικά με την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των εκτάσεων με το πέρας των εργασιών εξόρυξης, με εξαίρεση την περίπτωση του Τράχηλα, όπου έχει εγκατασταθεί ελαιώνας παραγωγής κρασιού, στις υπόλοιπες θέσεις η αποκατάσταση περιορίζεται στην επαναφορά της αρχικής κατάστασης με φύτευση ειδών. Προτείνεται να εξεταστεί η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της γης περισσότερο για κοινωφελής σκοπούς, όπως στα παραδείγματα που δόθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο. Η εγκατάσταση έργων ΑΠΕ, η

δημιουργία τεχνητών λιμνών και χώρων αναψυχής είναι προτάσεις που δύναται να υλοποιηθούν στους υπό μελέτη χώρους των λατομείων.

Στο πεδίο του ΠΑ προέκυψε, σχετικά με τον δείκτη προκαλούμενων αέριων εκπομπών για την περίπτωση του μπεντονίτη είναι 19,083% O₂, 1,52% CO₂, 31,38mgr/Nm³ CO, 5,31mgr/Nm³ SO₂, 96,83mgr/Nm³ NO, 2,67mgr/Nm³ NO₂ και 99,48mgr/Nm³ NOX, ενώ στην περίπτωση του περλίτη είναι 18,05% O₂, 2,18% CO₂, 23,3mgr/Nm³, 0,85mgr/Nm³ SO₂, 126,82mgr/Nm³ NO, 5,06mgr/Nm³ NO₂ και 131,92mgr/Nm³ NOX, εμφανίζονται μικρές αποκλίσεις από τον μπεντονίτη ανά αέριο. Για τις συγκεντρώσεις σκόνης ανά στάδιο παραγωγικής διαδικασίας προκύπτει πως κατά την εξόρυξη για τον μπεντονίτη είναι 0,14mgr/Nm³, τον περλίτη 0,17mgr/Nm³, την ποζολάνη1 0,05mgr/Nm³ και την ποζολάνη2 0,29mgr/Nm³. Στο στάδιο της επεξεργασίας για τον μπεντονίτη η μέση τιμή είναι 6,59mgr/Nm³, για τον περλίτη 16,09mgr/Nm³, την ποζολάνη1 0,35mgr/Nm³ και την ποζολάνη2 1.23mgr/Nm³. Στο τελικό στάδιο της φόρτωσης η μέση τιμή για τον μπεντονίτη είναι 0,47mgr/Nm³, στον περλίτη δεν υπάρχουν μετρήσεις, στην ποζολάνη1 0,15mgr/Nm³ και στην ποζολάνη2 0,86mgr/Nm³. Σε κάθε περίπτωση οι μετρήσεις είναι κάτω των ορίων που τίθενται από την σχετική νομοθεσία.

Σχετικά με τον δείκτη κατανάλωσης ενέργειας, για την παραγωγή ενός tn μπεντονίτη καταναλώνονται 1,81lt πετρελαίου, 6,15kWh ηλεκτρικής ενέργειας και 7,21kgr μαζούτ, ενώ απαιτείται 1m² παραγωγικής έκτασης. Για τον περλίτη καταναλώνονται 2,86lt πετρελαίου, 16,38kWh ηλεκτρικής ενέργειας και 7,43kgr μαζούτ και απαιτείται 1m² παραγωγικής έκτασης. Για την ποζολάνη1 καταναλώνονται 0,71lt πετρελαίου, 0,87kWh ηλεκτρικής και 0,01kgr εκρηκτικές ύλες και απαιτούνται 2m², ενώ στην ποζολάνη2 καταναλώνονται 0,87lt πετρελαίου και 0,76kWh ηλεκτρικής ενέργειας για έκταση 10m². Παρατηρείται πως οι ενεργειακές πηγές που χρησιμοποιούνται στα λατομεία της ν. Μήλου είναι τα υγρά καύσιμα (πετρέλαιο), η ηλεκτρική ενέργεια, το μαζούτ και περιστασιακά οι εκρηκτικές ύλες. Δεν χρησιμοποιούνται καθόλου ΑΠΕ και είναι κάτι που προτείνεται, καθώς θα περιορίζε και τις προκαλούμενες αέριες εκπομπές. Επιπλέον οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες ευνοούν την αξιοποίηση της αιολικής και ηλιακής ενέργειας, λόγω των ανέμων ακόμα και κατά την θερινή περίοδο και την μεγάλη ηλιοφάνεια. Η χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας δεν συνίσταται, καθώς αυξάνει το ΥΑ.

Αναφορικά με τον δείκτη παραγωγής αποβλήτων, από τα αποτελέσματα της διατριβής προκύπτουν τρεις κατηγορίες τα στείρα υλικά αποκάλυψης, τα λειτουργικά και τα λάδια. Οι μέσες τιμές παραγωγής για την κατηγορία των στείρων υλικών είναι για τον μπεντονίτη 0,83m³/tn απαιτώντας 1m² έκτασης, τον περλίτη 0,39m³/tn σε έκταση 1m², ενώ στην ποζολάνη1 και 2 είναι μηδενικές καθώς το υλικό είναι ενιαίο και δεν υπάρχουν υπερκείμενα. Για τα λειτουργικά απόβλητα η παραγωγή στον μπεντονίτη είναι 0,03kgr/tn, στον περλίτη 0,09kgr/tn, στην ποζολάνη1 0,012kgr/tn σε έκταση 2m² και στην ποζολάνη2 0,014kgr/tn σε έκταση 10m². Για την παραγωγή λαδιών, που θεωρούνται επικίνδυνα απόβλητα, στον μπεντονίτη είναι 0,0057kgr/tn, στον περλίτη 0,009kgr/tn, στην ποζολάνη1 0,00067kgr/tn και στην ποζολάνη2 0,0063kgr/tn. Τα στείρα υλικά χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία της αποκατάστασης, ενώ τα υπόλοιπα συγκεντρώνονται προς ανακύκλωση.

Τέλος, στο πεδίο του ΥΑ, προκύπτει πως τα είδη νερού, που καταναλώνονται κατά την λατομική δραστηριότητα στην ν. Μήλο, προέρχονται:

- από την Δημοτική ύδρευση, η οποία προμηθεύεται το απαιτούμενο νερό από την μονάδα αφαλάτωσης που λειτουργεί στο νησί,
- από τους επιφανειακούς λάκκους, που δημιουργούνται στους χώρους των λατομείων,

Η συνολική κατανάλωση νερού για την περίπτωση του μπεντονίτη υπολογίστηκε $0,048\text{m}^3/\text{tn}$ παραγωγής ορυκτού, για τον περλίτη $0,07\text{m}^3/\text{tn}$, για την ποζολάνη1 $0,03\text{m}^3/\text{tn}$ και για την ποζολάνη2 $0,18\text{m}^3/\text{tn}$. Η χρήση του νερού εντοπίζεται κατά τις διαβροχές στους χώρους του λατομείου, κατά το στάδιο της επεξεργασίας για αποκονίωση και κατά την διαδικασία της αποκατάστασης. Στην περίπτωση του περλίτη αξιόλογη κρίνεται η προσπάθεια περιορισμού του ΥΑ, χρησιμοποιώντας θαλασσινό νερό με δείκτη κατανάλωσης $1,15\text{m}^3/\text{tn}$.

Συμπερασματικά, προκύπτει πως οι λατομικές εταιρείες στην πλειοψηφία τους, εφαρμόζουν ΣΠΔ (ISO 14001) και οι περιβαλλοντικές επιδόσεις τους κρίνονται ελεγχόμενες και εντός των ορίων, που θέτονται από την σχετική νομοθεσία. Εν κατακλείδι, προκύπτει πως για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας του εξορυκτικού τομέα επιβάλλεται η συστηματική προσέγγιση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, με στόχο την διατήρηση της οικονομικής ανάπτυξης και συγχρόνως της οικολογικής σταθερότητας.

Βιβλιογραφία

- Abraham E., Kostopoulou P., Koukoura Z., 2009. «Establishment and Survival of Different Legume and Grass Species and Cultivars at a Limestone Quarry in Greece». *Arid Land Research and Management*. Volume 23, Issue 3, pp 183-196 Taylor & Francis.
- Agoramoorthy G., 2013. «The Water Footprint of Modern Consumer Society By Arjen Y. Hoekstra». *Water Resources Management*. Volume 27, Issue 11, pp 3847-3848 Springer.
- Berry P., Pistocchi A., 2003. «A Multicriterial Geographical Approach for the Environmental Impact Assessment of Open-Pit Quarries». *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*. Volume 17, Issue 4, pp 213-226 Taylor & Francis.
- Bugdol M., Jedynak P., 2015. «Integration of Standardized Management Systems». *Integrated Management Systems*. Chapter 4, pp 129-160 Springer.
- Bradshaw A., 1997. «Restoration of mined lands - using natural processes». *Ecological Engineering*. Volume 8, Issue 4, pp 255-269 Springer.
- Brent G., 2011. «Quantifying eco-efficiency within life cycle management using a process model of strip coal mining». *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*. Volume 25, Issue 3, pp 258-273 Taylor & Francis.
- British Standards Institution (BSI), 2014. «Environmental management - Water Footprint - Principles, requirements, guidelines». ISO 14046:2014.
- Cagnazzo L., Raggi E., Carbone P., 2013. «Environmental Management Systems: Enabling Tools Towards Sustainability?». *Corporate Sustainability. CSR, Sustainability, Ethics & Governance*. Chapter 8, pp 171-190 Springer.
- Campos A.C.S.M., de Almeida A.T., 2015. «A Multicriteria Decision Model for Classifying Management Processes». *Decision Models in Engineering and Management Decision Engineering*. Part II, Chapter 2, pp 109-125 Springer.
- Cancelli A., Francani V., 1984. «Quarry Reclamation in the Lombardy plain, Italy». *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*. Volume 29, Issue 1, pp 237-240 Springer.
- Chan Y., 2011. «Multicriteria Decision Making». *Location Theory and Decision Analysis. Analytics of Spatial Information Technology*. Second Edition. Chapter 5, pp 213-280 Springer.
- Ciccarese L., Mattsson A., Pettenella D., 2012. «Ecosystem services from forest restoration: thinking ahead». *New Forests*. Volume 43, Issue 5-6, pp 543-560 Springer.
- Coppin N.J., Bradshaw A., 1982. «Quarry Reclamation. The Establishment of vegetation in quarries and open pit non-metal mines». *Mineral Industry Research Organization. Mining Journal Books*. London. England.

- Cubukcu A., Kaya E., Ozyaral O., 2012. «Environments problems caused by cebeci aggregate quarries and rehabilitation works». 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference and EXPO - Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection, SGEM 2012. Volume 5, pp 337-345 Scopus.
- Daniels P., Lenzen M., Kenway S., 2011. «The ins and outs of water use - A review of multi-region input-output analysis and water footprints for regional sustainability analysis and policy». *Economic Systems Research*. Volume 23, Issue 4, pp 353-370 Taylor & Francis.
- Dal Sasso P., Ottolino M.A., Caliandro L.P., 2012. «Identification of Quarries Rehabilitation Scenarios: A Case Study Within the Metropolitan Area of Bari (Italy)». *Environmental Management*. Volume 49, Issue 6, pp 1174-1191 Springer.
- Department for Communities and Local Government, 2009. «Multi-criteria analysis: a manual». London.
- Diaz E., Fernandez J., Ordonez S., Cantob N., Gonzalez A., 2012. «Carbon and ecological footprints as tools for evaluating the environmental impact of coal mine ventilation air». *Ecological Indicators*. Volume 18, pp 126-130 Elsevier.
- Dong W., Yang Y., 2014. «Exploitation of mineral resource and its influence on regional development and urban evolution in Xinjiang, China». *Journal of Geographical Sciences*. Volume 24, Issue 6, pp 1131-1146 Springer
- Drew L., Langer W., Sachs J., 2002. «Environmentalism and Natural Aggregate Mining». *Natural Resources Research*. Volume 11, Issue 1, pp 19-28 Sringer.
- European Commission Institute for Environment and Sustainability (IES), 2011. «Analysis of existing Environmental Footprint methodologies for products and organizations: Recommendations, Rationale and Alignment». Joint Research Center. Italy.
- Fava J., 1998. «Life Cycle Perspectives to Achieve Business Benefits: From Concept to Technique». *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. Volume 4, Issue 4, pp 1003-1017 Taylor & Francis.
- Fawer M., Hutchison J., 1997. «Environmental management and ISO 14000». *The International Journal of Life Cycle Assessment*. Volume 2, Issue 3, pp 129-130 Springer.
- Finkbeiner M., 2013. «From the 40s to the 70s- the future of LCA in the ISO 14000 family». *The International Journal of Life Cycle Assessment*. Volume 18, Issue 1, pp 1-4 Springer.
- Finkbeiner M., 2014. «The International Standards as the Constitution of Life Cycle Assessment: The ISO 14040 Series and its Offspring». *Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment. LCA Compendium - The Complete World of Life Cycle Assessment*. Chapter 3, pp 85-104 Springer.

- Finnveden G., Hauschild M., Ekvall T., Guine'e J., Heijungs R., Hellweg S., Koehler A., Pennington D., Suh S., 2009. «Recent developments in Life Cycle Assessment». *Journal of Environmental Management*. Volume 91, pp 1–21 Elsevier.
- Forman E., Peniwati K., 1998. «Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process». *European Journal of Operational Research*. Volume 108, Issue 1, pp 165-169 Elsevier.
- Fulton J., Cooley H., Gleick P., 2014. «Water Footprint». *The World's Water*. Volume 8. Chapter 5, pp 83-92. IslandPress. Springer.
- Galli A., Wiedmann T., Ercinc E., Knoblauch D., Ewing B., Giljum S., 2011. «Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet». *Ecological Indicators*. Volume 16, pp 100-112 Elsevier.
- Garr J., 1980. «Extraction, Reclamation and after use at gravel quarries near Canterbury, Kent». *Minerals and the Environment*, Volume 2, Issue 3, pp 124-144 Springer.
- Goswami S.C., 1984. «Quarrying of aggregates in and around Gauhati: Impact on the environment». *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*. Volume 29, Issue 1, pp 265-268 Springer.
- Gunn J., Bailey D., 1993. «Limestone quarrying and quarry reclamation in Britain». *Environmental Geology*. Volume 21, Issue 3, pp 167-172 Springer-Verlag.
- Handley S.J., Handley J., 2001. «The Application of Environmental Impact Assessment to Land Reclamation Practice». *Journal of Environmental Planning and Management*. Volume 44, Issue 6, pp 765-782 Taylor & Francis.
- Harker D., Libby G., Harker K., Evans S., Evans M., 2000. «Landscape Restoration Handbook». Chapter 5, pp 67-93. Second Edition. Lewis Publishers. CRC Press LLC.
- Hu R., Liu J., Zhai M., 2010. «A Roadmap for Scientific & Technological Development of Solid Mineral Resources in China to 2050». *Mineral Resources Science in China: A Roadmap to 2050*. Chapter 2, pp 11-82 Springer.
- Hustrulid W., Kuchta M., 2006. «Open Pit Mine Planning and Design». *Fundamentals*. 2nd Edition. Volume 1, pp158-207 Taylor & Francis.
- Imura H., 2013. «Life Cycle Assessment». *Environmental Systems Studies: A Macroscopic for Understanding and Operating Spaceship Earth*. Chapter 9, pp 121-125 Springer.
- International Organization for Standardization, 2006. «ISO 14064». Geneva Switzerland.
- Janseen R., 2001. «On the use of multi-criteria analysis in environmental impact assessment in The Netherlands». *Green Energy and Technology*. Chapter 3&4 , pp 33-60. John Wiley & Sons.

- Jordan M. M., Garcia-Sanchez E., Almendro-Candel M. B., Navarro-Pedreno J., Gomez-Lucas I., Melendez I., 2009. «Geological and environmental implications in the reclamation of limestone quarries in Sierra de Callosa (Alicante, Spain)». *Environmental Earth Sciences* Volume 59, Issue 3, pp 687-694 Springer-Verlag.
- Kaliampakos D., Mavrikos A., 2006. «Introducing a new aspect in marble quarry rehabilitation in Greece». Volume 50, pp 353-359 Springer -Verlag.
- Klimes J.J., De Benedetto L., 2013. «Environmental Assessment and Strategic Environmental Map Based on Footprints Assessment». *Treatise on Sustainability Science and Engineering*. Part II, Chapter 4, pp 153-171 Springer.
- Klöpffer W., 2014. «Introducing Life Cycle Assessment and its presentation in ‘LCA Compendium’». *Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment. LCA Compendium - The Complete World of Life Cycle Assessment*. Chapter 1, pp 1-38 Springer.
- Kurlenya M. V., 1992. «Ecological problems of mine production». *Journal of Mining Science*. Volume 28, Issue 4, pp 393-396 Springer.
- Kurttila M., Pesonen M., Kangas J., Kajanus M., 2000. «Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis – a hybrid method and its application to a forest – certification case». *Forest Policy and Economics*. Volume 1, Issue 1, pp 41-52 Elsevier.
- Macicasan V., Muntean L., Rosian G., Malos C., Mihaiescu R., Baciú N., 2013. «An integrated geomorphological approach for quarry rehabilitation (Aghires mining area, Romania)». *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. Volume 8, Issue 3, pp 187-198 Scopus.
- Maiti S., 2013. «Ecorestoration of the coalmine degraded lands». Chapter 1,3&4, pp 3-20, 39-80 Springer.
- Mansourian S., 2005. «Overview of Forest Restoration Strategies and Terms». *Forest Restoration in Landscapes*. Chapter 2, pp 8-13 Springer.
- Mattinson R., 1978. «Extraction and reclamation in Victoria». *Royal Australian Planning Institute Journal*. Volume 16, Issue 4, pp 114-115 Taylor & Francis.
- Mazzi A., Manzardo A., Scipioni A., 2014. «Water Footprint to Support Environmental Management: An Overview». *Pathways to Environmental Sustainability*. Chapter 4, pp 33-42 Springer.
- McLellan A.G., 1979. «Aggregate mining and rehabilitation». *Minerals and the Environment*. Volume 1, Issue 1, pp 31-35 Springer.
- Meuser H., 2013. «Rehabilitation of Soils in Mining and Raw Material Extraction Areas». *Soil Remediation and Rehabilitation Environmental Pollution*. Volume 23, pp 37-126 Springer.

- Miligrom T., 2008. «Environmental aspects of rehabilitating abandoned quarries: Israel as a case study». *Landscape and Urban Planning*. Volume 87, pp 172-179 Elsevier.
- Neri A.C. , Sanchez L.E., 2010. «A procedure to evaluate environmental rehabilitation in limestone quarries». *Journal of Environmental Management*. Volume 91, pp 2225-2237 Elsevier.
- Newell J., Vos R., 2012. «Accounting for forest carbon pool dynamics in product carbon footprints: Challenges and opportunities». *Environmental Impact Assessment Review*. Volume 37, pp 23-36 Elsevier.
- Ormazabal M., Jaca C., Puga-Leal R., 2014. «Analysis and Comparison of Life Cycle Assessment and Carbon Footprint Software». *Proceedings of the Eighth International Conference on Management Science and Engineering Management Advances in Intelligent Systems and Computing*. Volume 281, Chapter 131, pp 1521-1530 Springer.
- Pamukeu C., Simsir F., 2006. «Example of reclamation attempts at a set of quarries located in Izmir, Turkey». *Mining Ecology. Journal of Mining Science*. Volume 42, Issue 3, pp 304-308 Springer.
- Pandey D, Agrawal M., Pandey J. S., 2011. «Carbon footprint: current methods of estimation». *Environmental Monitoring and Assessment*. Volume 178, Issue 1-4, pp 135-160 Springer.
- Pavloudakis F., Galetakis M., Roumpos Ch., 2009. «A spatial decision support system for the optimal environmental reclamation of open-pit coal mines in Greece». *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*. Volume 23, Issue 4, pp 291-303 Taylor & Francis.
- Pelletier N., Allacker K., Pant R., Manfredi S., 2014. «The European Commission Organisation Environmental Footprint method: comparison with other methods, and rationales for key requirements». *The International Journal of Life Cycle Assessment*. Volume 19, Issue 2, pp 387-404 Springer.
- Proto M., Malandrino O., Supino S., 2013. «The Integration of Quality Management and Environmental Management Systems». *Product-Oriented Environmental Management Systems (POEMS)*. Chapter 2, pp 29-53 Springer.
- Ramanathan R., 2001. «A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment». *Journal of Environmental Management*. Volume 63, Issue 1, pp 27-35 Elsevier.
- Ryan B., 2004. «Ecological footprint analysis: An Irish rural study». *Irish Geography*. Volume 37, Issue 2, pp 223-235 Taylor & Francis.
- Saaty T., 2008. «Decision making with the analytic hierarchy process». *International Journal of Services Sciences*. Volume 1, Issue 1, pp 83-98 Indercience Publishers.

Sandberg L. A., 2013. «Environmental gentrification in a postindustrial landscape: the case of the Limhamn quarry, Malmö, Sweden». *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability*. pp 1-19 Taylor & Francis.

Sarma D.K., Saharan M.R., Parihar S.K., 1996. «Evaluation of land use potential for quarrying area around Ramganjmandi (Kota, Rajasthan), India». *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*. Volume 10, Issue1, pp 13-16 Taylor & Francis.

Singh G., Sinha D. K., 1993. «Land reclamation and restoration of natural ecosystem: A case study from opencast mines of North Eastern Coalfields of India». *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*. Volume 7, Issue 4, pp 171-176 Taylor & Francis.

Sinha R., Pandey D. K., Sinha A. K., 2000. «Mining and the environment: a case study from Bijolia quarrying site in Rajasthan, India». *Environmentalist*. Volume 20, Issue 3, pp 195-203 Springer.

Sopper W., Seaker E., Hinesly T., 1984. «Use of municipal sewage sludge to reclaim mined land». *CRC Critical Reviews in Environmental Control*. Volume 13, Issue 3, pp 227-271 Taylor & Francis.

Tambovceva T., Geipele I., 2011. «Environmental management systems experience among latvian construction companies». *Technological and Economic Development of Economy*. Volume 17, Issue 4, pp 595-610 Taylor & Francis.

Tienhaara K., 2006. «Mineral investment and the regulation of the environment in developing countries: lessons from Ghana». *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*. Volume 6, Issue 4, pp 371-394 Springer.

Tiess G., 2011. «View of the minerals policies in selected states of Europe». *General and International Mineral Policy*. Chapter 5, pp 181-412 Springer-Verlag.

Tole L., Koop G., 2013. «Estimating the impact on efficiency of the adoption of a voluntary environmental standard: an empirical study of the global copper mining industry». Volume 39, pp 35-45 Elsevier.

Venetoulis J., Talberth J., 2008. «Refining the ecological footprint». *Environment, Development and Sustainability*. Volume 10, pp 441-469 Elsevier.

Wackernagel M., Yount J.D., 2000. «Footprints for sustainability: The next steps». *Environment, Development and Sustainability*. Volume 2, Issue 1, pp 23-44 Springer..

Wells R., Galbraith D., 1999. «Proyecto Guadalajara: Promoting Sustainable Development through the Adoption of ISO 14001 by Small and Medium-Sized Enterprises». *Greener Management International*. Volume 28, pp 90-102 Springer.

Wichelns D., 2011. «Do the Virtual Water and Water Footprint Perspectives Enhance Policy Discussions?». *International Journal of Water Resources Development*. Volume 27, Issue 4, pp 633-645 Taylor & Francis.

Wallwork K.L., 1973. «Mining, quarrying and Derelict Land : An aspect of land use in Northern Ireland». *Irish Geography*, Volume 6, Issue 5, pp 570-578 Taylor & Francis.

Wintergreen J., Delaney T., 2009. «ISO 14064 International Standard for GHG Emission Inventories and Verification».

Yan Yan, Jia Jia, Kang Zhou and Gang Wu, 2013. «Study of regional water footprint of industrial sectors: the case of Chaoyang City, Liaoning Province, China». *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. Volume 20, Issue 6, pp 542-548 Taylor & Francis.

Zorpas A., 2010. «Environmental management systems as sustainable tools in the way of life for the SMEs and VSMEs». *Bioresource Technology*. Volume 101, pp 1544–1557 Elsevier.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γεωργακόπουλος Κ., 2005. «Διερεύνηση κινήτρων και ωφελειών από την εφαρμογή Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σε Ελληνικές επιχειρήσεις». Διαπανεπιστημιακό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. ΕΜΠ. Αθήνα.

Γκάγκα Α., 2006. «Έρευνα για την αειφόρο ανάπτυξη στη Μήλο». Δίκτυο Αειφόρων Νήσων ΔΑΦΝΗ. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο ΕΜΠ. & Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών ΔΙΠΕ. Προσπελάστηκε στις 12/12/2014 στην διεύθυνση: www.itia.ntua.gr/dafni.

Δεμέκα Γ., 2006. «Συστήματα και εργαλεία περιβαλλοντικής διαχείρισης: μεθοδολογία ολοκλήρωσης συστημάτων διαχείρισης. Εφαρμογή σε βιομηχανία χημικών προϊόντων». ΕΜΠ. Αθήνα.

Κοκολάκη Κ., 2012. «Ποιότητα και Περιβαλλοντική Διαχείριση: Παρουσίαση του Προτύπου ISO 14001 & Εφαρμογή του». ΤΕΙ Κρήτης. Κρήτη.

Κορωναίος Χ., 2000. «Ανάλυση Κύκλου Ζωής: Η ολοκληρωμένη Περιβαλλοντική Προσέγγιση στην Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη». Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Περιβάλλον και Ανάπτυξη. ΕΜΠ. Αθήνα.

Λεγάκις Α., 2004. «Παρακολούθηση και εκτίμηση της αποκατάστασης ορυχείων της Δ. Μήλου». Πρόγραμμα Προστασία περιβάλλοντος και βιώσιμη ανάπτυξη. Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Μενεγάκη Μ., 2010. «Σχεδιασμός υπαίθριων εκμεταλλεύσεων». ΕΜΠ. Αθήνα.

Μπρόφας Γ., 2013. «Το τοπίο και οι μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις». ΕΘΙΑΓΕ. Αθήνα.

Νάνος Δ., 2007. «Μελέτη περιβαλλοντικής αποκατάστασης παλαιού ορυχείου βωξίτη». Ευρωπαϊκό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στην Διοίκηση Επιχειρήσεων - Ολική Ποιότητα. Πανεπιστήμιο Πειραιά. Πειραιάς.

Παγωτέλης Ε., 2008. «Ανάλυση κύκλου ζωής εγκατάστασης διαχείρισης στερεών απορριμμάτων στην Αττική». ΠΜΣ Βιώσιμη Ανάπτυξη Διαχείριση Περιβάλλοντος. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα.

Παζάρας Βασίλης, 2008. «Περιβαλλοντική αποκατάσταση χώρου μεταλλείου λευκόλιθου στην περιοχή Τρουπίου Ευβοίας και αναβάθμιση της περιοχής με την αξιοποίηση της λίμνης που υπάρχει στο χώρο του». ΕΑΠ. Πάτρα.

Σπυρόπουλος Ν., 2010. Αποκατάσταση λατομείων-ανοιχτών ορυχείων με χρήση τηλεπισκόπησης. Διδακτορική Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Στεργιόπουλος Ν., Ταϊφάκος Κ., 2010. «Αποκατάσταση ανενεργού λατομείου αδρανών υλικών στο Δήμο Αυλίδας». ΕΜΠ. Αθήνα.

Τζελατίδης Ι., 2013. «Η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος ως εργαλείου αξιολόγησης της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Εφαρμογή στις γεωργικές καλλιέργειες της λεκάνης απορροής της Μυγδονίας». ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη.

Τσιβουράκης Ε., 2008. «Σχεδιασμός εκμετάλλευσης λατομείου αδρανών στην περιοχή Φονέ Αποκορώνου». Πολυτεχνείο Κρήτης. Κρήτη.

ΥΠΕΚΑ, 2012. «Εθνική πολιτική για την αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών (ΟΠΥ)». Γενική Διεύθυνση Φυσικού Πλούτου. Αθήνα.

ΥΠΕΚΑ, 2013. «Ελληνική εξορυκτική βιομηχανία. Διεθνές Περιβάλλον - Φυσιογνωμία - Προοπτικές». Αθήνα.

Χατζηστάθης Α., 2000. «Λατομεία - Περιβαλλοντικές επιπτώσεις - Αποκατάσταση». ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη.

Χιονίδου Ε., 2007. «Μελέτη και Αξιολόγηση των μεθόδων αποκατάστασης του τοπίου και της βλάστησης διαταραγμένων περιοχών από μεταλλευτικές δραστηριότητες. Η περίπτωση του Λιγνιτικού Κέντρου Πτολαιμαΐδας-ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ». Ερευνητική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών. Πάτρα.

Όμιλος S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε., 2014. «Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ορυχείου περλίτη και εγκαταστάσεις επεξεργασίας περλίτη στην θέση Τσιγκράδο Μήλου. ΗΡC ΕΠΕ. Αθήνα.

Διαδικτυακές πηγές

ΕΛΣΤΑΤ, 2014. <http://www.statistics.gr/>. Προσπελάστηκε στις 15/01/2015.

ΕΣΥΕ, 2011. <http://geodata.gov.gr/> Προσπελάστηκε στις 15/01/2015.

Μετεωρολογικά δεδομένα Μήλου, 2015. Διαδίκτυο. Προσπελάστηκε στις 25/01/2015 στη διεύθυνση: <http://penteli.meteo.gr/stations/milos/>

Όμιλος Lafarge, 2013. «Αποκατάσταση Λατομείων - Εργοστάσιο Μηλακίου». Όμιλος Lafarge. Διαδίκτυο. Προσπελάστηκε στις 12/12/2014 στη διεύθυνση: http://www.lafarge.gr/wps/portal/gr/el/6_4_1EnvironmentDetail?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/lib_gr/Site_gr/AllCS/Env/Example%20Theme%20Site%20Area_1296205252729/Case%20Study%20Exemple_1317389557826/CSFR.

ΥΠΕΚΑ Επιτρεπόμενα όρια εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και συγκεντρώσεις σκόνης, 2015. Διαδίκτυο. Προσπελάστηκε στις 17/4/2015 στην διεύθυνση: <http://www.ypeka.gr/>

Παράρτημα

Α. Ερωματολόγιο:

1. Ποιές κατηγορίες εμπορεύσιμων προϊόντων παράγονται από λατομεία της εταιρία;

α. Μπεντονίτη

β. Περλίτη

γ. Ποζολάνη

δ. Καολίνη

ε. Πυριτικό

2. Τι ποσότητες από κάθε κατηγορία εμπορεύσιμου προϊόντος παράγονται;

3. Ποιά είναι τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας;

α.....

β.....

γ.....

δ.....

4. Ποιές μορφές ενέργειας χρησιμοποιούνται κατά τη παραγωγική διαδικασία;

α. ηλεκτρική

β. αιολική

γ. ηλιακή

δ. υγρά καύσιμα πετρέλαιο βενζίνη

ε. άλλο (παρακαλώ προσδιορίστε)

5. Σε ποια στάδια της παραγωγικής διαδικασίας χρησιμοποιείται το κάθε είδος ενέργειας; (Παρακαλούμε αντιστοιχήστε τα στάδια του ερωτήματος 3 με τις μορφές ενέργειας του ερωτήματος 4.)

α.....

β.....

γ.....

δ.....

ε.....

6. Τι ποσότητες ενέργειας (σε KW ή It) καταναλώνονται σε κάθε στάδιο παραγωγικής διαδικασίας; (Παρακαλούμε αντιστοιχήστε τις απαντήσεις του ερωτήματος 5 με τις ενεργειακές απαιτήσεις ποσοτικοποιημένες)

7. Ποιά η κατανάλωση ενέργειας ανά τόνο εμπορεύσιμου προϊόντος;

8. Εφαρμόζεται μέθοδος αποκατάστασης των λατομείων;

Ναι

Όχι

9. Τι εφαρμόζεται κατά την αποκατάσταση;

Φύτευση

Υδροσπορά

Άλλη μέθοδος(παρακαλώ προσδιορίστε)

Παρακαλώ αναφέρετε περισσότερες λεπτομέρειες

10. Καταναλώνεται ενέργεια κατά την διαδικασία της αποκατάστασης;

Ναι

Όχι

11. Τι ποσότητες ενέργειας καταναλώνονται σε κάθε στάδιο της αποκατάστασης (σε KW ή lt); (Παρακαλώ αντιστοιχίστε τις μεθόδους αποκατάστασης του ερωτήματος 9 με το είδος και την ποσοτικοποιημένη ενέργεια)

12. Ποιο είναι το διάγραμμα ροής ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία και την διαδικασία της αποκατάστασης; (Παρακαλώ να σχεδιάσετε ένα πρόχειρο και κατανοητό διάγραμμα ροής)

13. Ποια είναι η συνολική επιφάνεια γης που χρησιμοποιείται για εκμετάλλευση στο τέλος του ημερολογιακού έτους σε στρ.;

14. Ποια η συνολική επιφάνεια γης που αποκαθίσταται (μη ολοκληρωμένη αποκατάσταση) σε στρ.;

15. Τι ποσότητες νερού (σε m³ ή lt) χρησιμοποιούνται σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και κατά την αποκατάσταση; (Παρακαλώ αντιστοιχίστε τα στάδια του ερωτήματος 3 και 9 με τις ποσότητες του νερού)

16. Ποιο είναι το διάγραμμα ροής νερού κατά την παραγωγική διαδικασία; (Παρακαλώ να σχεδιάσετε ένα πρόχειρο και κατανοητό διάγραμμα ροής)

17. Ποιο είναι το διάγραμμα ροής νερού κατά την διαδικασία της αποκατάστασης; (Παρακαλώ να σχεδιάσετε ένα πρόχειρο και κατανοητό διάγραμμα ροής)

18. Ποιο είναι το διάγραμμα ροής νερού κατά την γενικότερη λειτουργία το λατομείου;
(Παρακαλώ να σχεδιάσετε ένα πρόχειρο και κατανοητό διάγραμμα ροής)

19. Τι ποσότητες αέριων εκπομπών παράγονται σε κάθε στάδιο λειτουργίας του λατομείου
(αν τις γνωρίζεται); (Παρακαλώ αντιστοιχίστε τις ποσότητες αέριων εκπομπών με τις
απαντήσεις του ερωτήματος 3 και 9)

20. Τι ποσότητες αποβλήτων παράγονται σε κάθε στάδιο λειτουργίας του λατομείου;

21. Εφαρμόζεται κάποιο Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης από την εταιρία;

Ναι

Όχι

22. Αν ναι παρακαλώ αναφέρετε ποιο σύστημα.

Β. Δεδομένα που δόθηκαν από τις λατομικές εταιρείες στα πλαίσια του ερωτήματος 9 του ερωτηματολόγιου και επεξεργάστηκαν κατά την πολυκριτηριακή ανάλυση.

Πίνακας 1: Δεδομένα λατομείου στην θέση Τράχηλας ν. Μήλου.

	ΤΡΑΧΗΛΑΣ				
	2010	2011	2012	2013	2014
ΠΚ1	90%				
ΠΚ2	2012	2907	3023	4625	4114
ΠΚ3		0,30% αύξηση οργανικής ουσίας			
ΠΚ4 πυκνότητα	50%	70%	90%	90%	90%
ΠΚ4 φυτοκάλυψη	50%	70%	90%	90%	90%
ΠΚ5	5000	5000	10000	8500	4000
ΠΚ6	0	0	0	0	0
ΠΚ7					100%
ΠΚ8	0	0	0	0	0
ΠΚ9	34%	38%	38%	40%	41%
ΠΚ10					100%
ΠΚ11	3ΕΤΗ				
ΟΚ1	20376	40998	46932	44376	37677
ΟΚ2	4381	6173	5188	6922	2298
ΟΚ3	2250	4200	4550	5900	7000
ΟΚ4	12200	28000	328000	31000	26300
ΟΚ5	1000	2200	2900	2800	2000
ΟΚ6	0	0	0	0	0
ΟΚ7	0	0	0	0	0
ΟΚ8	4000				

ΚΚ1	448	875	1232	1060	1376
ΚΚ2					100%
ΚΚ3	100%				
ΚΚ4	0				
ΚΚ5	Δημιουργία αμπελώνα παραγωγής καρασιού				
ΚΚ6	100%				
ΚΚ7	0				

Πηγή: Imerys,2015.

Πίνακας 2: Δεδομένα λατομείου στην θέση Αγγεριά ν. Μήλου.

	ΑΓΓΕΡΙΑ				
	2010	2011	2012	2013	2014
ΠΚ1	100%				
ΠΚ2	1416	0	2388	5031	5747
ΠΚ3	Σταθερότητα, δεν υπάρχουν εδαφολογ. αναλύσεις				
ΠΚ4 πυκνότητα	70%	70%	100%	100%	100%
ΠΚ4 φυτοκάλυψη	70%	70%	100%	100%	100%
ΠΚ5	3000	0	7000	10500	19000
ΠΚ6	0	0	0	0	0
ΠΚ7					100%
ΠΚ8	0	0	0	0	0
ΠΚ9	37%	32%	29%	35%	35%
ΠΚ10					100%
ΠΚ11	3ΕΤΗ				
ΟΚ1	17020	35742	42715	112300	86822
ΟΚ2	2238	4476	5476	6389	5960

OK3	1572	0	3415	6750	9655
OK4	11900	21450	27750	70000	56433
OK5	2000	5000	7000	15000	12000
OK6	0	0	0	0	0
OK7	0	0	0	0	0
OK8	7000				
KK1	505	800	900	1575	1935
KK2					100%
KK3	100%				
KK4	OXI				
KK5	ΜΕΡΙΚΗ				
KK6	100%				
KK7	Αγροτικές καλλιέργειες χαμηλής παραγωγικότητας				

Πηγή: Imerys,2015.

Πίνακας 3: Δεδομένα λατομείου στην θέση Τσιγκράδο ν. Μήλου.

	ΤΣΙΓΚΡΑΔΟ				
	2010	2011	2012	2013	2014
ΠΚ1	90%				
ΠΚ2	3668	753	424	0	730
ΠΚ3					
ΠΚ4 πυκνότητα	40%	40%	80%	80%	80%
ΠΚ4 φυτοκάλυψη	40%	40%	80%	80%	80%
ΠΚ5	6000%	1000	1000	0	2500
ΠΚ6	0	0	0	0	0
ΠΚ7					100%
ΠΚ8	0	0	0	0	0

ΠΚ9	20%	23%	24%	24%	24%
ΠΚ10					
ΠΚ11	3ΕΤΗ				
ΟΚ1	37384	15644	9483	6749	10411
ΟΚ2	5508	4422	3129	1937	2744
ΟΚ3	4100	1100	700	0	1250
ΟΚ4	20000	9500	5400	4000	6200
ΟΚ5	9000	4200	2000	1700	2600
ΟΚ6	0	0	0	0	0
ΟΚ7	0	0	0	0	0
ΟΚ8	9000				
ΚΚ1	648	312	224	160	304
ΚΚ2					80%
ΚΚ3	100%				
ΚΚ4	ΑΝΕΞΕΛΕΚΤΗ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ				
ΚΚ5					
ΚΚ6	100%				
ΚΚ7	0				

Πηγή: Imerys,2015.

Πίνακας 4: Δεδομένα λατομείου στην θέση Ξυλοκερατιά 1 ν. Μήλου.

	ΞΥΛΟΚΕΡΑΤΙΑ 1				
	2010	2011	2012	2013	2014
ΠΚ1	55%	65%	80%	70%	70%
ΠΚ2	733	894	295	340	477
ΠΚ3	σταθερότητα				
ΠΚ4 πυκνότητα	60%	70%	80%	90%	90%

ΠΚ4 φυτοκάλυψη	60%	70%	80%	90%	90%
ΠΚ5	20000m3/2000000m3				
ΠΚ6	240	220	200	200	180
ΠΚ7	40%	60%	80%	100%	110%
ΠΚ8	0	0	0	0	0
ΠΚ9	40%	40%	45%	45%	50%
ΠΚ10	60%	65%	70%	75%	90%
ΠΚ11	3ΕΤΗ				
ΟΚ1	15500	11000	16000	18000	14500
ΟΚ2	7500	5000	7000	6500	7000
ΟΚ3	6000	6000	6000	6000	6000
ΟΚ4	9500	9000	10000	11500	9000
ΟΚ5	4000	3000	3500	3000	3000
ΟΚ6	3000	2000	2500	2000	2000
ΟΚ7	0	0	0	0	0
ΟΚ8	8000				
ΚΚ1	880	640	440	520	640
ΚΚ2	60%	70%	80%	90%	90%
ΚΚ3	60%				
ΚΚ4	30% ΑΓΡΙΑ ΒΟΣΚΗΣΗ				
ΚΚ5	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ				
ΚΚ6	100%				
ΚΚ7	0				

Πηγή: ΛΑΒΑ Α.Ε.,2015.

Πίνακας 5: Δεδομένα λατομείου στην θέση Ξυλοκερατιά 2 ν. Μήλου.

	ΞΥΛΟΚΕΡΑΤΙΑ 2				
	2010	2011	2012	2013	2014
ΠΚ1	45%	55%	60%	65%	65%
ΠΚ2	2600	3300	1200	1700	1350
ΠΚ3	σταθερότητα				
ΠΚ4 πυκνότητα	30%	45%	50%	70%	70%
ΠΚ4 φυτοκάλυψη	65%	80%	80%	80%	80%
ΠΚ5	3500m3/50000m3				
ΠΚ6	9375	11520	7790	6802	6136
ΠΚ7	30%	45%	50%	70%	70%
ΠΚ8	0	0	0	0	0
ΠΚ9	40%	40%	45%	45%	45%
ΠΚ10	40%	45%	55%	60%	60%
ΠΚ11	3ΕΤΗ				
ΟΚ1	74166	37944	38748	49116	105596
ΟΚ2	44499	22766	23248	29469	63357
ΟΚ3	3280	3490	2860	3000	2900
ΟΚ4	18000	18000	18000	18000	18000
ΟΚ5	4000	4000	4000	4000	5000
ΟΚ6	3000	3000	3000	3000	3000
ΟΚ7	0	0	0	0	0
ΟΚ8	15000				
ΚΚ1	1600	1600	1600	1600	1600
ΚΚ2	30%	45%	50%	70%	70%
ΚΚ3	70%				

ΚΚ4	40% ΑΓΡΙΑ ΒΟΣΚΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΦΥΤΕΥΣΕΩΝ
ΚΚ5	ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ
ΚΚ6	100%
ΚΚ7	0

Πηγή: ΙΝΤΕΡΜΠΙΕΤΟΝ Α.Ε.,2015.