

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος: « Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την λατόμευση αδρανών υλικών »

Μαρίνα Στεφάνου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Μαρίνος Στυλιανού**

2023

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διαχείριση και

Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Διαχείριση Λατομικής Ζώνης

Μαρίνα Στεφάνου

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Μαρίνος Στυλιανού

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
Στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος
από τη Σχολή Θετικών Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Μάιος, 2023

Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας βασίζεται στην μελέτη της λατομικής δραστηριότητας στην Κύπρο. Πιο συγκεκριμένα στην εξόρυξη αδρανών (άμμος, χαλίκι και σκύρα), δομικών υλικών και περιγράφει την σημαντικότητα τους στην καθημερινότητα. Τα αδρανή υλικά είναι απαραίτητα για την κατασκευή όλων των έργων υποδομής και δομικών έργων και αποτελούν μία σημαντική δραστηριότητα στην οικονομική ζωή της χώρας με συνεπακούθως επιπτώσεις από την επεξεργασία τους.

Επικεντρώνεται γύρω από βασικές έννοιες των λατομικών όρων. Στο κεφάλαιο 1 γίνεται ένα εισαγωγικό κομμάτι δηλαδή τι είναι λατομείο, τι υλικά εξορρύσσονται και αναπτύσσεται ο στόχος της παρούσας εργασίας. Στο 2^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ιστορική αναδρομή των λατομείων της περιοχής της Κύπρου, τα κυριότερα λατομεία και γίνεται η ανάλυση των αδρανών υλικών που παράγονται. Επίσης στο θεωρητικό πλαίσιο πραγματοποιείται εκτενής αναφορά στην έννοια της κυκλικής οικονομίας ως προς τα λατομεία και της ανάλυσης κύκλου ζωής. Επιπρόσθετα παρουσιάζονται οι νομοθεσίες και οι όροι λειτουργίας των λατομείων, τα είδη Κυπριακών προτύπων για τα αδρανή προϊόντα καθώς και οι ανάγκες των αδρανών υλικών ανά το Παγκύπριο και ανά χώρα ξεχωριστά.

Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα κριτήρια επιλογής της περιοχής ενδιαφέροντος και αναλύονται κάποια χαρακτηριστικά της. Επιπρόσθετα παρουσιάζεται η μεθοδολογία έρευνας της μεταπτυχιακής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα αναπτύχθηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση για την συλλογή των πρωτογενών δεδομένων, οι μετρήσεις σκόνης αιωρούμενων σωματιδίων 2.5 μm που διαδραματίστηκαν σε 4 σημεία ενδιαφέροντος εντός της λατομικής ζώνης με την χρήση του μετρητή TSI, η χρήση των λογισμικών προγραμμάτων SURPAC για την εκτίμηση των αποθεμάτων και ARC MAP για την επεξεργασία της αεροφωτογραφίας του λατομείου.

Στο κεφάλαιο 4 περιγράφονται τα αποτελέσματα της παραγωγικής διαδικασίας του λατομείου και ο μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται. Ως βασικό εργαλείο χρησιμοποιείται η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (AKZ), η οποία εφαρμόζεται για την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων (πετρελαίου, μηχανέλαιων και παραγωγικής διαδικασίας). Μετά από την ανάλυση των δεδομένων διεξάχθηκε η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κύκλου ζωής της λατομικής δραστηριότητας και παρουσιάζεται η ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προτείνονται λύσεις-προτάσεις για την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που

δημιουργούνται. Ακόμη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την χρήση των λογισμικών προγραμμάτων που προαναφέρθηκαν πιο πάνω. Τέλος για την καλύτερη ανάλυση των μετρήσεων των αιωρούμενων σωματιδίων 2.5 μm, παρουσιάζεται σχηματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων του μετρητή TSI και των δεδομένων καταμέτρησης των ωριαίων τιμών PM 2.5 μm του σταθμού Υποβάθρου της Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου.

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που διεκπεραιώθηκαν μέσα από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Σύμφωνα με τα παραπάνω προτείνονται βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα μέτρα αντιμετώπισης, αποκατάστασης και αναμόρφωσης του λατομείου για μελλοντικές χρήσεις εφόσον η προστασία της ατμόσφαιρας είναι ένα περιβαλλοντικό ζήτημα το οποίο επηρεάζει και επηρεάζεται από τον άνθρωπο.

Summary

The Subject of this postgraduate thesis based on the study of quarrying activity in the wider area of Cyprus in the quarry of the area in Mitsero. More specifically is based on material mining (sand, gravel, and dirt), construction materials and describes their importance in everyday life. The inert materials are necessary for the construction of all projects and materials projects and constitute important activity the economic cycle in the country.

It focuses on basic concepts of quarry terms. In chapter 1 be an intro track of what is quarry, what materials are mined and how to develop the target in this study. In chapter 2 present the historical recursion in quarries of the area of Cyprus., the mains quarries and analyze the aggregates produced. Also, in the theoretical part it is extensively reported in the policy of cycle economic as to quarries and the LCA. In addition to its present the law and the operating conditions of quarries, the types of Cypriot standards for the materials as well as the needs of aggregates throughout Cyprus and per country separately.

in the third chapter reference is made to the selection criteria in of the area interest and analysed of some characteristic. In addition, it presented the execution methodology of this postgraduate thesis. More specifically, the bibliographic review was developed for the collection of the firstly data, the measurement of dust of suspended particles $2.5\mu\text{m}$ which took place in four points within the quarry zone using the counter TSI, the use of software program SURPAC for inventory estimation and ARC MAP for the processing of aerial photographs of the quarry.

in chapter 4 it describes to a general extent the results of production process of the quarry and the mechanical equipment which is used. A basic tool which used is the LCA methodology, which apply for the analysis of the measurement data (Diesel, machines oils and the production process). After the analysis of data assessment was conducted the environmental impact to the LCA model of quarrying activity. From the analysis of the results propose solutions to reduce the environmental impacts created. Are still presented the results from the use of the software programs. For the better analyses to the measurement of suspended particles $2.5\mu\text{m}$ presented the schematic illustration to the results from counter TSI and the count data of hourly rates of suspended particles $2.5\mu\text{m}$ to the background station of Agias Marinas Xyliatou.

In chapter five presented the conclusions which were dealt with through the interpretation of the results. According to the above issues, short-and long-term measures treatment, restoration, and reformation of the quarry for future uses since the protection of the atmosphere is an environmental issue that affects the human factor and is affected by it.

Ευχαριστίες

Αυτή η διπλωματική εργασία αποτελεί την κορύφωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών στο τμήμα Διαχείρισης και Προστασίας Περιβάλλοντος του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα πρώτα απ' όλα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ.Μαρίνο Στυλιανού για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστώ μαζί του και να ασχοληθώ με τη διαχείριση της λατομικής ζώνης καθώς επίσης και για τον χρόνο που μου διέθεσε, την υποστηρικτική παρουσία και καθοδήγηση του κάθε φορά που χρειαζόμουν τη βοήθεια του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους οι οποίοι με τα ενθαρρυντικά τους λόγια και την ψυχολογική τους υποστήριξη με βοήθησαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο να ξεπεράσω κάθε δυσκολία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, η οποία πίστεψε στις δυνάμεις μου και στάθηκε αρωγός στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής.

Στεφάνου Μαρίνα
Κύπρος, Μάιος 2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα Εικόνων	10
Περιεχόμενα Διαγραμμάτων.....	10
Περιεχόμενα Πινάκων.....	11
Περιεχόμενα Σχημάτων.....	11
Κεφάλαιο 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1. Γενικά για τα Λατομεία	12
1.2. Στόχος της Εργασίας.....	12
Κεφάλαιο 2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	13
2.1. Σκοπός Κεφαλαίου	13
2.2. Ιστορική Αναδρομή	13
2.2.1. Κυριότερα Λατομεία της Κύπρου	14
2.2.2. Προϊόντα λατομικής Δραστηριότητας στην Κύπρο	17
2.3. Θεωρητικό Πλαίσιο	20
2.3.1. Κυκλική Οικονομία.....	20
2.3.2. Κυκλική Οικονομία και Λατομεία	21
2.3.3. Ιστορική Αναδρομή LCA	22
2.3.4. Τί είναι LCA.....	23
Στάδια κατά ISO.....	25
2.5. Νομοθεσίες και Όροι Λειτουργίας Λατομείων.....	25
2.5.1. Είδη Κυπριακών Προτύπων	27
2.5.2. Λατόμευση στην Κύπρο	29
2.5.3. Διεθνής Πραγματικότητα.....	30
Κεφάλαιο 3 Μεθοδολογία.....	33
3.1. Σκοπός κεφαλαίου	33
3.2. Κριτήρια Επιλογής Περιοχής μελέτης.....	33
3.2.1 Περιοχή Ενδιαφέροντος.....	33
3.3. Μεθοδολογία.....	34
3.3.1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	34
3.3.2. Ανάλυση κύκλου ζωής (LCA)	36
3.3.3. SURPAC.....	37
3.3.4. ARC MAP	39
3.3.5. Μετρητής Αιωρούμενων Σωματιδίων	39

Κεφάλαιο 4 Αποτελέσματα	41
4.1. Εισαγωγή.....	41
4.2. Γενική Διαδικασία Παραγωγής Λατομείου.....	41
4.2.1. Έργα υποδομής	44
4.2.2. Μηχανολογικός Εξοπλισμός	45
4.3. Διάγραμμα Ροής.....	45
4.3.1. Γραμμή πρωτογενούς θραύσης	45
4.3.2. Γραμμή Παραγωγής Σκύρων ,Άμμου κονιαμάτων, Άμμου οδοποιίας , Θεμελίου, Υποθεμελίου και Υλικών Επιχώσεων.	47
4.3.3. Γραμμή Παραγωγής Πλυμμένης Άμμου	48
4.4. Ανάλυση Κύκλου Ζωής Λατομείου	49
4.4.1. Προσδιορισμός του σκοπού/αντικειμένου και της έκτασης της μελέτης:.....	49
4.4.2. Λειτουργική Μονάδα (Functional Unit)	51
4.4.3. Λογισμικό (Software)	51
4.4.4. Αναλυτική Απογραφή Δεδομένων(Inventory Analysis) :	52
4.4.4.1. Ηλεκτρική ενέργεια.....	52
4.4.4.2. Υγρά Απόβλητα	54
4.4.4.3. Κατανάλωση Νερού	57
4.4.4.4. Εξορυκτική Παραγωγική Διαδικασία	57
4.4.4.5. Κροκιδωτικά	57
4.5. Εκτίμηση Επιπτώσεων(Impact Analysis).....	58
4.5.1. Σύστημα Μοντελοποίησης (System Modeling)	58
4.5.2. Ανάλυση Απογραφής Κύκλου Ζωής (LCI).....	59
4.5.3. Ποιότητα Δεδομένων (Data Quality).....	59
4.5.4. Ανάλυση Απογραφής Κύκλου Ζωής-Life Cycle Inventory (LCI) Analysis.....	60
4.5.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	61
4.5.5.1. Ηλεκτρική Ενέργεια.....	62
4.5.5.2. Αιωρούμενα Σωματίδια & Ατμοσφαιρικοί ρύποι.....	64
4.5.5.3. Νερό	65
4.5.5.4. Εκρήξεις.....	65
4.6. Ερμηνεία Αποτελεσμάτων – Εκτίμηση Βελτιώσεων	67
4.6.1. Αποτελέσματα από μετρήσεις Αιωρούμενων Σωματιδίων 2.5μm.....	70
4.6.2. Αποτελέσματα μετρήσεων ατμοσφαιρικών ρύπων	73
4.6.3. Αποτελέσματα εκτίμησης Αποθεμάτων	78
4.6.4. Προτάσεις λύσεις-Διαχειριστικό σχέδιο αποκατάστασης.....	84

Κεφάλαιο 5.....	93
5.1. Συμπεράσματα.....	93
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	1

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1: Θέσεις Λατομείων-Τοπογραφικός Χάρτης	15
Εικόνα 2: Απεικόνιση Κατανάλωσης Αδρανών υλικών από το 1997 έως το 2021.....	16
Εικόνα 3: Κυκλική Οικονομία	24
Εικόνα 4: Σύγκριση Πωλήσεων Αδρανών Υλικών ανά επαρχία Κύπρου	29
Εικόνα 5: Πωλήσεις Αδρανών Υλικών.....	30
Εικόνα 6: Ανάγκες Αδρανών υλικών ανά χώρα για το έτος 2018.....	31
Εικόνα 7: Ανάγκες Αδρανών υλικών ανά χώρα για το έτος 2019.....	31
Εικόνα 8: Ανάγκες Αδρανών Υλικών ανά χώρα για το έτος 2020.....	32
Εικόνα 9: Απεικόνιση προγράμματος Surpac	37
Εικόνα 10: Portable TSI Counter	39
Εικόνα 11: Σημεία καταμέτρησης σκόνης.....	40
Εικόνα 12: Εργοστάσιο Παραγωγής.....	44
Εικόνα 13: Γραμμή Πρωτογενούς Θραύσης	47
Εικόνα 14: Γραμμή Παραγωγής Σκύρων	48
Εικόνα 15: Υφιστάμενη Κατάσταση Λατομείου.....	80
Εικόνα 16: Τελική Διαμόρφωση Λατομείου-Τελικό υψόμετρο 630μ.....	80

Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής prisma statement.....	35
Διάγραμμα 2: Διαδικασίες ροής παραγωγικής διαδικασίας.....	43
Διάγραμμα 3: Διάγραμμα Εισροών, κύριων διαδικασιών & εκροών.....	50
Διάγραμμα 4: Σκοπός μελέτης.....	51
Διάγραμμα 5: Κατανάλωση Αγροτικού Πετρελαίου ανά έτος.	52
Διάγραμμα 6: Σύγκριση Παραγωγής αδρανών υλικών και κατανάλωση Αγροτικού Πετρελαίου ανά έτος.....	53
Διάγραμμα 7: Σύγκριση Euro Diesel ανά παραγωγή έτους.....	54
Διάγραμμα 8: Κατανάλωση Μηχανέλαιων ανά έτος.	56
Διάγραμμα 9: Κατανάλωση ανά κατηγορία λαδιού ανά έτος.....	56
Διάγραμμα 10: Συγκέντρωση Μονοξειδίου του άνθρακα για τα έτη 2007-2021 ανά μήνα.	75
Διάγραμμα 11: Συγκέντρωση Διοξειδίου του αζώτου για τα έτη 2007-2021 ανά μήνα.....	75
Διάγραμμα 12: Συγκέντρωση όζοντος για τα έτη 2007-2021 ανά μήνα.	76
Διάγραμμα 13: Συγκέντρωση ΑΣ ₁₀ στον σταθμό υποβάθρου για τα έτη 2007-2021 ανά μήνα.	77

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1: Μηχανολογικός εξοπλισμός	45
Πίνακας 3: Συνοπτικός πίνακας μηχανέλαιων.....	55
Πίνακας 4: Είδος Εκρηκτικών Υλών.....	57
Πίνακας 5: Δεδομένα Ροών εκφρασμένα σε μονάδες/ FU για κάθε δεδομένο σενάριο.....	59
Πίνακας 6: Αξιολόγηση Επιπτώσεων στον κύκλο ζωής για έξι σενάρια.....	60
Πίνακας 8: Συντελεστές εκπομπής καυσίμων και εκπομπές ρύπων λόγω λειτουργίας εργοταξίου..	74
Πίνακας 9: Εκπομπές Σωματιδίων και ατμοσφαιρικών αερίων που προκύπτουν από εξορυκτική διαδικασία στις περιοχές της Ευρώπης.....	78
Πίνακας 10: Συνοπτικός πίνακας μελλοντικής εκτίμησης αποθεμάτων όπου, α) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 1 ^ο στάδιο ανάπτυξης β) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 2 ^ο στάδιο ανάπτυξης γ) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 3 ^ο στάδιο ανάπτυξης δ) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 4 ^ο στάδιο ανάπτυξης ε) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 5 ^ο στάδιο ανάπτυξης	81
Πίνακας 11: Συνοπτικός πίνακας με παραγωγές (m ³) ανά μέτωπο.	83
Πίνακας 12: Χρονοδιάγραμμα εργασιών σε περίπτωση άμεσης εγκατάλειψης.	86

Περιεχόμενα Σχημάτων

Σχήμα 1: Συνοπτικά αποτελέσματα από μετρήσεις Αιωρούμενων Σωματιδίων 2.5μm όπου, i) Μέτρηση PM2.5 μm στη γεφυροπλάστιγγα με παραγωγή i) Μέτρηση PM2.5 μm στη γεφυροπλάστιγγα με παραγωγή, ii) Μέτρηση PM2.5 μm στη γεφυροπλάστιγγα χωρίς παραγωγή, iii) Μέτρηση PM2.5 μm στο control panel με παραγωγή εσωτερικά, iv) Μέτρηση PM2.5 μm στο control panel με παραγωγή εξωτερικά, v) Μέτρηση PM2.5 μm στο control panel χωρίς παραγωγή εσωτερικά, vi) Μέτρηση PM2.5 μm στο control panel χωρίς παραγωγή εξωτερικά, vii) Μέτρηση PM2.5 μm στο jaw crusher με παραγωγή εξωτερικά, viii) Μέτρηση PM2.5 μm στο jaw crusher χωρίς παραγωγή εσωτερικά, ix) Μέτρηση PM2.5 μm στο γραφείο με παραγωγή εσωτερικά, x) Μέτρηση PM2.5 μm στο γραφείο με παραγωγή εξωτερικά	71
--	----

Κεφάλαιο 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά για τα Λατομεία

Η λέξη λατομείο προέρχεται από τη λέξη "λάς" δηλαδή λίθος και από το ρήμα τέμνω. Πιο συγκεκριμένα με τον όρο λατομείο χαρακτηρίζονται οι περιοχές και οι εγκαταστάσεις στις οποίες γίνεται η εξόρυξη ορυκτών υλικών. Πιο συγκεκριμένα οι λατομικοί χώροι ή λατομεία είναι οι ενιαίοι χώροι για τους οποίους έχουν χορηγηθεί και βρίσκονται σε ισχύ οι προβλεπόμενες εγκρίσεις ή γνωστοποιήσεις: α) διενέργειας ερευνητικών εργασιών ή β) εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Υγείας 2022)

Τα κυριότερα λατομικά υλικά τα οποία παράγονται διακρίνονται στις πιο κάτω κατηγορίες:

- Μάρμαρα και Φυσικοί Λίθοι
- Αδρανή Υλικά
- Βιομηχανικά ορυκτά

1.2. Στόχος της Εργασίας

Η λατομική δραστηριότητα της Κύπρου, όπου αποτέλεσε και αποτελεί σημαντικό αντικείμενο εκμετάλλευσης στα διάφορα λατομεία επέφερε και επιφέρει αρκετές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ως προς την γεωμορφολογία, τα οικοσυστήματα, την βιοποικιλότητα. Σήμερα υφίστανται 31 λατομεία τα οποία βρίσκονται στο τελικό στάδιο εκμετάλλευσης και της αποκατάστασης τους.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση του κύκλου ζωής των λατομικών εργασιών της Κύπρου. Βασικό και ουσιαστικό εργαλείο επίτευξης της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι η χρήση της ΑΚΖ. Μέσα από την ανάλυση των τεσσάρων σταδίων της ΑΚΖ αναλύεται ο σκοπός που διενεργήθηκε η εργασία, γίνεται η ανάλυση των πρωτογενών, δευτερογενών δεδομένων και των δεδομένων έρευνας στο πεδίο που διαδραματίστηκε μέσω της μέτρησης των αιωρούμενων σωματιδίων 2.5 μm εντός του λατομείου. Στη συνέχεια γίνεται η ανάλυση και η παρουσίαση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν. Μέσα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διεκπεραιώνονται συμπεράσματα και λύσεις, έτσι ώστε η λατομική δραστηριότητα να δρα με περιβαλλοντικό γνώμονα. Λόγω των οικονομικών αλλά και

περιβαλλοντικών πιέσεων εμφανίζεται πλέον περισσότερο από ποτέ η ανάγκη αλλαγής της σημερινής εικόνας και της αντίληψης της λατομικής δραστηριότητας η οποία μέχρι σήμερα ήταν γραμμική. Σύμφωνα με τις σύγχρονες και καινοτόμες αντιλήψεις της ανάλυσης του LCA προτείνονται μέτρα-λύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1. Σκοπός Κεφαλαίου

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ιστορική αναδρομή της λατομικής δραστηριότητας της Κύπρου μέσα από στοιχεία και πληροφορίες. Έτσι γίνεται αντιληπτή η αναθεώρηση του τρόπου λειτουργίας των λατομικών δραστηριοτήτων από την ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας και την ανάλυση κύκλου ζωής. Αναπτύσσεται το Νομοθετικό Πλαίσιο σε Κυπριακή και Παγκόσμια πραγματικότητα καθώς και οι ανάγκες των αδρανών υλικών ανά χώρα.

2.2. Ιστορική Αναδρομή

Η Κύπρος θεωρείται αυτάρκης σε αποθέματα λατομικών υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες σε οικοδομές, δρόμους, υδατοφράκτες, μαρίνες, λιμάνια σε αντίθεση με την μεταλλευτική βιομηχανία, η λατομική δραστηριότητα του νησιού είναι έντονα δραστηροποιημένη παρόλο ότι λόγω της οικονομικής κρίσης η ζήτηση των λατομικών υλικών έχει μειωθεί σημαντικά σε σχέση με το 2008. Σε παγκύπριο επίπεδο υπάρχουν 118 λατομεία που παράγουν διαφορετικά πετρώματα και βιομηχανικά ορυκτα και ακόμη 31 τα οποία βρίσκονται στο στάδιο αποκατάστασης του χώρου των λατομικών εργασιών. Όσο αφορά τις άδειες επισκόπησης για τα λατομικά υλικά για το έτος 2021 υπήρχαν σε ισχύ 25 άδειες για διερεύνηση διαφόρων πετρωμάτων και βιομηχανικών ορυκτώ και άλλες 7 υπό εξέταση. (Υπ.Μεταλλείων 2021b)

Αξιοσημείωτο είναι το εγκαταλελειμμένο λατομείο Βούναρος στο Μάμμαρι το οποίο ήταν γνωστό για τον πωρόλιθο του. Το Μάμμαρι ήταν γνωστό για τον πορώλιθο του όπου πολλά σπίτια της Λευκωσίας, εκκλησίες και καμπαναριά κτίστηκαν με την πέτρα του. Η μισή εκκλησία του Αγ. Γεωργίου στο Μάμμαρι και το καμπαναριό του είναι κτισμένα με μαμμαρίτικη πουρόπετρα. Το λατομείο Βούναρος, βρίσκεται δυτικά του χωριού Μάμμαρι και έβγαζε πέτρα από το 1920 μέχρι το 1970. Το 1963 η ΕΛΔΥΚ χρησιμοποίησε το

λατομείο ως αποθήκη πυρομαχικών. Το λατομείο Βούναρος έχει κηρυχτεί NATURA και έχει ενταχθεί στο πρόγραμμα «Φύση 2000» για τις νυκτερίδες. (Signalive network 2016)

Σοβαρό πρόβλημα αποθεμάτων αδρανών υλικών αντιμετωπίζει η επαρχία Πάφου από το 2019 μέχρι και σήμερα, αφού τα αποθέματα εντός της υφιστάμενης λατομικής ζώνης Ανδρολίκου είναι οριακά. Κοντά στην λατομική ζώνη έχει εντοπιστεί κατάλληλο ασβεστολιθικό πέτρωμα προς εκμετάλευση ως εκ τούτου οι εταιρείες οι οποίες διενέργησαν ερευνητικές εργασίες και εντόπισαν το πέτρωμα, έχουν υποβάλει σχετικές Πολεοδομικές Αιτήσεις για εξασφάλιση αδειών για ανάπτυξη λατομείων. Η προσδιορισθείσα περιοχή βρίσκεται πλησίον της περιοχής «Φύση 2000 του δορυφόρου του Ακάμα» και ως εκ τούτου το Τμήμα Περιβάλλοντος έχει ζητήσει από τις εταιρείες να εκπονήσουν μελέτη Δέουσας Εκτίμησης των επιπτώσεων στο Περιβάλλον. Η περιοχή αυτή έχει προταθεί να ενταχθεί στο υπό εκπόνηση Τοπικό Σχέδιο του Ακάμα ως λατομική ζώνη εντός της οποίας όμως δεν θα επιτρέπεται η εγκατάσταση σκυροθραυστικών μονάδων. Από τον Μάρτιο του 2022 η εταιρεία έχει προβεί σε κλείσιμο του λατομείου αφού τα αποθέματα που της αναλογούσαν έχουν τελειώσει.

2.2.1. Κυριότερα Λατομεία της Κύπρου

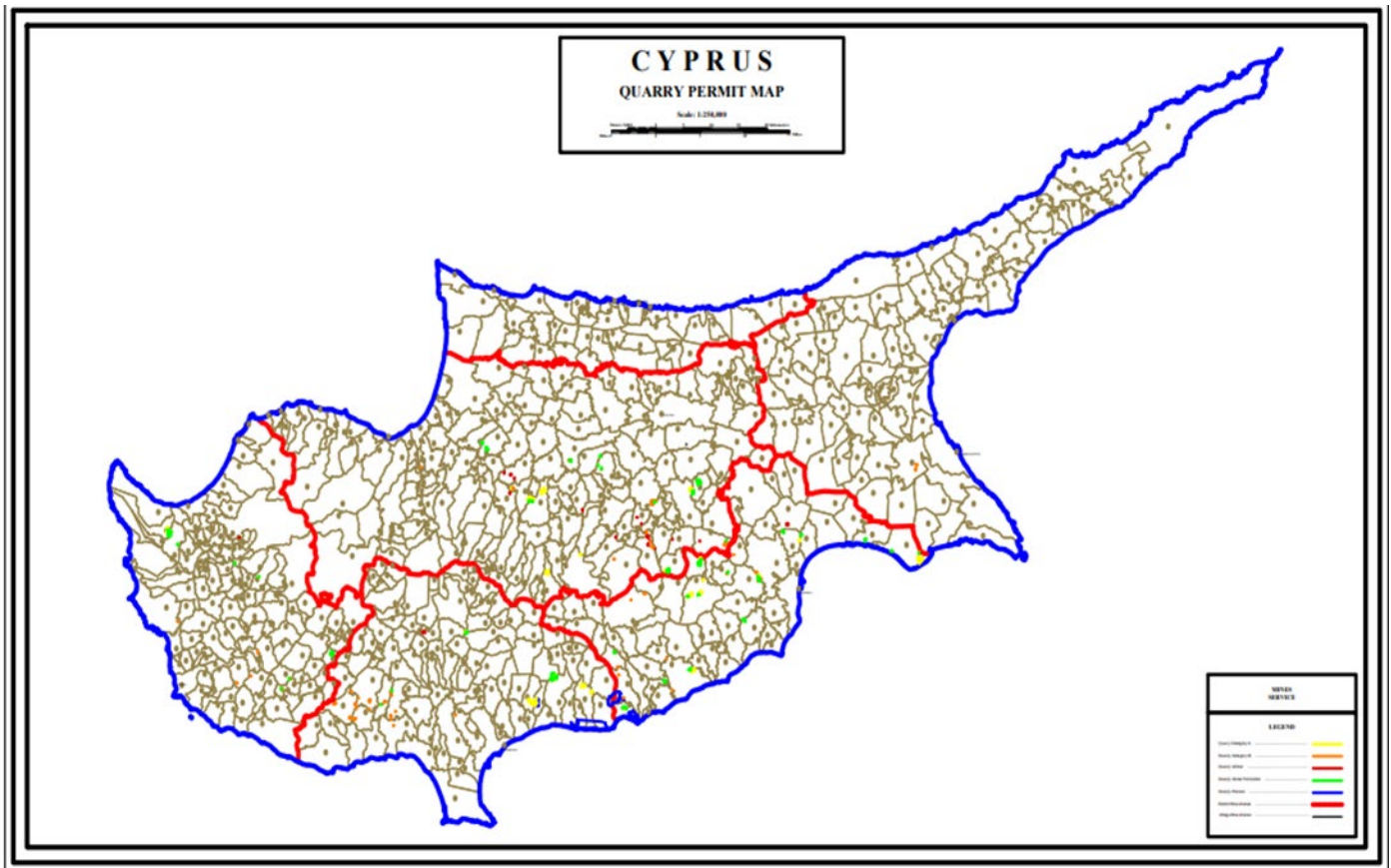
Τα κυριότερα λατομεία της Κύπρου σήμερα είναι τα λατομεία αμμοχάλικων (θραυστών σκύρων και άμμου, φυσικών αμμοχάλικων και χαβάρας) πρώτων υλών για την παραγωγή τσιμέντου, τούβλων και κεραμιδιών, ασβέστη, δομικής πέτρας, μαρμάρου, γύψου, μπετονίτη, φαιοχώματος και ώχρας. (Υπηρεσία Μεταλλείων 2022)

Σήμερα δραστηροποιούνται τα πιο κάτω λατομεία

- 12 Ασβεστολιθικά Λατομεία
- 3 Λατομεία με λεπτά αδρανή
- 10 Διαβασικά Λατομεία
- 10 Λατομεία παραγωγής αργίλου, τούβλων και κεραμικών
- 1 Λατομείο Γύψου
- 10 Λατομεία Λίθων Οικοδομής
- 1 Λατομείο Μαρμάρου
- 2 Λατομεία Ογκολίθων
- 6 Λατομεία Μπετονίτη
- 15 Λατομεία Χαβάρας

- 5 Λατομεία Ούμπρας

Στην πιο κάτω εικόνα αντικατοπτρίζονται τα λατομεία στην περιοχή της Κύπρου και τα όρια αυτών.



Πηγή: (Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας 2018)

Εικόνα 1: Θέσεις Λατομείων-Τοπογραφικός Χάρτης

Για επιτόπια χρήση υλικών παράγονται:

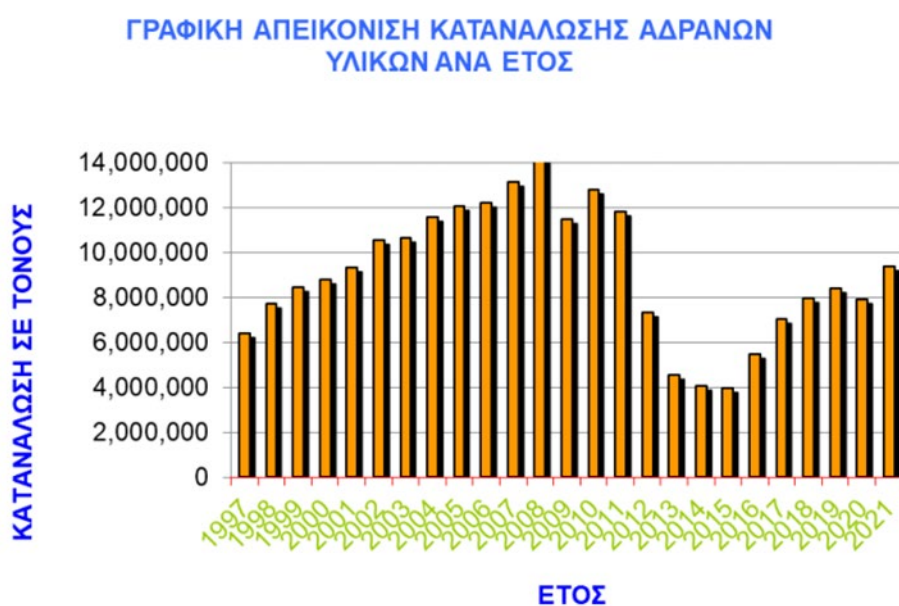
- Χαβάρες και χαβαροχάλικα για επιχωματώσεις και υποθεμελιώσεις οδικών έργων.
- Αδρανή υλικά κυρίως από ασβεστόλιθο και διαβάση για τις ανάγκες της οικοδομικής βιομηχανίας και των άλλων κατασκευών (δρόμοι κλπ).
- Μαργαϊκός ασβεστόλιθος, άργιλος και γύψος ως πρώτη ύλη για τη τροφοδότηση της τσιμεντοβιομηχανίας της Χώρας. -Ασβεστόλιθος για παραγωγή ασβέστη.
- Άργιλος για ικανοποίηση των αναγκών των τουβλοποιών.
- Γύψος για παραγωγή επιχρισμάτων.

- Ασβεστιτικός ψαμμίτης για παραγωγή οικοδομικής πέτρας και πέτρας επενδύσεως κτιρίων, όπως και ογκόλιθων για την ικανοποίηση των αναγκών των θαλασσίων έργων.

Εκτός από τις εξαγωγές τσιμέντου και οικοδομικής πέτρας οι κυριότερες εξαγωγές λατομικών υλικών εστιάζονται σε:

- Μπεντονίτη (ενεργοποιημένο ή μη) που εξάγεται κυρίως υπό μορφή διαβαθμισμένου προϊόντος για οικιακή χρήση (cat- litter).
- Διαβαθμισμένο γύψο για ικανοποίηση αναγκών παραγωγής γυψοσανίδων, τσιμέντων και επιχρισμάτων.
- Αλεσμένες ούμπρες και ώχρες για παραγωγή βαφών.

Στην παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζονται οι καταναλώσεις αδρανών υλικών από το 1993 έως το 2021. Εμφανείς είναι η δραματική πτώση της κατανάλωσης μετά το 2008 και η σταδιακή αύξηση το 2015 καθώς και η μεγάλη αύξηση αυτών το 2021 της τάξης 16% σε σχέση με το 2020. (Υπ.Μεταλλείων 2021)



Πηγή:(Υπ.Μεταλλείων 2021b)

Εικόνα 2: Απεικόνιση Κατανάλωσης Αδρανών υλικών από το 1997 έως το 2021.

2.2.2. Προϊόντα λατομικής Δραστηριότητας στην Κύπρο

Τα κυριότερα υλικά που παράγονται στην Κύπρο είναι τα εξής:

Αμμοχάλικα:

Το μεγαλύτερο ποσοστό αμμοχάλικων για την οικοδομική βιομηχανία και οδοποιία προέρχεται από τη λατόμευση και θραύση διαβασικών και ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Τα κυριότερα λατομεία παραγωγής θραυστών σκύρων και άμμου στις ελεύθερες περιοχές της Κύπρου βρίσκονται στην περιοχή του Μιτσερού-Αγίων Ηλιοφώτων (ασβεστολιθικά πετρώματα), Φαρμακά, Σιάς, Μοσφιλωτή, Σταυροβουνιού-Πυργών, Μοναγρουλλιού, Παρεκκλησιάς, Αγίου Μάμα-Καπηλειού, Ασπρογιάς και Ξυλοφάγου και Ανδρολίκου (ασβεστολιθικά πετρώματα).

Για την παραγωγή θραυστών σκύρων και άμμου έχουν εγκατασταθεί σύγχρονες σκυροθραυστικές μονάδες που είναι σε θέση να παράγουν αδρανή υλικά των οποίων η ποιότητα να υπόκεινται στα σχετικά κυπριακά πρότυπα. Ακόμη λειτουργούν λατομεία παραγωγής κυρίως φυσικής άμμου σε διάφορες περιοχές όπως τα χωριά Ξυλοτύμπου, Ορμίδια, Άγιος Θεόδωρος Λάρνακας, Επισκοπής. Η ετήσια παραγωγή αμμοχάλικων δεν υπερβαίνει τα 4 εκατομμύρια τόνους άνα έτος. Τέλος στην κατηγορία των φυσικών αμμοχάλικων συγκαταλέγεται και η χαβάρα που χρησιμοποιείται κυρίως στην οδοποιία και ειδικότερα στην κατασκευή του υποστρώματος.(Φούρναρη 2017)

Υλικά παραγωγής τσιμέντου:

Για την παραγωγή τσιμέντου τύπου πόρτλαντ χρησιμοποιούνται δύο τύποι πετρωμάτων η κιμωλία γνωστή στην βιομηχανία σαν ασβεστόλιθος ή λευκή μάργα και η μάργα γνωστή ως κίτρινα μάργα ή άργιλος. Τα λατομεία παραγωγής των πιο πάνω υλικών βρίσκονται στις περιοχές των χωριών Μονή, Μαρί και Πεντάκωμο. (Φούρναρη 2017)

Υλικά Παραγωγής Τούβλων και Κεραμιδιών

Το βασικό υλικό για την παραγωγή τούβλων και κεραμιδιών είναι η άργιλος. Πριν την τούρκικη εισβολή του 1974 τα κυριότερα τουβλοποιεία εντοπίζονταν στην περιοχή της Μίας Μηλιάς-Παλαικύθρου χρησιμοποιώντας σαν πρώτη ύλη τις αλλουβιακές αποθέσεις και προσχώσεις κατά μήκος της κοιλάδας οτι Πεδιαιού καθώς και το αργιλικό υλικό από την διάβρωση του φλύσχη της Κυθρέας. Πλέον τα τουβλοποιεία εντοπίζονται στην Νότια Λευκωσία και στην Λεμεσό και χρησιμοποιούν ως κυριο προϊόν τις αλλουβιακές αποθέσεις, πλεοκαινικές μάργες και τα προϊόντα διάβρωσης των διαβασικών

πετρωμάτων. Τα κυριότερα λατομεία βρίσκονται στις περιοχές Τσερίου, Δαλιού, Λιθοροδόνα, Γεράσας και Καλού Χωριού. (Υπ.Μεταλλείων 2021b)

Ασβέστης:

Για την παραγωγή ασβέστη χρησιμοποιείται ως κύριο υλικό ο ασβεστόλιθος υψηλής περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο >95% . Πριν την Τουρκική εισβολή τα ασβεστοποιεία της Κύπρου ήταν συγκεντρωμένα στους πρόποδες της οροσειράς του Πενταδακτύλου και ιδιαίτερα στις νότιες παρυφές του, μεταξύ Δικώμου και Κυθρέας. Πλέον δημιουργήθηκε μόνο ένα σύγχρονο ασβεστοποιείο στην ελεύθερη περιοχή κοντά στο Μιτσερό. Για την Παρασκευή ασβέστη χρησιμοποιείται ομφαλογενής ασβεστόλιθος του σχηματισμού της Κορωνίας. (Φούρναρη 2017)

Πέτρα Δομήσεως:

Ο ασβεστόλιθος και ειδικότερα ο απολιθωματοφόρος ψαμμιτικός ασβεστόλιθος των σχηματισμών της Λευκωσίας και της Αθαλάσσας αποτέλεσε και αποτελεί το κύριο δομικό υλικό. Λατομεία της παραγωγής πέτρας καθορισμένων διαστάσεων βρίσκονται στην περιοχή Κελλιών της περιοχής της Λάρνακας, στις περιοχές Κιβίδων της περιοχής Λεμεσού και Τόχνης της επαρχίας Λάρνακας καθώς και το λατομείο Φαρμακά. (Υπ.Μεταλλείων 2021b)

Μάρμαρα

Τα μάρμαρα είναι μεταμορφωμένα πετρώματα τα οποία προέρχονται από την μεταμόρφωση του πετρώματος σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Στην Κύπρο δεν υπάρχουν μάρμαρα υψηλής ποιότητας όπως είναι γνωστά τα μάρμαρα της Πεντέλης, Πάρου και Καρράρας. Η οροσειρά του Πενταδακτύλου αποτελείται από τέτοιου είδους ασβεστόλιθους με ποικίλα χρώματα. Πλέον υπάρχουν μόνο μικρά κοιτάσματα μαρμάρων συνήθως άσπρου χρώματος στην επαρχία Πάφου και αποτελούν μέρος του συμπλέγματος Μαμωνίων. (Υπ.Μεταλλείων 2021b)

Γύψος

Η Κύπρος συγκαταλέγεται μεταξύ των πλουσιότερων χωρών σε γύψο. Η Γύψος γενικά είναι ένα βιομηχανικό ορυκτό με ευρείς χρήσεις, το οποίο βρίσκεται σε πολλές περιοχές στην Κύπρο και ανήκει στην ομάδα των εβαποριτών, τα οποία δημιουργούνται από την

εξάτμιση του θαλάσσιου νερού. Η περιεκτικότητά τους σε ένυδρο θειικό ασβέστιο φτάνει τα 95-99%. Ο γύψος συναντάται σε τρεις κύριες μορφές:

- Συμπαγής (ζαχαροειδής τύπος)
- Κρυσταλλικός σελενίτης
- Σε στρώσεις (μάρμαρο)

Λατομεία γύψου λειτουργούν σήμερα στις περιοχές Αραδίππου-Καλού Χωριού Λάρνακας και Τόχνης-Ψεματισμένου. (Παναγιωτου 2021)

Μπετονίτης

Ο μπετονίτης κατατάσσεται στα αργιλικά πετρώματα και έχει ως κύριο συστατικό το ορυκτό μοντμοριλονίτης. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του είναι η μεγάλη απορροφητικότητα του, η διόγκωση του με την πρόσληψη νερού και έχει πολλαπλές χρήσεις στη βιομηχανία. Λατομεία μπετονίτη βρίσκονται στις περιοχές Τρούλλων, Πεντακώμου, Αγίας Μαρίνας Ευλιάτου, Αρμενοχωριού, Καλαβασού. (Υπ.Μεταλλείων 2021b)

Φαιόχωμα (Ούμπρα)

Τα κοιτάσματα του φαιοχώματος βρίσκονται διάσπαρτα τους πρόποδες της οροσειράς του Τροόδους και συγκεκριμένα στην επαφή μεταξύ των λαβών του οφιολιθικού Συμπλέγματος του Τροόδους και των υπερκείμενων ιζηματογενών του σιδήρου. Το φαιόχωμα συγκεκριμένα είναι ιζηματογενές πέτρωμα το οποίο είναι πλούσιο σε οξειδία του σιδήρου και μαγγανίου και έχει χρώμα μαύρο. Θεωρούνται σαν προϊόν υποθαλάσσιας διάβρωσης και οξείδωσης των κοιτασμάτων των χαλκούχων σιδηροπυριτικών. Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα ούπρας εντοπίζονται στην Σκουριώτισσα, μικρότερα είχαν βρεθεί στον Μαθιάτη και στην Καλαβασό. Το φαιόχωμα και η ώχρα τυγχάνουν επεξεργασίας σε ειδικά διαμορφωμένα εργοστάσια που λειτουργούν στην Λάρνακα, Τρούλους και Αναλιόντα. Λατομεία φαιοχώματος λειτουργούν στους Τρούλλους, Καμπιά-Αναλιόντα, Μαθιάτη, Αλάμπρας-Λυμπιών-Πυργών, Παρεκκλησιάς, Πέρα Πεδιού. (Φούρναρη 2017)

Σελεστίτης

Το ορυκτό σελεστίτης ήταν άγνωστο στην Κύπρο μέχρι το 1977 όπου το τμήμα γεωλογικής επισκόπησης ανακάλυψε το πρώτο κοίτασμα στα βόρεια του χωριού Μαρώνι. Η λατόμευση του υλικού αυτού άρχισε πρόσφαρα και διενεργείται σε

εργοστάσιο εμπλουτισμού το οποίο βρίσκεται στο Βασιλικό.(Παπαλλά 2017), (Φούρναρη 2017)

Χαλαζιακός Ψαμμίτης

Τα πλέον αξιόλογα κοιτάσματα βρίσκονται στη περιοχή της Παρεκκλησιάς-Πύργου της επαρχίας Λεμεσού. (Υπ.Μεταλλείων 2021b)

Λευκόλιθος

Εντοπίστηκαν μικρά κοιτάσματα λευκολίθου ή μαγνησίτη στην περιοχή του Ακμαά, δυτικά του Νέου Χωριού και σε περιοχές του δάσους της Λεμεσού και ειδικότερα στην περιοχή της Παναγιάς της Αμιρούς ανατολικά του χωριού Αψιού. Ο λευκόλιθος συναντάται σε μορφή λεπτών φλεβών ή φακών μέσα σε έντονα σερπεντινωμένα και θρυμματισμένα υπερβασικά πετρώματα όπως τους περιδοτίτες. Η μέθοδος εκμετάλλευσης ήταν συνδυασμός υπαίθριων και υπόγειων εσκαφών.

Οι μέθοδοι εξόρυξης των λατομικών υλικών ποικιλούν και είναι σε συνάρτηση των φυσικών ιδιοτήτων του υλικού ή των υλικών π.χ. για την εξόρυξη υλικών με χαμηλή συνεκτικότητα όπως είναι τα φυσικά αμμοχάλικα, ή μαλακών υλικών όπως είναι οι διάφοροι τύποι αργίλλων, μαργών και φαιοχώματος, χρησιμοποιούνται μηχανικοί εκσκαφείς - φορτωτήρες. Αντίθετα, για την εξόρυξη σκληρών πετρωμάτων ή ορυκτών όπως μαρμάρων, ασβεστόλιθων, διαβάση, σελεσίτη, κλπ., χρησιμοποιούνται, σε συνδυασμό με τα μηχανικά μέσα εκσκαφής, εκρηκτικές ύλες. Τέλος για τη λατόμηση πετρωμάτων καθορισμένων διαστάσεων (πέτρα δομήσεως) χρησιμοποιούνται δισκοπρίονα.(Υπ.Μεταλλείων 2021b)

2.3. Θεωρητικό Πλαίσιο

2.3.1. Κυκλική Οικονομία

Η έννοια της κυκλικής οικονομίας έρχεται να ανταποκριθεί στην φιλοδοξία για αειφόρο ανάπτυξη στα πλαίσια της αυξανόμενης πίεσης από την παραγωγή και κατανάλωση των πόρων και του περιβάλλοντος. Μέχρι σήμερα η οικονομία λειτουργούσε κυρίως σύμφωνα με το μοντέλο παίρνω-φτιάχνω-απορρίπτω όπου είναι ένα γραμμικό μοντέλο στο οποίο κάθε προϊόν αναπόφευκτα φτάνει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του. (Johansson 2020)

Η μετάβαση σε μία κυκλική οικονομία προϋποθέτει αλλαγή της εστίασης στην επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανανέωση και ανακύκλωση υφιστάμενων υλικών και προϊόντων. Ότι προηγουμένως θεωρείται απόβλητο μπορεί πλέον να μετατραπεί σε πρώτη ύλη. Η κυκλική οικονομία γίνεται καλύτερα κατανοητή εξετάζοντα τα φυσικά,βιοσυστήματα που λειτουργούν με βέλτιστο τρόπο διότι το καθένα από τα στοιχεία τους εντάσσεται στο σύνολο. Τα προϊόντα σχεδιάζονται με στόχο να εντάσσονται σε κύκλους υλικών με αποτέλεσμα τα υλικά να μεταφέρονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε η προστιθέμενη αξία να διατηρείται όσο το δυνατόν περισσότερο ενώ τα υπολειμματικά απόβλητα να προσεγγίζουν το μηδέν. (Geissdoerfer, Savaget , Bocken 2017), (Francis 2018), (Wang, Peng , Sin 2023)

Ο επιχειρηματικός κόσμος είναι σε θέση να επανασχεδιάσει ολόκληρες αλυσίδες προσφοράς, με σκοπό την αποδοτικότητα των πόρων και την κυκλικότητα. Μια τέτοια συστημική μετάβαση υποστηρίζεται από τις εξελίξεις στις τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας, αλλά και από την κοινωνική αλλαγή. Έτσι, η κυκλική οικονομία μπορεί να δημιουργήσει νέες αγορές που θα ανταποκρίνονται στην απομάκρυνση της κατανάλωσης από το παραδοσιακό ιδιοκτησιακό καθεστώς, και την προσέγγισή της στη χρήση, την επαναχρησιμοποίηση και τον διαμοιρασμό προϊόντων, συμβάλλοντας παράλληλα στην αύξηση και τη βελτίωση της απασχόλησης.(Francis 2018), (Walter 2016) , (Johansson 2020)

2.3.2. Κυκλική Οικονομία και Λατομεία

Τα αδρανή υλικά,τα μεταλλεύματα, τα ορυκτά καύσιμα αλλά και το καθαρό νερό έχουν ακριβύνει λόγω της ενεργειακής κρίσης που επικρατεί. Με την ένταξη της κυκλικής οικονομίας ότι θεωρήτουν ως απόβλητο πλέον θα επαναχρησιμοποιείται.Πιο συγκεκριμένα έχει ως κύριο γνώμονα της γραμμική οικονομία αφού το πετρέλαιο κίνησης το οποίο χρησιμοποιείται κα'τα 95 έως 100% ως καύσιμο στους κινητήρες των απασχολούμενων μηχανημάτων έργου στα λατομεία αδρανών υλικών κατά μέσο όρο για την παραγωγή ενός τόνου αδρανούς υλικού απαιτούνται 0.8 έως 1.15 λίτρα πετρελαίου με άμεσο αποτέλεσμα το πετρέλαιο κίνησης να αποτελεί τουλάχιστον το 20% του κόστους παραγωγής. Αλληλένδετο κομμάτι είναι η χαμηλή τιμή πώλησης των αδρανών υλικών. Επιπρόσθετα η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά το λειτουργικό κόστος του λατομείου,καθώς μερικά λατομεία δεν έχουν τις εγκαταστάσεις για ηλεκτρική ενέργεια και χρησιμοποιούν γεννήτριες, οι οποίες και αυτές

με την σειρά τους χρησιμοποιούν το αγροτικό πετρέλαιο σαν πηγή καυσίμου. (Fugiel 2017), (Αβανίδης 2017)

Όλα τα παραπάνω είναι μερικά παραδείγματα χρήσης της γραμμικής οικονομίας που διαδραματίζονται στον τομέα της λατόμευσης. Όμως η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε ως κύριο στόχο μέχρι το 2030 να ολοκληρωθεί σε σημαντικό βαθμό η μετάβαση από το γραμμικό μοντέλο στο κυκλικό μοντέλο της οικονομίας, δίνοντας έμφαση στην παραγωγή νέων καινοτόμων βιομηχανικών προϊόντων, στην αποδοτικότερη διαχείριση των αποβλήτων και στην αγορά δευτερογενών πρώτων υλών. Η εφαρμογή του κυκλικού μοντέλου οικονομίας στον τομέα της λατομικής βιομηχανίας στην Κύπρο είναι πάρα πολύ σημαντική αφού σχετίζεται άμεσα με την αιεφόρο ανάπτυξη των ορυκτών μας πόρων, την αξιοποίηση των αποβλήτων και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Όλα αυτά θα αποτευχθούν μέσα από το LCA model το οποίο βασίζεται και δρα με κύριο γνώμονα το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας και της αιεφόρου ανάπτυξης.(Ejon 2018), (Αβανίδης 2017), (Walter 2016)

2.3.3. Ιστορική Αναδρομή LCA

Η χρήση του LCA (Μέθοδος Ανάλυσης Κύκλου Ζωής σαν μέθοδος αξιολόγησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων άρχισε στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Ο όρος «Κύκλος Ζωής» πρωτοεμφανίστηκε στη στρατιωτική βιομηχανία των ΗΠΑ , κατά την διερεύνηση των εξόδων λειτουργίας και συντήρησης των αμυντικών συστημάτων. Αρχικά η μέθοδος στα πρώτα της βήματα ήταν απλή εστιάζοντας στην κατανάλωση ενέργειας και στην παραγωγή αποβλήτων. Η 1^η εμφάνιση του κύκλου ζωής με την σημερινή σύγχρονη περιβαλλοντική της έννοια πραγματοποιήθηκε από μελέτη της Coca Cola για την ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των συσκευασιών που χρησιμοποιούσε δίνοντας έμφαση στη μείωση των στερεών αποβλήτων και όχι στις εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον.

Το 1972 ο Ian Bousted μελέτησε την κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή μιας σειράς δοχείων κατασκευασμένα από γυαλί, πλαστικό, χάλυβα και αλουμίνιο. Αργότερα η θεωρία αυτή επεκτάθηκε σε μία πληθώρα υλικών. Μερικά χρόνια αργότερα ο ίδιος δημοσίευσε το Εγχειρίδιο Ανάλυσης της Βιομηχανικής Ενέργειας. Το 1989 η Περιβαλλοντική εταιρεία τοξικολογίας και χημείας (SETAC) παρείχε υποστήριξη στην ανάλυση κύκλου ζωής για την περαιτέρω ανάπτυξη-εξέλιξη της.

Το 1994 ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) εξέδωσε το σχετικό πρότυπο πιστοποίησης 14040 σχετικά με την ανάλυση κύκλου ζωής. Μέχρι σήμερα ο οργανισμός έχει κυκλοφορήσει μία αναθεωρημένη έκδοση. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, μια άλλη οργάνωση ενεργοποιήθηκε στον τομέα της ΑΚΖ. Ήταν το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP), με έδρα στη Γαλλία. Το 2002, η UNEP ξεκίνησε συνεργασία με την SETAC υπό την ονομασία «UNEP/SETAC Πρωτοβουλία κύκλου ζωής», με κύριο στόχο την εφαρμογή του κύκλου ζωής στην πράξη.(Ejon 2018)

2.3.4. Τί είναι LCA

Η Ανάλυση Κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment) είναι μία γενική μέθοδος περιβαλλοντικής διαχείρισης, η οποία στηρίζεται στο Διεθνές Πρότυπο (ISO) 14040-14044. Είναι μία γενική μέθοδος, η οποία ποσοτικοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες σχετίζονται με συγκεκριμένες υπηρεσίες ή προϊόντα ακολουθώντας μία πορεία από την γέννηση έως το τέλος ζωής. Πιο συγκεκριμένα ορίζεται η συγκέντρωση και ο υπολογισμός των εισροών, εκροών και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός παραγωγικού συστήματος κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής του. Ορίζονται τα συνεχή και αλληλοεπιδρώμενα στάδια ενός παραγωγικού συστήματος από την συλλογή ή την δημιουργία των πρώτων υλών έως την τελική αποσυναρμολόγηση του τελικού προϊόντος. (Ejon 2018),(Fugiel 2017), (Pieragostini, Mussati 2012), (Wang, Peng, Sin 2023)



Πηγή: (Σιετού 2022)

Εικόνα 3: Κυκλική Οικονομία

Η ανάλυση κύκλου ζωής περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας: Εξαγωγή και επεξεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά και διανομή, χρήση, επαναχρησιμοποίηση, συντήρηση, ανακύκλωση και τελική απορρίψη. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής αποτελείται από τέσσερα βασικά στάδια τα οποία είναι :

- 1. Προσδιορισμός του σκοπού/αντικειμένου και της έκτασης της μελέτης:**
Αυτο το στάδιο καθορίζει το σκοπό, το αντικείμενο, καθορίζει ποιο προϊόν ή ποια λειτουργία εξετάζεται.
- 2. Αναλυτική Απογραφή Δεδομένων (Inventory Analysis) :** Σε αυτό το στάδιο γίνεται η αναλυτική απογραφή δεδομένων, συλλογή και παρουσίαση των δεδομένων εισόδου και εξόδου του υπό εξέταση συστήματος.
- 3. Εκτίμηση Επιπτώσεων (Impact Analysis):** Η εκτίμηση των επιπτώσεων δίνει μια προοπτική στα δεδομένα και στις πληροφορίες εισόδου και εξόδου. Χωρίς την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα απόβλητα και την ελάττωση 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.
- 4. Εκτίμηση Βελτιώσεων (Improvement Analysis):** Βοηθά στο να εξασφαλιστούν οι βέλτιστες δυνατές στρατηγικές μείωσης και τα προγράμματα

βελτίωσης που δεν θα δημιουργήσουν επιπρόσθετες απρόβλεπτες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον. Τέλος οδηγεί στη λήψη αποφάσεων που θα εξασφαλίζουν τη βελτίωση της διεργασίας και τη μικρότερη δυνατή επίπτωση στο περιβάλλον.

(Μακροπούλου 2015), (Γενοβέφα, Μπενετού 2006), (Ζουμπούλης 2016)

Στάδια κατά ISO

Η ανάλυση κύκλου ζωής κατά ISO , αξιολογούνται οι διαδικασίες και εξάγονται τα κατάλληλα αποτελέσματα και συμπεράσματα. Συγκεκριμένα τα πρότυπα που αξιοποιούνται είναι:

- **ISO 14040**: Μέσω αυτού του προτύπου τίθενται οι βασικές αρχές για οριοθέτηση του συστήματος και γίνεται διευκρίνιση του σκοπού και στόχους της ανάλυσης.
- **ISO 14041**: Στο στάδιο αυτό γίνεται η απογραφή των δεδομένων.
- **ISO 14042**: Μέσω αυτού του προτύπου αποτυπώνονται οι επιπτώσεις κύκλου ζωής.
- **ISO 14043**: Γίνεται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

(Μακροπούλου 2015), (Ζουμπούλης 2016)

2.5. Νομοθεσίες και Όροι Λειτουργίας Λατομείων

Τα λατομεία μπορεί να είναι είτε δημόσια είτε ιδιωτικά, όμως η ιδιοκτησία και ο έλεγχος όλων των λατομικών υλικών και γενικότερα του ορυκτού πλούτου της χώρας ανήκουν στο Κράτος. Για οποιαδήποτε μορφή έρευνας ή μεταλλευτικής/λατομικής εργασίας είναι απαραίτητη προϋπόθεση η απόκτηση σχετικής άδειας από την αρμόδια αρχή η οποία είναι το Υπουργείο Εμπορίου και Βιομηχανίας. (Γαρεφαλάκης 2022) Η Υπηρεσία Μεταλλείων είναι η πλέον αρμόδια αρχή για την εφαρμογή της περί Μεταλλείων και Λατομείων καθώς και για της περί Εκρηκτικών Υλών Νομοθεσίας. Επίσης είναι σύμβουλος του Κυπριακού κράτους σε θέματα τα οποία σχετίζονται με τον ορυκτό πλούτο της Χώρας και ενεργεί ως σύνδεσμος μεταξύ Κυβέρνησης, Μεταλλευτικών Εταιρειών και Ερευνητών. Οι αρμοδιότητες της Υπηρεσίας Μεταλλείων έχει ως στόχο την ορθολογική ανάπτυξη του ορυκτού πλούτου της χώρας μέσα από δραστηριότητες που ελαχιστοποιούν την επίδραση της ανάπτυξης αυτής στο περιβάλλον και παρέχουν Ασφάλεια και Υγεία στο περιβάλλον εργασίας για τους εργαζομένους στον τομέα, καθώς και την παροχή άριστης ποιότητας προϊόντων στην αγορά.

Για την επίτευξη των πιο πάνω η Υπηρεσία Μεταλλείων είναι υπεύθυνη έτσι ώστε να αντεπεξέρχεται στις πιο κάτω ενασχολήσεις: (Υπ.Μεταλλείων 2021b)

- Την έκδοση Ερευνητικών Αδειών, Προνομίων, Μεταλλευτικών Μισθώσεων και τον έλεγχο της τήρησης των όρων χορήγησης τους.
- Την εξέταση των Διαχειριστικών Περιβαλλοντικών Μελετών για τις κυριότερες εκμεταλεύσεις.
- Τον έλεγχο της εισαγωγής, αποθήκευσης, πώλησης και χρήσης των εκρηκτικών υλών, πυροτεχνημάτων και πυρομαχικών.
- Την είσπραξη τελών, μισθωμάτων, ενοικίων και δικαιωμάτων για τις έρευνες, τις εκμεταλεύσεις και τις εκρηκτικές ύλες.

Όσον αφορά τον χρόνο λειτουργίας και εκμετάλλευσης ενός λατομείου ισχύουν τα αναφερόμενα στην Κυπριακή Νομοθεσία Ν.4512/2018. Πιο συγκεκριμένα τα προνόμια λατομείου σύμφωνα με τον Νόμο και του σχετικούς κανονισμούς διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

Τάξη Α:

Περιλαμβάνει όλα τα προνόμια λατομείων των οποίων η έκταση είναι μεγαλύτερη από 20 σκάλες (2.67 εκτάρια) και όλα εκείνα των οποίων ολόκληρο ή μέρος του υλικού που εξορύσσεται θα εξαχθεί ή θα τύχει επεξεργασίας και τα προϊόντα της οποίας θα εξαχθούν. Για την έκδοση των προνομίων αυτής της κατηγορίας αρμόδια αρχή είναι το Υπουργείο Εμπορίου και Βιομηχανίας.

Τάξη Β:

Περιλαμβάνει όλα τα προνόμια του λατομείου με έκταση μικρότερη των 20 σκαλών (2.67 εκτάρια), τα υλικά των οποίων προορίζονται να χρησιμοποιηθούν ή να πωληθούν στην Κύπρο. Για την έκδοση των προνομίων αυτής της κατηγορίας αρμόδια αρχή είναι η Υπηρεσία Μεταλλείων.

Προνόμια λατομείου μπορούν να παραχωρηθούν από την αρμόδια αρχή για περίοδο που δεν υπερβαίνει τα 25 έτη και μπορούν να ανανεώνονται για περαιτέρω περίοδο η οποία δεν υπερβαίνει τα 25 έτη. Τα σχετικά τέλη και ενοίκια για την έκδοση και κατοχή προνομίων λατομείου καθορίζονται από το Υπουργικό Συμβούλιο και εγκρίνονται από την βουλή Αντιπροσώπων. (Παναγιωτου 2021)

Σύμφωνα με τα πιο πάνω η ποιότητα των αδρανών παρακολουθείται από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης το οποίο είναι υπεύθυνο για να παρακολουθεί τη λατομική

βιομηχανία και να ενεργεί ανάλογα υπό την καθοδήγηση της Επιτροπής Αειφόρου Ανάπτυξης Ορυκτών Πόρων έτσι ώστε να υπάρχει συνεχείς διασφάλιση αποθεμάτων κατάλληλων πετρωμάτων για παραγωγή θραυστών αμμοχαλίκων και κατά συνέπεια συνεχείς τροφοδοσία αδρανών υλικών στην οικοδομική βιομηχανία και οδοποιία. Πιο συγκεκριμένα η ποιότητα τόσο των λεπτών όσο και των χονδρών αδρανών καθορίζεται με συγκεκριμένες παραμέτρους όπως η κοκκομετρική διαβάθμιση, το ποσοστό των πλακοειδών, οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες τους τα οποία προδιαγράφονται στα πρότυπα CYS EN 12620, CYS EN 13043, CYS EN 13139, CYS EN 13242. (Κυριάκου 2013)

2.5.1. Είδη Κυπριακών Προτύπων

Τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα που αναφέρονται στα αδρανή υλικά και είναι υιοθετημένα από τον Κυπριακό Οργανισμό Τυποποίησης (CYS).

Ο Υπουργός Εσωτερικών, με βάση τις σχετικές διατάξεις του περί Δομικών Προϊόντων Νόμου καθορίζει με Διάταγμα τα επίπεδα των βασικών απαιτήσεων που αφορούν:

- α) Τα αδρανή για σκυρόδεμα, CYS EN 12620,
- β) Τα αδρανή για ασφαλτικά μίγματα, CYS EN 13043,
- γ) Τα αδρανή για κονιάματα, CYS EN 13139, και
- δ) Τα αδρανή για θεμέλιο και υποθέμιο οδοστρώματος όπως και τα αδρανή για επιχωματώσεις και επιχώσεις, CYS EN 13242.

(Κυριάκου 2013)

α) Αδρανή για Σκυρόδεμα. CYS EN 12620

Το συγκεκριμένο πρότυπο καθορίζει τις ιδιότητες που πρέπει να έχουν τα αδρανή υλικά και η παιπάλη(λάσπη) τα οποία προέρχονται από την επεξεργασία των φυσικών, τεχνικών ή ανακυκλωμένων υλικών καθώς και από την ανάμειξη των υλικών αυτών για την χρήση στην παρασκευή σκυροδέματος. Πιο συγκεκριμένα καλύπτει αδρανή τα οποία η ξηρή πυκνότητα είναι $> 2.00 \text{ Mg/m}^3$ (2000 kg/m^3) για όλα τα είδη σκυροδέματος, καθορίζει επίσης την χρήση και την εφαρμογή συστήματος ελέγχου ποιότητας της παραγωγής στο εργοστάσιο (Flexible Printed Circuit-FPC). Πιο κάτω απεικονίζονται οι ιδιότητες του συγκεκριμένου προτύπου καθώς και οι μέγιστες αποδεκτές τιμές για κάθε ιδιότητα ξεχωριστά. (Βασιλείου 2020)

β) Αδρανή Ασφαλτομιγμάτων και Επιφανειακών Επιστρώσεων οδών Αεροδρομίων και άλλων περιοχών κυκλοφορίας οχημάτων. CYS EN 13043.

Το πρότυπο αυτό καθορίζει τις ιδιότητες που πρέπει να έχουν τα αδρανή υλικά και η παιπάλη τα οποία προέρχονται από την επεξεργασία φυσικών, τεχνικών ή ανακυκλωμένων υλικών για τη χρήση και παραγωγή ασφαλτομιγμάτων και επιφανειακών επιστρώσεων για δρόμους, αεροδρόμια και άλλες περιοχές κυκλοφορίας οχημάτων. Το συγκεκριμένο πρότυπο δεν καλύπτει την χρήση ανακτώμενων και ανακυκλωμένων αδρανών από ασφαλτομίγματα. Πιο κάτω απεικονίζονται τα χαρακτηριστικά και τα όρια του συγκεκριμένου προτύπου για κάθε κατηγορία ξεχωριστά. (Κυριάκου 2013)

γ) Αδρανή Κονιαμάτων. CYS EN 13139.

Το πρότυπο καθορίζει τις ιδιότητες που πρέπει να έχουν τα αδρανή και η παιπάλη που προέρχονται από φυσικά, τεχνικά ή ανακυκλωμένα υλικά καθώς και από την ανάμειξη των υλικών αυτών για τη χρήση στην παραγωγή κονιαμάτων:

- Τοιχοποιίας
- Δαπέδου-Υποδραπέδου
- Τελική επίχρησης της επιφάνειας εσωτερικής τοιχοποιίας
- Ειδικών υλικών βάσης
- Επισκευής
- Αυξημένης ρευστότητας για οικοδομές, έργα οδοποιίας και άλλα τεχνικά έργα.

Το συγκεκριμένο πρότυπο καλύπτει μόνο τη χρήση αδρανούς παιπάλης για την παραγωγή κονιαμάτων ή την παραγωγή επιφανειακών επιστρώσεων βιομηχανικών δαπέδων. Πιο κάτω απεικονίζονται τα χαρακτηριστικά τους συγκεκριμένου προτύπου.(Βασιλείου 2020), (Παντελή, Βαττής, Χατζηγεωργίου, Πέτρου 2006)

δ) Τα αδρανή για θεμέλιο και υποθεμέλιο οδοστρώματος όπως και τα αδρανή για επιχωματώσεις και επιχώσεις, CYS EN 13242.

Το πρότυπο καθορίζει τις ιδιότητες που πρέπει να έχουν τα αδρανή τα οποία προέρχονται από την επεξεργασία φυσικών, τεχνικών ή ανακυκλωμένων υλικών και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σταθεροποιημένων με υδραυλικές κονίες ή μη σταθεροποιημένων υλικών για τη χρήση σε τεχνικά έργα και την οδοποιία(θεμέλιο, υποθεμέλιο, επιχώσεις, επιχωματώσεις). Το συγκεκριμένο πρότυπο καθορίζει τη χρήση

και εφαρμογή συστήματος ελέγχου ποιότητας της παραγωγής στο εργοστάσιο και παρέχει την δυνατότητα επιβεβαίωσης της συμμόρφωσης προϊόντων με το πρότυπο.

Με βάση τα παραπάνω οι διάφοροι ελέγχοι των αδρανών αποσκοπούν στον προσδιορισμό των :

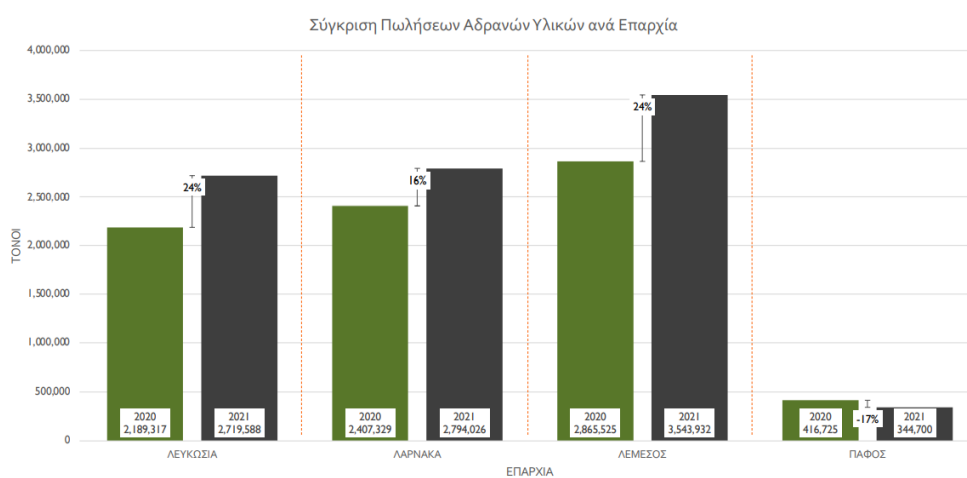
- I. Γεωμετρικών Χαρακτηριστικών (Geometrical Requirement)
- II. Φυσικών Χαρακτηριστικών (Physical Requirements)
- III. Χημικών Χαρακτηριστικών (Chemical Requirements)

(Βασιλείου 2020), (Παντελή, Βαττής, Χατζηγεωργίου, Πέτρου 2006)

2.5.2. Λατόμευση στην Κύπρο

Από τη σύγκριση των πιο κάτω δεδομένων μεταξύ του έτους 2020 και 2021 συμπαίρνεται ότι υπάρχει μία ανόδικη πορεία στον τομέα της χρήσης αδρανών υλικών γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχει μεγαλύτερη παραγωγική διαδικασία στα λατομεία άρα συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

(Σκυροποιών 2022)



Πηγή: (Σκυροποιών 2022)

Εικόνα 4: Σύγκριση Πωλήσεων Αδρανών Υλικών ανά επαρχία Κύπρου

Σύμφωνα με τις πωλήσεις αδρανών υλικών που απεικονίζονται πιο κάτω διαφάνεται ότι η εγχώρια βιομηχανία Αδρανών Υλικών από το 2012 έως το 2016 υπέστη σοβαρό πλείγμα λόγω της οικονομικής κρίσης, της μείωσης των πωλήσεων. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι η παραγωγή αδρανών για το έτος 2014 ήταν 4.000 τόνους ανά κάτοικο ενώ το 2021 φτάνει περίπου στους 10.000 τόνους ανά κάτοικο. Επιπρόσθετα αυτό απεικονίζεται και μέσα από τις πωλήσεις οι οποίες είναι ενδεικτικές αφού το 2014 οι

πωλήσεις σε παγκύπρια κλίμακα έφτασαν περίπου 4,039,087 ενώ το 2021 στις 9,401,246.

ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΕΤΟΣ	ΛΕΥΚΩΣΙΑ	ΛΑΡΝΑΚΑ	ΛΕΜΕΣΟΣ	ΠΑΦΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ
1993	1,526,710	2,641,150	1,342,310	284,820	5,794,990
1994	1,469,030	2,519,180	1,459,180	285,330	5,732,720
1995	1,427,260	2,506,690	1,755,840	336,110	6,025,900
1996	1,605,600	2,411,710	2,221,100	575,370	6,813,780
1997	1,778,570	2,122,100	2,067,070	438,270	6,406,010
1998	1,974,390	2,243,650	2,840,310	657,890	7,716,240
1999	2,318,120	3,032,610	2,210,880	883,570	8,445,180
2000	2,293,070	3,023,330	2,215,190	1,271,510	8,803,100
2001	2,414,670	3,365,033	2,349,830	1,199,610	9,329,143
2002	2,804,566	3,470,026	2,936,590	1,318,555	10,529,737
2003	3,010,008	3,633,017	2,743,662	1,248,512	10,635,199
2004	3,685,130	3,850,719	2,632,598	1,418,879	11,587,326
2005	4,194,911	3,816,965	2,798,594	1,253,642	12,064,112
2006	3,899,520	4,038,778	3,048,825	1,211,390	12,198,513
2007	4,189,315	4,677,867	3,237,340	1,024,948	13,129,470
2008	4,492,065	4,869,550	3,874,825	938,040	14,174,480
2009	3,845,400	3,967,643	2,931,327	723,617	11,467,987
2010	4,058,033	4,248,979	3,734,271	752,661	12,793,944
2011	3,455,987	3,378,925	4,451,799	529,686	11,816,397
2012	2,121,822	2,187,359	2,570,360	428,515	7,308,056
2013	1,195,823	1,302,435	1,661,662	401,232	4,561,152
2014	971,696	1,278,665	1,499,469	289,257	4,039,087
2015	1,071,289	1,252,739	1,330,693	286,657	3,941,378
2016	1,181,206	2,224,595	1,720,886	356,226	5,482,913
2017	1,493,239	2,866,935	2,203,757	470,499	7,034,430
2018	1,891,759	2,895,466	2,685,387	505,521	7,978,133
2019	2,096,288	2,776,655	2,966,491	583,230	8,422,664
2020	2,189,317	2,407,329	2,865,525	442,929	7,905,100
2021	2,719,588	2,794,026	3,542,932	344,700	9,401,246
ΣΥΝΟΛΟ ΠΩΛΗΣΕΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΟ ΤΟ 1993 ΜΕΧΡΙ ΤΟ 2020					225,809,377

Πηγή: (Υπ.Μεταλλείων 2021a)

Εικόνα 5: Πωλήσεις Αδρανών Υλικών.

2.5.3. Διεθνής Πραγματικότητα

Μετά τον άερα και το νερό τα αδρανή υλικά είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη στον κόσμο. Στην Ευρώπη, η μέση ετήσια κατανάλωση αδρανών υλικών είναι 6 τόνοι ανά κάτοικο, ενώ στην χώρα μας περιορίζεται στους 10 τόνους ανά κάτοικο συμπεριλαμβανομένου και του ασβεστολιθικού υλικού, το οποίο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για τη βιομηχανία τσιμέντου.

Το πιο κάτω διάγραμμα απεικονίζει τα εθνικά δεδομένα παραγωγής 2018 εκφρασμένο σε τόνους/κάτοικο (t/c) σε όλη την Ευρώπη. Τα δεδομένα διαφέρουν ανάλογα με το εθνικό κλίμα, το έδαφος, κατάσταση οικονομίας και οικοδομικής παράδοσης όντα η Νορβηγία να είναι στην υψηλότερη θέση με 25 t/c και στην χαμηλότερη θέση να βρίσκεται η Ισπανία και η Ιταλία με λιγότερο από 3 t/c.(UEPG 2020)

National Production in Tonnes per Capita, 2018

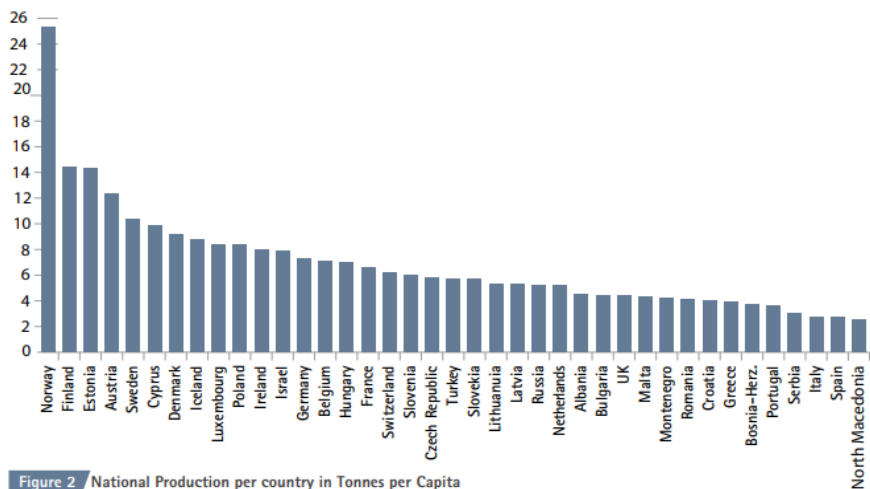
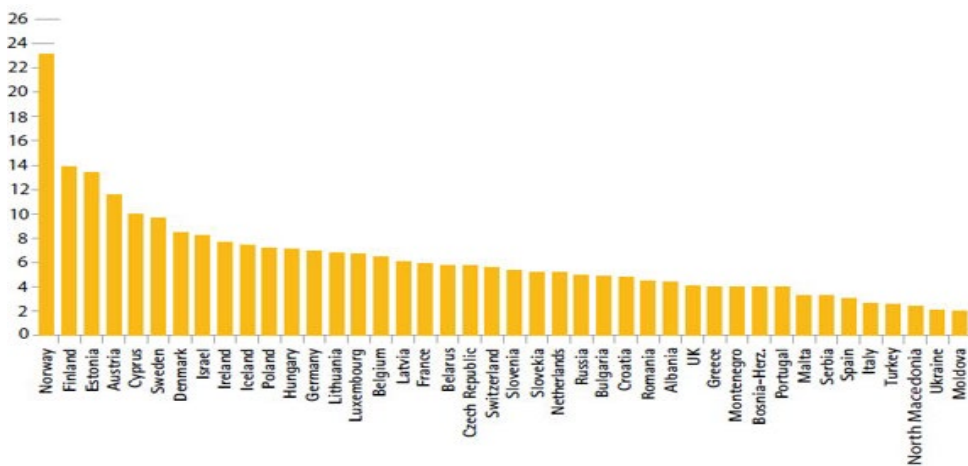


Figure 2 National Production per country in Tonnes per Capita

Πηγή: (UEPG 2020)

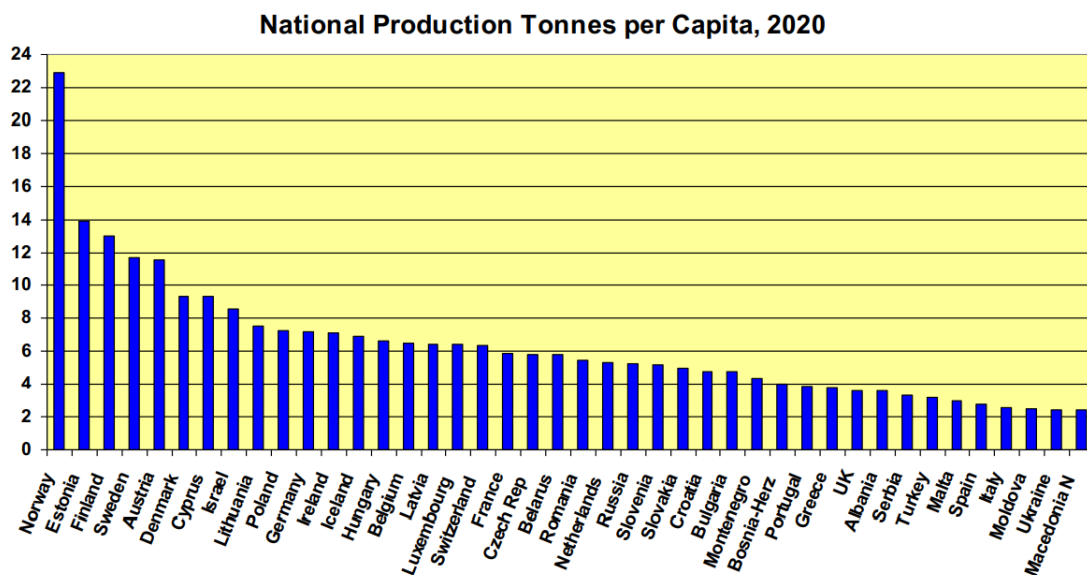
Εικόνα 6: Ανάγκες Αδρανών υλικών ανά χώρα για το έτος 2018.

Όπως αντικατοπτρίζεται στο πιο πάνω διάγραμμα πάλι η Νορβηγία βρίσκεται στην 1^η θέση παραγωγής αδρανών υλικών με περίπου 22 t/c το 2019 και στη χαμηλότερη θέση να βρίσκεται η Ουκρανία και Μολδαβία με λιγότερο από 3 t/c. Επιπρόσθετα η Κύπρος βρίσκεται σε σταθερή θέση στους 10 t/c.



Πηγή: (UEPG 2020)

Εικόνα 7: Ανάγκες Αδρανών υλικών ανά χώρα για το έτος 2019.



Πηγή: (UEPG 2020)

Εικόνα 8: Ανάγκες Αδρανών Υλικών ανά χώρα για το έτος 2020.

Όπως αντικατοπτρίζεται στην παραπάνω εικόνα για το έτος 2020 η Νορβηγία βρίσκεται στην 1^η θέση παραγωγής αδρανών υλικών με περίπου 22 t/c και στη χαμηλότερη θέση να βρίσκεται η Ουκρανία, Μολδαβία και η Βόρεια Μακεδονία με λιγότερο από 3 t/c.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1. Σκοπός κεφαλαίου

Στο παρόν κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων. Όπως αναφέρεται για την περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε:

- α) LCA
- β) SURPAC
- γ) ARCMAP
- δ) Μετρητής Αιωρούμενων Σωματιδίων 2.5 μm Portable TSI

3.2. Κριτήρια Επιλογής Περιοχής μελέτης

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η ευρύτερη περιοχή του Μιτσερού. Γενικά το κριτήριο επιλογής της περιοχής του Μιτσερού πάρθηκε επειδή η περιοχή είναι σε μεγάλο βαθμό επιβαρυσμένη, αφού λειτουργούν 4 λατομεία, υπάρχει ένα σφαγείο στο οποίο λειτουργεί και βιολογικός σταθμός. Ακόμη σε παλαιότερα χρόνια υπήρχε μεταλλευτική δραστηριότητα στην περιοχή, το μεταλλείο του Μιτσερού (Μεταλλείο Κοκκινόγιας) το οποίο λειτουργούσε μέχρι το 1979. (Κοινοτικό Συμβούλιο Μιτσερού 2018)

Αναπόσπαστο κομμάτι των κριτηρίων επιλογής της περιοχής ενδιαφέροντος ήταν και η γεωλογία αφού η περιοχή χαρακτηρίζεται από πετρώματα οφιολιθικού συμπλέγματος του Τροόδους όπως και επίσης από ιζηματογενή πετρώματα της ακολουθίας του Τροόδους. Πιο συγκεκριμένα η περιοχή έχει σαν υπόβαθρο τα πετρώματα του οφιολιθικού συμπλέγματος (κυρίως λάβες του ανώτερου ορίζοντα) τα οποία καλύπτονται από υφαλογενείς ασβεστόλιθους σχήματος «Κορωνίας». Οι σχηματισμοί αυτοί υποδηλώνουν ότι στο παρελθόν στην περιοχή ενδιαφέροντος επικρατούσε θαλάσσιο περιβάλλον. (Κωνσταντίνου 2013)

3.2.1 Περιοχή Ενδιαφέροντος

Το λατομείο βρίσκεται στην περιοχή του Μιτσερού της επαρχίας Λευκωσίας. Πιο συγκεκριμένα η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην τοποθεσία Τρύμιθος, η οποία βρίσκεται 0.5 χιλιόμετρο νοτιοανατολικά του εγκαταλελειμμένου χωριού Άγιοι Ηλιόφωτοι, 1.6 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά του χωριού Κάτω Μονή και 2.5 χιλιόμετρα Βορειοδυτικά του χωριού Μιτσερό. Ο συνολικός χώρος εκμετάλλευσης αποτελείται από δύο προνόμια, 62.817 m² και 50.035 m² αντίστοιχα, συνολικής έκτασης 116.169 m². Η μορφολογία της

περιοχής χαρακτηρίζεται από λοφώδες ανάγλυφο το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ημιορεινό. Η υπό εξέταση περιοχή βρίσκεται στις Βόρειες παρυφές της οροσειράς του Τροόδους και το υψόμετρο της περιοχής κυμαίνεται μεταξύ 300 και 600 περίπου μέτρων. Η βλάστηση στην περιοχή είναι αραιή και σε μερικά σημεία παρατηρούνται μερικά ελαιόδεντρα.

3.3. Μεθοδολογία

3.3.1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

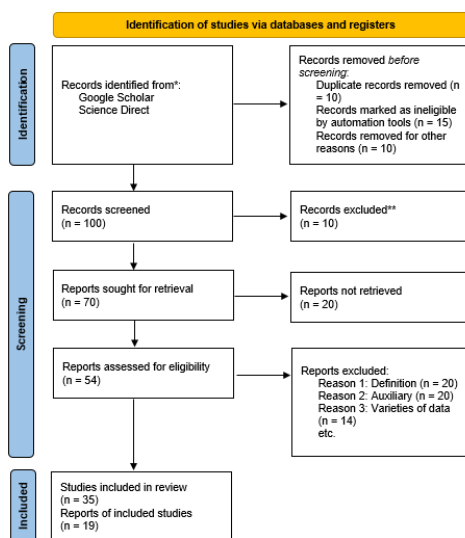
Η ανάπτυξη και η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με την αναζήτηση σε διεθνή και τοπική βιβλιογραφία και μέσα από τα ευρύματα σχολιάστηκαν και αναλύθηκαν οι δράσεις του σχεδίου που προτάθηκε. Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκε το google scholar και το ScienceDirect ως βάσεις δεδομένων. Οι λέξεις κλειδιά οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση ήταν : Quarry, LCA model in quarry, Waste, Environmental Impact of LCA Model και στην ελληνική διάλεκτο: Απόβλητα τα οποία παράγονται στο λατομείο, Αδρανή υλικά , Νομοθεσίες και όροι λειτουργίας λατομικής δραστηριότητας. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση είχε σαν κύριο γνώμονα την εφαρμογή του Prisma statement, όπου αποτελεί ένα διάγραμμα ροής. Πιο συγκεκριμένα στην παρούσα εργασία βοήθησε έτσι ώστε να προσδιοριστεί ο ακριβής αριθμός των μελετών που εξετάστηκαν ως προς την επιλεξιμότητα τους και αναδείχτηκε η κατανομή τους σε επιμέρους κατηγορίες. Βασικός σκοπός του PRISMA ήταν η βοήθεια ως προς την αναφορά συστηματικών ανασκοπήσεων και μετά-αναλύσεων.(Moher , Liberati c, Altmane, and Groupf 2010) Η λίστα ελέγχου που χρησιμοποιήθηκε για την διεκπεραίωση αυτής της εργασίας είναι:

- Τίτλος
- Περίληψη (Abstract)
- Εισαγωγή
- Μεθοδολογία
- Αποτελέσματα
- Συζήτηση

(DatAnalysis 2022)

Η προσέγγιση PRISMA χρησιμοποιήθηκε για τον συστηματικό εντοπισμό σχετικών εργασιών με το θέμα LCA σε λατομικές δραστηριότητες. Αρχικά συλλέχθηκαν 150

εγγραφές από τη βάση δεδομένων και δευτερεύουσες αναζητήσεις μετά την εξάλειψη των διπλότυπων. Αργότερα, 100 άρθρα ταξινομήθηκαν ως συναφή έργα μετά από την αναθεώρηση του τίτλου, των μεθόδων και των συμπερασμάτων. Τέλος 40 συμμετοχές ταξινομήθηκαν ως επιλεγμένα έργα μετά από λεπτομερή και πλήρη αναθεώρηση των άρθρων όπως διαφάνετα και στο πιο κάτω διάγραμμα.



Πηγή:(University 2020)

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής prisma statement

Μέσα από πρωτογενή-μετρήσιμα δεδομένα τα οποία είχε συλλέξει η εταιρεία σε προηγούμενα έτη π.χ. δεδομένα κατανάλωσης πετρελαίου, μηχανέλαιων , παραγωγικής διαδικασίας κ.α. αναλύθηκαν και επεξεργάστηκαν τα δεδομένα, έτσι ώστε να υπάρχει μία σωστή δομή στην διατριβή. Έγινε η σχηματική απεικόνιση των πρωτογενή δεδομένων καθώς και σύγκριση αυτών, πιο συγκεκριμένα έγινε η συσχέτιση της κατανάλωσης του πετρελαίου σε σχέση με την παραγωγική διαδικασία. Ακόμη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας από τον σταθμό υποβάθρου της Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου από την καταγραφή των ατμοσφαιρικών ρύπων. Για περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων διεκπεραιώθηκαν μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων 2.5 μm εντός της λατομικής ζώνης με εξειδικευμένο μετρητή Portable TSI εντός 4 σημείων και έγινε η συσχέτιση τους μαζί με τις ημερήσιες οριακές τιμές, τις ωριαίες τιμές σε σχέση με τα δεδομένα καταγραφής του σταθμού υποβάθρου της Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου. Χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Open LCA για τον υπολογισμό των κατηγοριών επιπτώσεων του LCA. Όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 4 των δεδομένων αποθεμάτων γίνεται η αναγωγή των κατηγοριών σε FU (fu-1t of production) για κάθε σενάριο

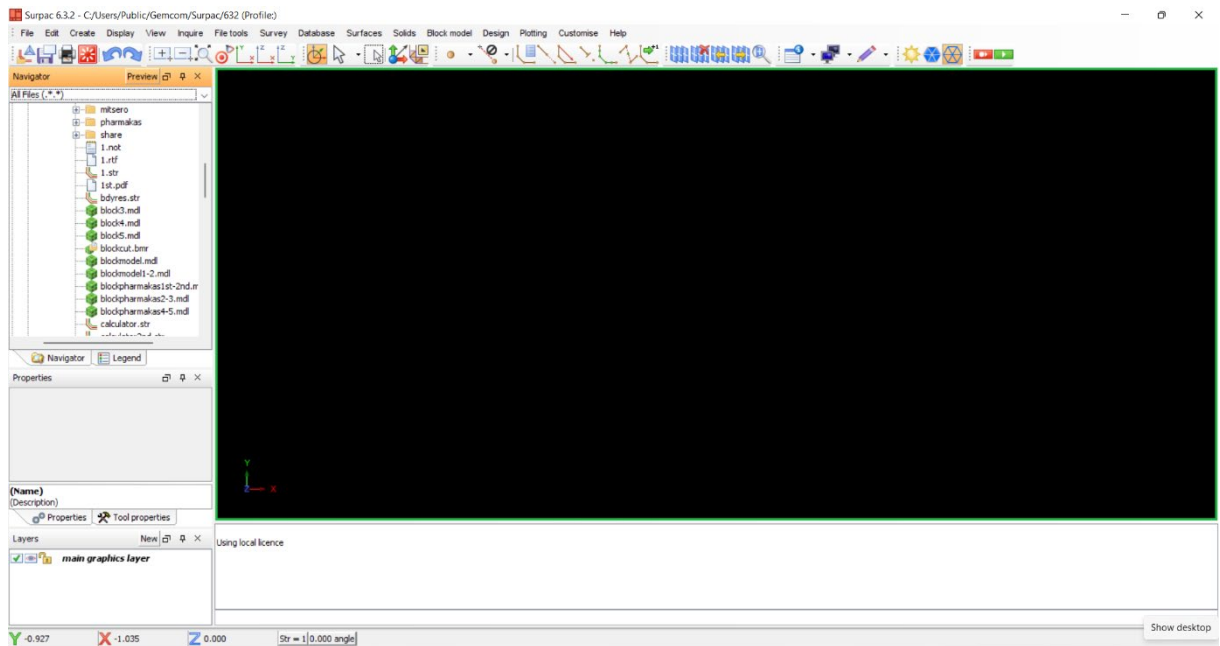
ξεχωριστά. Τέλος γίνεται σύγκριση των δεδομένων που διεκπεραιώθηκαν από την αναγωγή μαζί με άλλες βιβλιογραφικές αναφορές.

3.3.2. Ανάλυση κύκλου ζωής (LCA)

Για την περαιτέρω ανάλυση της εργασίας χρησιμοποιήθηκε ως κύριο εργαλείο η ανάλυση κύκλου ζωής, η οποία κατηγοροποιείται σε τέσσερα κύρια στάδια. Αρχικά στο 1^ο στάδιο αναπτύχθηκε ο σκοπός της χρησιμοποίησης της επιμέρους ανάλυσης. Στη συνέχεια στο 2^ο στάδιο πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων που περιεγράφηκαν πιο πάνω, δηλαδή των μετρήσιμων δεδομένων που περιλαμβάνουν δεδομένα ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγής, υγρών αποβλήτων, κατανάλωσης νερού, εκρηκτικών ειδών και κροκιδωτικών. Όλα αυτά συντελούν στην εκτίμηση των επιπτώσεων που παρουσιάζεται στο 3^ο στάδιο της ανάλυσης. Πιο συγκεκριμένα το 3^ο στάδιο περιλαμβάνει το σύστημα μοντελοποίησης, όπου γίνεται η αναγωγή των κύριων ροών με την μονάδα μέτρησης κάθε ροής και ο δείκτης αναγωγής είναι Per FU δηλαδή 1 t παραγωγής κάθε ποσότητας ροής ξεχωριστά. Στη συνέχεια γίνεται η ανάλυση απογραφής κύκλου ζωής των κύριων ροών καθώς και η ποιότητα των δεδομένων η οποία προκύπτει από την ανάλυση ποιότητας δεδομένων από τον δείκτη Per FU. Ακόμη αναπτύσσεται η ανάλυση απογραφής κύκλου ζωής όπου επικρατούν οι έξι πιο κύριες περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες και αυτές προκύπτουν από την αξιολόγηση του δείκτη και τέλος παρουσιάζεται η εκτίμηση των επιπτώσεων ως προς την κατανάλωση του πετρελαίου, της παραγωγικής διαδικασίας, της χρήσης εκρηκτικών υλών και κροκιδωτικών. Τέλος στο 4^ο στάδιο απεικονίζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων της AKZ και προτείνονται προτάσεις-λύσεις για την βελτίωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από το 3^ο στάδιο της ανάλυσης. (Bamber, Johnson, Laage, Dias, Tyedmers 2022)

3.3.3. SURPAC

Το μεταλλευτικό λογισμικό SURPAC είναι ένα πρόγραμμα εξειδικευμένο στον σχεδιασμό υπόγειων και υπαίθριων εκμεταλλεύσεων. Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε για την υφιστάμενη εκτίμηση των αποθεμάτων καθώς και για μελλοντική εκτίμηση των αποθεμάτων της επόμενης πενταετίας. Πιο συγκεκριμένα παρέχει τα εργαλεία έτσι ώστε να γίνεται ο σωστός σχεδιασμός στις μεταλλευτικές δραστηριότητες και να μπορεί να τροποποιείται ο σχεδιασμός και οι παραμέτροι εκμετάλλευσης ώστε να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της πραγματικότητας.



Εικόνα 9: Απεικόνιση προγράμματος Surpac

Η χρήση του SURPAC παρέχει την δυνατότητα δημιουργίας και αξιολόγησης εναλλακτικών σχεδίων εκμετάλλευσης, ακρίβεια στις μετρήσεις, απεικόνιση σε τρεις διαστάσεις και δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης εργασιών με τη βοήθεια τοπογραφικών δεδομένων σε ψηφιακή μορφή. Επιπρόσθετα το λογισμικό έχει το πλεονέκτημα να σε βοηθά να γνωρίζεις τον βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο πλάνο της εταιρείας ανάλογα με τις πωλήσεις.

Μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη μοντελοποίηση και την εκτίμηση των αποθεμάτων του λατομείου:

Η διαδικασία για τη μοντελοποίηση του κοιτάσματος και την εκτίμηση των αποθεμάτων περιλαμβάνει δύο κύρια στάδια.

- *Βήμα 1^ο Δημιουργία βάσης δεδομένων*

Το 1^ο στάδιο αφορά στη δημιουργία μίας βάσης δεδομένων μέσα στο πρόγραμμα, όπου η βάση δεδομένων περιέχει τα δεδομένα γεωτρήσεων που έχουν προκύψει στο ερευνητικό στάδιο. Πιο συγκεκριμένα οι κύριες πληροφορίες οι οποίες εισάγονται είναι οι συντεταγμένες των γεωτρήσεων στην επιφάνεια. Στη συνέχεια και με την χρήση του module Database πραγματοποιείται επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων ώστε από τα αρχικά σημειακά δεδομένα να προκύψει η εκτίμηση για τη μεταβολή τπους κατά μήκος διάτρησης κάθε γεώτρησης.

- *Βήμα 2^ο Δημιουργία Block Model*

Το 2^ο βήμα είναι η δημιουργία του block model του κοιτάσματος με τη χρήση του module block model. Το μοντέλο που δημιουργείται προσαρμόζεται στις πραγματικές συνθήκες με την επιβολή τοπογραφικών περιορισμών(π.χ. επιφάνεια εδάφους). Η μεθοδολογία περιλαμβάνει την κατάτμηση του κοιτάσματος σε blocks και στη συνέχεια την εκτίμηση της περιεκτικότητας του κάθε block. Οι διαστάσεις των blocks καθορίζονται από την μέθοδο εκμετάλευσης, το μηχανικό εξοπλισμό κ.α. Από το Block model του κοιτάσματος μπορούν να προκύψουν πληροφορίες σχετικά με τον συνολικό όγκο και τη μάζα του κοιτάσματος, τις ποσότητες των στείων υλικών.

Δεδομένα

Η βάση δεδομένων την οποία χρησιμοποιούμε είναι τα break lines του λατομείου όπου εισάγονται ως dxf αρχείο και το μετατρέπουμε σε string file. Στη συνέχεια δημιουργείται ένα dtm αρχείο (τρισεδιάστατη μορφή λατομείου) από τα break lines.str. Τέλος εισάγεται η αεροφωτογραφία του λατομείου και γίνεται drape string over DTM πάνω στο τρισεδιάστατο μοντέλο dtm.

Block Model του κοιτάσματος

Το block model είναι μία βάση δεδομένων που αναπτύσσεται στο χώρο και αναφέρεται σε συγκεκριμένες ιδιότητες του. Χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των ιδιοτήτων σε ένα συγκεκριμένο κομμάτι του χώρου(volume). Τα δεδομένα του block model αναφέρονται σε διακριτά στοιχεία όγκου τα οποία ονομάζονται blocks. Αυτά είναι παραλληλεπίπεδα τμήματα του προς μοντελοποίηση χώρου που δημιουργούνται από τον χρήστη. Στο κέντρο κάθε block αποδίδεται, με βάση τα δεδομένα των

δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και με εφαρμογή μεθόδων χωρικής παρεμβολής μια τιμή περιεκτικότητας, η οποία αντιπροσωπεύει όλο το block. Επίσης δίνεται η δυνατότητα, σε κάθε στάδιο δημιουργίας του μοντέλου, να εφαρμοστούν περιορισμοί. Οι περιορισμοί αυτοί μπορεί να είναι επίπεδες επιφάνειες και γεωμορφολογικά ανάγλυφα οι οποίοι περιορίζουν τον αριθμό των blocks ώστε η μοντελοποίηση του χώρου να είναι πιο αποτελεσματική.(Dassault systems 2020)

3.3.4. ARC MAP

Η χρήση του λογισμικού ARC MAP συντέλεσε στην απεικόνιση του λατομείου μέσω δορυφορικών φωτογραφιών ή αεροφωτογραφιών. Στην παρούσα μελέτη έγινε η επεξεργασία της υφιστάμενης κατάστασης του λατομείου μέσω αεροφωτογραφίας.

3.3.5. Μετρητής Αιωρούμενων Σωματιδίων

Εκτελέστηκαν επιτόπου μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων διαμέτρου 2.5 μm με ειδικό μηχάνημα αναρρόφησης σκόνης TSI εντός της λατομικής ζώνης.

Πηγή: (TSI knowledge 2020)



Εικόνα 10: Portable TSI Counter

Οι μετρήσεις διαδραματίστηκαν σε ώρες αιχμής δηλαδή όταν το εργοστάσιο ήταν σε λειτουργία (7:30am) και πριν το εργοστάσιο τεθεί σε λειτουργία (7:00am). Η διάρκεια μέτρησης των αιωρούμενων σωματιδίων ήταν τριάντα λεπτά για κάθε περίπτωση αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα οι μετρήσεις διεξήχθησαν από τον Μάρτιο έως τον Απρίλιο και δεν εκτελούνταν μετρήσεις σε βροχερές ημέρες. Ο μετρητής ήταν σε ύψος ενός μέτρου περίπου, όπου καθόταν ο χειριστής του εργοστασίου. Ακόμη για την περαιτέρω ανάλυση έγινε σχηματική απεικόνιση και σύγκριση με τις ωριαίες μετρήσεις καταγραφής των

αιωρούμενων σωματιδίων 2.5 μm από τον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας Ευλιάτου. Πιο κάτω εικόνα απεικονίζει τα τέσσερα σημεία ενδιαφέροντος όπου εκτελέστηκαν οι μετρήσεις:



Εικόνα 11: Σημεία καταμέτρησης σκόνης

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

4.1. Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των δεδομένων που προκύπτουν από την AKZ. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται η παραγωγική διαδικασία του λατομείου και ο μηχανολογικός εξοπλισμός. Στην συνέχεια γίνεται χρήση της AKZ και γίνεται η ανάλυση της στα τέσσερα στάδια που την απαρτίζουν. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται ο σκοπός της εργασίας, η ανάλυση τόσο των πρωτογενών όσο και των δευτερογενών δεδομένων, η εκτίμηση των επιπτώσεων από την ανάλυση των αποτελεσμάτων καθώς και η εκπόνηση των αποτελεσμάτων και τρόποι αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την χρήση του λογισμικού προγράμματος SURPAC καθώς και η σχηματική απεικόνιση της σύγκρισης των αιωρούμενων σωματιδίων 2.5 μm , που καταγράφηκαν από τον σταθμό υποβάθρου της Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου σε σχέση με τα δεδομένα καταμέτρησης από τον μετρητή TSI.

4.2. Γενική Διαδικασία Παραγωγής Λατομείου

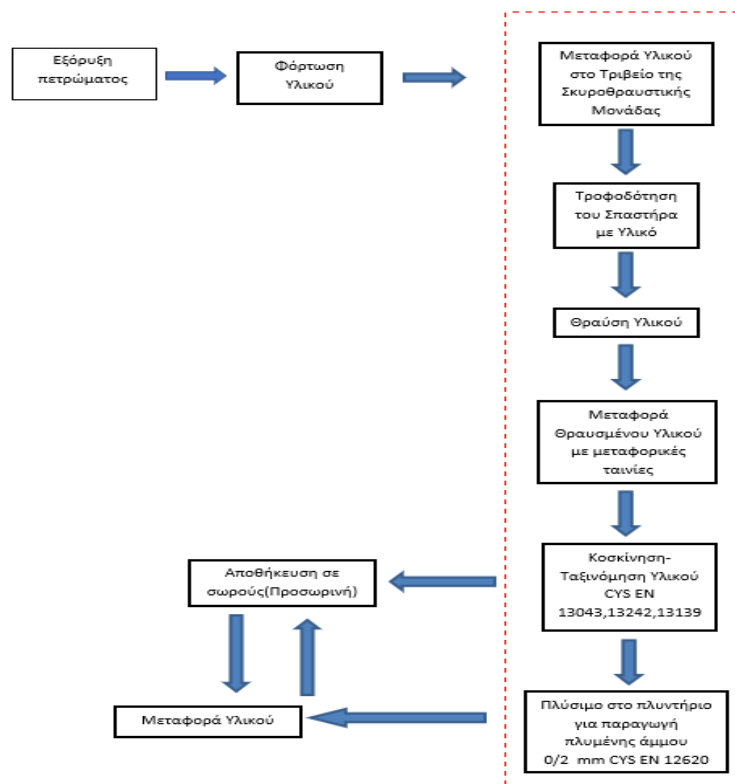
Η σειρά εκτελούμενων εργασιών είναι:

- Η Εξόρυξη
- Η Φόρτωση
- Η Μεταφορά των προϊόντων στο τριβείο:
 1. Τροφοδότηση του σπαστήρα,
 2. Θραύση
 3. Μεταφορά του υλικού της θραύσης με ταινίες,
 4. Κοσκίνηση-Ταξινόμηση,
 5. Πλύσιμο στο πλυντήριο τύπου Κυκλώνα
- Αποθήκευση (Προσωρινή)

Η προσπέλαση από την σκυροθραυστική μονάδα προς το λατομείο γίνεται διαμέσου δρόμου ο οποίος έχει ασφαλοστρωθεί σε ποσοστό 85% για τον περιορισμό σκόνης. Η σκυροθραυστική μονάδα είναι εγκατεστημένη σε απόσταση 700 μέτρα βορειοανατολικά του Προνομίου Λατόμησης.

Η πρώτη ύλη μεταφέρεται από το λατομείο με φορτηγά οχήματα τύπου octopus και εκφορτώνεται απευθείας στο σιλό τροφοδοσίας του σπαστήρα πρωτογενούς θραύσης, ενώ σε μερικές περιπτώσεις αποτίθεται στο χώρο αποθήκευσης σε παρακείμενο μέρος για σκοπούς αποθήκευσης, με σκοπό την τροφοδοσία της μονάδας τις ώρες που το λατομείο βρίσκεται εκτός λειτουργίας. Το υλικό μέχρι 16mm+ εναποτίθεται ως ενδιάμεσο προϊόν στον σωρό (Stockpile A) τροφοδοσίας της γραμμής των σκύρων. Το υλικό 16 mm - 0 mm εναποτίθεται ως ενδιάμεσο προϊόν στον σωρό (Stockpile B) τροφοδοσίας της γραμμής του πλυντηρίου.

Εναλλακτικά υπάρχει πρόνοια να λαμβάνεται στον σωρό (Stockpile B) τροφοδοσίας της γραμμής του πλυντηρίου υλικό 50 mm - 6 mm, και το υλικό 6 mm - 0 mm να βγαίνει από την γραμμή παραγωγής. Αυτό συμβαίνει όταν το υλικό του λατομείου περιέχει πολλά αργιλικά υλικά που επηρεάζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Στη συνέχεια ακολουθεί η κοσκίνηση, τα στάδια της δευτερογενούς θραύσης, της τριτογενούς θραύσης και τον τελικό διαχωρισμό των τελικών προϊόντων. Η τροφοδοσία της γραμμής γίνεται από το σωρό τροφοδοσίας Stockpile A όπου παράγεται Άμμος Κονιαμάτων, Άμμος Οδοποιίας, Θεμέλιο, Υποθεμέλιο, υλικό επιχώσεων και σκύρα. Στη συνέχεια η γραμμή του πλυντηρίου τροφοδοτείται από υλικό του stockpile B μεγέθους 0-50mm για την παραγωγή τελικού προϊόντος πλυμένης άμμου σκυροδέματος. Στο πιο κάτω διάγραμμα



διαφέρεται η κύρια παραγωγική διαδικασία από την εξόρυξη του πετρώματος μέχρι και την μεταφορά του υλικού.

Πηγή: (Mattia, Sinkko, Caldeira, Tosches, Robuchon 2023)

Ο μέσος ημερήσιος ρυθμός παραγωγής πετρώματος με βάση τα στατιστικά είναι της τάξης των 1500 τόνων ανά ημέρα. Τέλος το υλικό φορτώνεται με τροχοφόρους φορτωτές σε φορτηγά οχήματα των πελατών.

Η μέθοδος εκμετάλλευσης που εφαρμόζεται είναι αυτή των ορθών ανοικτών βαθμίδων. Η εξόρυξη του πετρώματος γίνεται με μηχανικά και εκρηκτικά μέσα. Η εξόρυξη του υλικού με μηχανήματα διεξάγεται με βαρέως τύπου εσκαφέα και την μετέπειτα χρήση κρουστικού για το σπάσιμο ογκόλιθων. Για την εξόρυξη του πετρώματος με εκρηκτικές ύλες η διαδικασία είναι οι εξής:

1. Όρυξη των διατρημάτων με διατρητικό μηχάνημα,
2. Γόμωση των διατρημάτων με δυναμίτιδα και ANFO (Αμμωνία) ,
3. Επιγύμωση με υλικό που προέκυψε κατά την όρυξη των διατρημάτων,
4. Σύνδεση των διατρημάτων με εκρηκτική θρυαλλίδα ή με σύστημα NONEL (Πυροκροτητές) και παρεμβολή επιβραδυντών που έχουν σαν σκοπό την

Διάγραμμα 2: Διαδικασίες ροής παραγωγικής διαδικασίας

ελεγχόμενη έκρηξη, τη μείωση των δονήσεων και την αποτελεσματική εξόρυξη του υλικού,

5. Μέτρα Ασφάλειας(π.χ. κλείσιμο των δρόμων εισόδου στο λατομείο, ενημέρωση στα διπλανά λατομεία για την εκτέλεση της έκρηξης)
6. Πυροδότηση των διατρημάτων, και
7. Έλεγχος της έκρηξης (π.χ. έλεγχος ότι έσκασαν όλα τα διατρήματα)

Συμπερασματικά, προκύπτει ότι μια ανατίναξη θα πρέπει να σχεδιάζεται και να εφαρμόζεται με βάση τους κανόνες. Μπορεί να βελτιώνεται, ελέγχεται με όργανα (δονησιογράφο) και αντικειμενικές μεθόδους, να αξιολογείται με κριτήρια και να επιδέχεται να ενσωματώνει τεχνολογικές εξελίξεις και μεθοδολογίες. Επιπρόσθετα η όρυξη των διατρημάτων γίνεται με γεωτρητικό εξοπλισμό και η γόμωση από έμπειρα άτομα και κάτω από την επίβλεψη δύο έμπειρων αδειούχων χρηστών εκρηκτικών υλών. Σύμφωνα με τα πιο πάνω προκύπτει ότι μια ανατίναξη πρέπει να σχεδιάζεται, να υλοποιείται και να εφαρμόζεται με βάση κάποιους κανόνες. Μπορεί να βελτιώνεται, να

ελέγχεται με όργανα (δονησιογράφο) και αντικειμενικές μεθόδους, να αξιολογείται με κριτήρια, ενώ επιδέχεται και ενσωματώνει τεχνολογικές εξελίξεις και νέες μεθοδολογίες. Πριν από την ανατίναξη, υπάρχει ο ανθρώπινος παράγοντας, η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής, τα καταγραφικά δεδομένα και οι ενόργανες παρατηρήσεις και μετρήσεις, ο σχεδιασμός, η πρόβλεψη, οι εκτιμήσεις και η λήψη των απαραίτητων μέτρων. Επιπρόσθετα η όρυξη των διατρημάτων γίνεται με γεωτρητικό εξοπλισμό και η γόμωση από έμπειρα άτομα και κάτω από την επίβλεψη δύο έμπειρων αδειούχων χρηστών εκρηκτικών υλών.



Εικόνα 12: Εργοστάσιο Παραγωγής.

4.2.1. Έργα υποδομής

Η προσπέλαση στο λατομείο γίνεται διαμέσου ασφαλτωμένου δρόμου. Σε γενικές γραμμές θα μπορούσε να λεθχεί ότι το δίκτυο της περιοχής είναι ικανοποιητικό και επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση προς όλα τα σημεία ενδιαφέροντος. Οι βασικότερες οδικές αρτηρίες που ενώνουν την εν λόγω περιοχή με τις περιοχές που εξυπηρετεί είναι:

1. Λευκωσίας - Τροόδους
2. Λευκωσίας - Παλαιχωρίου
3. Μιτσερού – Κάτω Μονής
4. Κάτω Μονής – Αγίων Ηλιοφώτων – Μιτσερού
5. Αγ. Ιωάννη Μαλούντας – Μαχαιρά – Κάτω Μονής

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να λεχθεί πως το οδικό δίκτυο είναι ικανοποιητικό και επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση προς όλα τα σημεία ενδιαφέροντος.

4.2.2. Μηχανολογικός Εξοπλισμός

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στο λατομείο σ'ότι αφορά στον μηχανικό εξοπλισμό της σκυροθραυστικής μονάδας η εταιρεία έχει στην κατοχή της όλα τα είδη των μηχανημάτων θραύσης και σε ικανοποιητικό αριθμό. Αναλυτικά τα μηχανήματα της εταιρείας μαζί με τα χαρακτηριστικά του καθενός παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα.

Πίνακας 1: Μηχανολογικός εξοπλισμός

ΤΥΠΟΣ	MONTELO	ΙΣΧΥΣ	
		KW	HP
BACKHOE LOADER (DIGGER)	NEW HOLLAND	201	270
DUMPER TRUCK	VOLVO BM	312	419
DUMBER TRUCK	AVELING BARFORD RD40	353	474
EXCAVATOR	HITACHI	276	370
EXCAVATOR	CATERPILLAR	306	411
EXCAVATOR	KOMATSU	339	454
SKID STEERLOADER	NEW HOLLAND	47	63
TELESCOPIC HANDLER	MANITOU	61	82
WHEEL LOADER	KOMATSU	235	315
WHEEL LOADER	NEW HOLLAND	205	275
WATER TANKER TRUCK	IVECO	163	219
IVECO TIPPER TRUCK	IVECO	283	380
IVECO TIPPER TRUCK	IVECO	283	380
IVECO TIPPER TRUCK	IVECO	283	380

4.3. Διάγραμμα Ροής

Σημαντικό ρόλο στην τελική ποιότητα των αδρανών υλικών διαδραματίζει η επιλογή και η διάταξη των θραυστήρων και των κοσκίνων του εργοστασίου. Η διαδικασία θραύσης και διαβάθμισης εκτελείται από μία σειρά από θραυστήρες και κόσκινα όπου το πέτρωμα όσο και τα έτοιμα υλικά μεταφέρονται μέσω μεταφορικών ταινιών και τα τελικά προϊόντα συσσωρεύονται σε σωρούς. Η γραμμή παταγωγής χωρίζεται σε τρία στάδια.

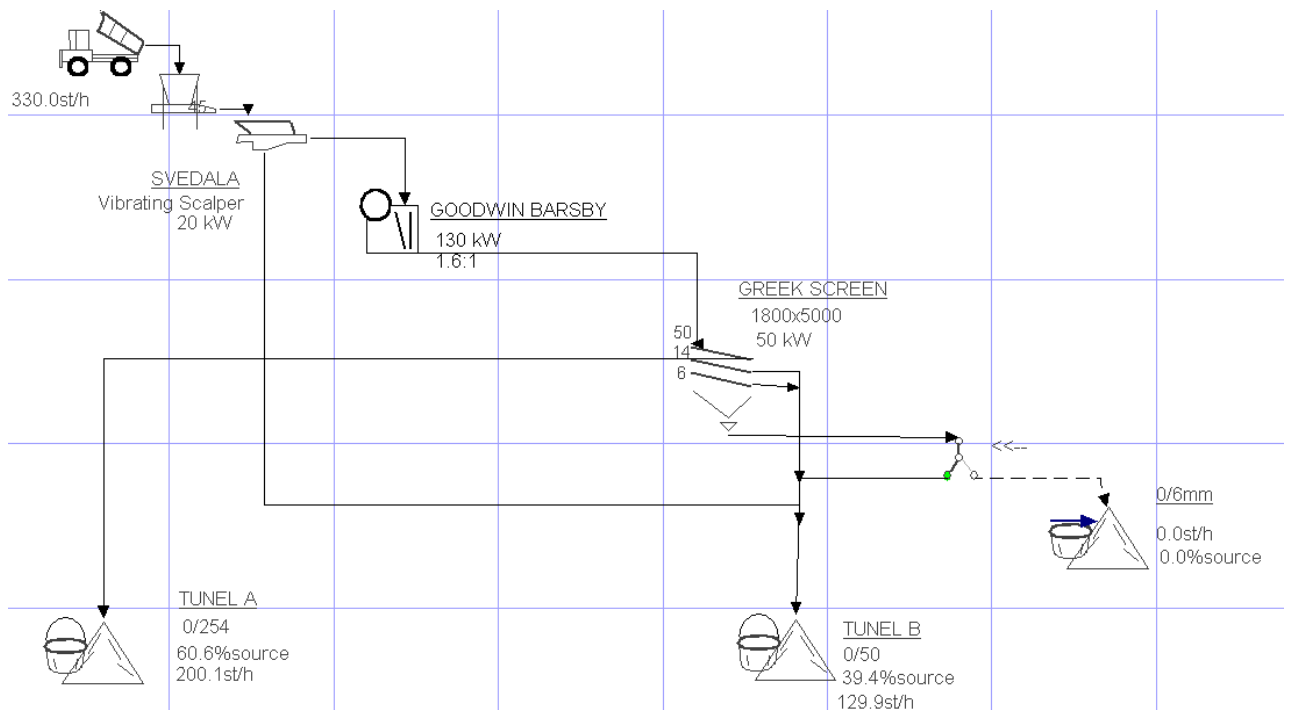
4.3.1. Γραμμή πρωτογενούς θραύσης

Αρχικά τα φορτηγά μεταφέρουν την πρώτη ύλη από το λατομείο την οποία αδειάζουν στο βασικό τροφοδότη του εργοστασίου, όπου το υλικό περνάει στο 1^ο στάδιο διαλογής

από Grizzly διάκενων 50 mm και το υλικό 50 mm+ στη συνέχεια τροφοδοτεί τον σιαγονοσπαστήρα τύπου Goodwin Barbsy όπου εκτελείται η πρωτογενής θραύση.

Στη συνέχεια το υλικό του σπαστήρα περνάει στο 2^ο στάδιο την προ διαλογή από κόσκινο τριών επιπέδων με διάμετρο οπών 50mm 14mm και 6mm. Το υλικό 14mm+ εναποτίθεται ως ενδιάμεσο προϊόν στον σωρό Stockpile A τροφοδοσίας της γραμμής των σκύρων και το υλικό 14-6 mm εναποτίθεται ως ενδιάμεσο προϊόν στον σωρό Stockpile B τροφοδοσίας της γραμμής πλυντηρίου.

- Τα φορτηγά μεταφέρουν την πρώτη ύλη από το λατομείο την οποία αδειάζουν στον βασικό τροφοδότη του εργοστασίου, το υλικό περνάει το πρώτο στάδιο διαλογής από Grizzly διάκενων 50mm όπου το υλικό 50mm+ εν συνεχεία τροφοδοτεί τον σιαγονο-σπαστήρα τύπου Goodwin Barbsy όπου γίνεται η πρωτογενής θραύση.
- Το προϊόν του σπαστήρα περνάει στο δεύτερο στάδιο την προ διαλογής από κόσκινο 3 επιπέδων με οπές 50 mm 16 mm και 6 mm. Το υλικό μέχρι 16mm+ εναποτίθεται ως ενδιάμεσο προϊόν στον σωρό (Stockpile A) τροφοδοσίας της γραμμής των σκύρων. Το υλικό 16 mm - 0 mm εναποτίθεται ως ενδιάμεσο προϊόν στον σωρό (Stockpile B) τροφοδοσίας της γραμμής του πλυντηρίου.
- Εναλλακτικά υπάρχει πρόνοια να λαμβάνεται στον σωρό (Stockpile B) τροφοδοσίας της γραμμής του πλυντηρίου υλικό 50 mm - 6 mm, και το υλικό 6 mm - 0 mm να βγαίνει από την γραμμή παραγωγής. Αυτό συμβαίνει όταν το υλικό του λατομείου περιέχει πολλά αργιλικά υλικά που επηρεάζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος.



Εικόνα 13: Γραμμή Πρωτογενούς Θραύσης

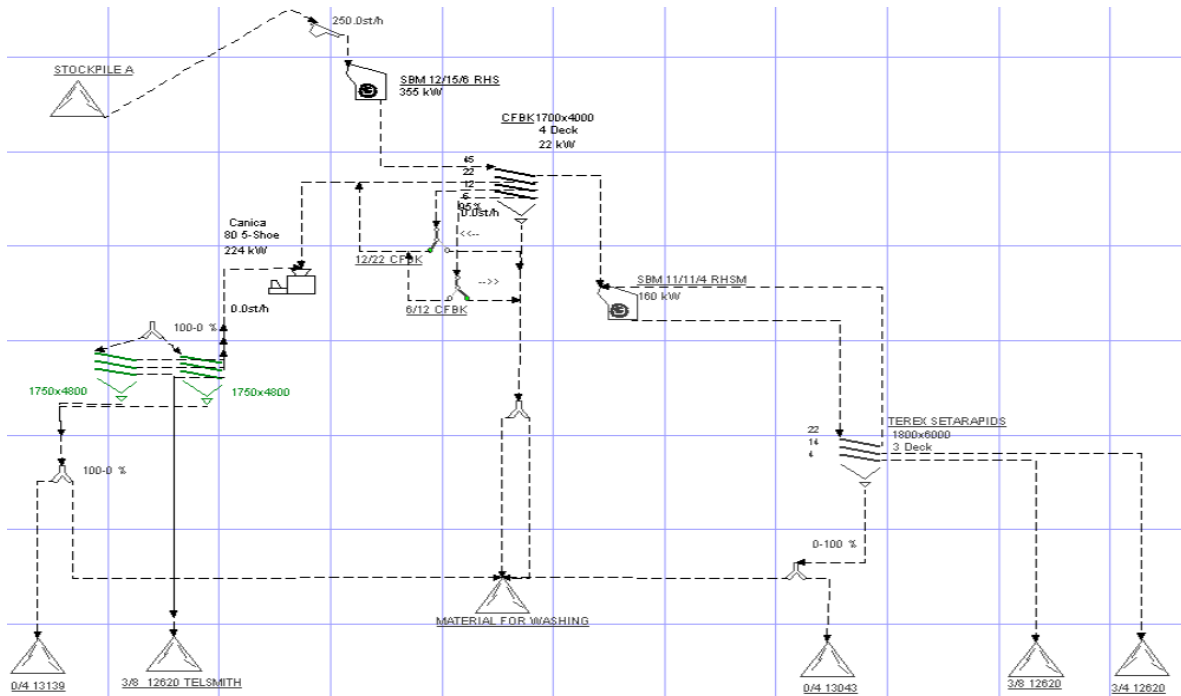
4.3.2. Γραμμή Παραγωγής Σκύρων ,Άμμου κονιαμάτων, Άμμου οδοποιίας , Θεμελίου, Υποθεμελίου και Υλικών Επιχώσεων.

Η γραμμή αυτή αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της σκυροθραυστικής μονάδας και περιλαμβάνει τα στάδια της δευτερογενούς θραύσης, της τριτογενούς θραύσης και τον τελικό διαχωρισμό των τελικών προϊόντων. Η τροφοδοσία της γραμμής γίνεται από το σωρό τροφοδοσίας Stockpile A στο οποίο το μέγεθος των κόκκων κυμαίνεται από 50mm-250mm. Το υλικό τροφοδοτείται σε έναν οριζόντιο σπαστήρα τύπου SBM 12/15/6. Το προϊόν της πρώτης θραύσης περνάει σε κόσκινο διαλογής 4 Deck CFBK 1700x4000 από όπου:

- Το υλικό μεγέθους >45 mm τροφοδοτείται σε σπαστήρα τύπου SBM 11/11/4, το προϊόν του οποίου καταλήγει σε κόσκινο 3 πατώματων Terex Setarapids 1800x6000 διαχωρισμού τελικών προϊόντων 0/4 13043, 4/10 12620 και 8/20 12620 ενώ το υλικό >20 mm επιστρέφει στον σπαστήρα SBM 11/11/4 ξανά για θραύση δημιουργώντας κλειστό κύκλωμα.
- Το υλικό μεγέθους 45mm-12mm τροφοδοτείται σε σπαστήρα τύπου VSI 80 Shoe Impeller , το προϊόν του οποίου καταλήγει σε ζεύγος κοσκίων 3 πατωμάτων Telsmith 1750x4000 διαχωρισμού τελικών προϊόντων 0/4 13139, 4/10 12620 και

8/20 12620 ενώ το υλικό >20mm επιστρέφει στο σπαστήρα VSI 80 Shoe Impeller για θραύση δημιουργώντας κλειστό κύκλωμα.

- Το υλικό <12mm τροφοδοτείται μέσω μεταφορικών ταινιών στην γραμμή του πλυντηρίου από όπου παράγεται το τελικό προϊόν 0/2 12620, είτε βγαίνει ως τελικό προϊόν επιχωματώσεων 0/6 13242.



Εικόνα 14: Γραμμή Παραγωγής Σκύρων

4.3.3. Γραμμή Παραγωγής Πλυμμένης Άμμου

Η γραμμή του πλυντηρίου τροφοδοτείται από το σωρό τροφοδοσίας stockpile B με υλικό μεγέθους 0-50mm. Υπάρχει η δυνατότητα τροφοδοσίας με υλικό των σκύρων 0-12mm καθώς και των τελικών προϊόντων 0/4 mm 13139 και 0/4mm 13043 ανάλογα με τις ανάγκες της παραγωγής. Το υλικό τροφοδοτείται σε κόσκινο 2 πατωμάτων Telsmith 2450x7000. Το τελικό προϊόν περνάει από το πλυντήριο που με την χρήση υδροκυκλώνων γίνεται ο διαχωρισμός του τελικού προϊόντος από την παιπάλη <0.063 mm. Η παιπάλη σε μορφή πολφού, 70% νερό και 30% παιπάλη, τροφοδοτεί την φιλτρόπρεσα και η αφυγραμμένη λάσπη με υγρασία 15 - 20 % απορρίπτεται στην ΕΕΑ, δυτικά του προνομίου.

Επιπρόσθετα η εταιρεία διαθέτει σύστημα ανακύκλωσης του νερού πλύσης άμμου που αποτελείται από δύο φιλτράρες της εταιρείας MATEC ITALIA εκ των οποίων η πρώτη αποκτήθηκε το 2009 και η δεύτερη το 2012 συνολικής δυναμικότητας 14 M³/Hour. Το σύστημα αυτό επιτρέπει την ανάκτηση νερού που χρησιμοποιείται για την πλύση της άμμου σε ποσοστό 90%. Από το 2021 η εταιρεία δεν απορρίπτουν την λάσπη στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο αλλά την πουλάνε στη Σκουριώτισα όπου την χρησιμοποιεί σαν καταλύτη για την παραγωγή νικελίου.

4.4. Ανάλυση Κύκλου Ζωής Λατομείου

4.4.1. Προσδιορισμός του σκοπού/αντικειμένου και της έκτασης της μελέτης:

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που δημιουργούνται από την λατομική δραστηριότητα μέσα από τη ενεργειακή καύση των ορυκτών καυσίμων μέσω των γεννητριών κατά την παραγωγική διαδικασία ειδικότερα από την λειτουργία της σκυροθραυστικής μονάδας. (Ofomola, Ugbede 2023), (iScience 2023)

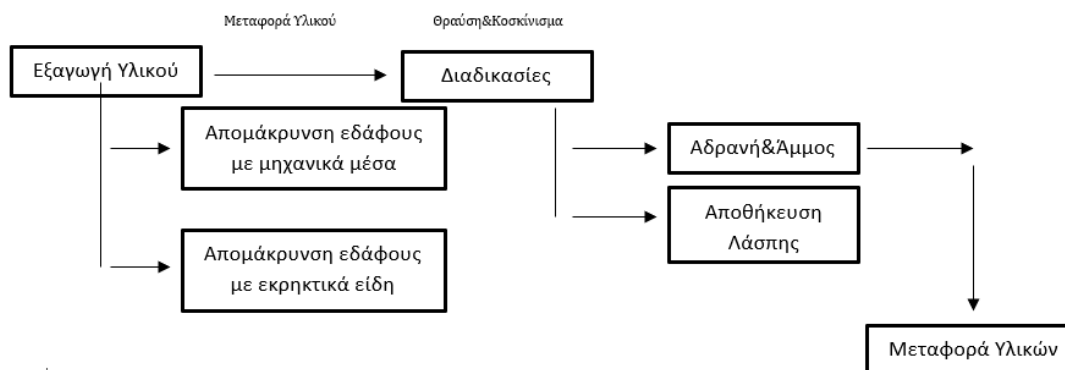


(Mostert et al. 2021), (Jullien , Proust, Martaud 2012)

Διάγραμμα 3: Διάγραμμα Εισροών, κύριων διαδικασιών & εκροών

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης θα αναλυθούν οι βασικότεροι παράγοντες που δημιουργούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, θα δωθούν συμπεράσματα και λύσεις αντίστοιχα για ενεργειακή καύση,την χρήση ορυκτών καυσίμων καθώς και για τα απόβλητα τα οποία παράγονται. Μέσα από την ανάλυση του κύκλου ζωής θα προταθούν εναλλακτικές πηγές ενέργειας, τα απόβλητα τα οποία δημιουργούνται θα επαναχρησιμοποιούνται. Οι διεργασίες της παραγωγικής διαδικασίας απεικονίζονται στο πιο κάτω διάγραμμα ροής, όπου απεικονίζονται οι εισροές του συστήματος δηλαδή

η Παραγωγική διαδικασία, η ηλεκτρική ενέργεια, το πετρέλαιο , το νερό , τα μηχανέλαια και το γράσο και όλα αυτά αποτελούν την ροή της παραγωγικής διαδικασίας με αποτελέσματα την δημιουργία εκροών δηλαδή της λάσπης όπου αποτελεί το μοναδικό απόβλητο από την παραγωγική διαδικασία. Στο πιο κάτω διάγραμμα απεικονίζεται ο σκοπός της ανάλυσης των διαδικασιών της παρούσας εξορυκτικής μελέτης.(Riquelme, Martinez, Sarro 2022), (Ofomola, Ugbede 2023)



Πηγή: (Bascompta et al. 2022), (Mattia, Sinkko, Caldeira, Tosches, Robuchon 2023)
 Διάγραμμα 4: Σκοπός μελέτης

4.4.2. Λειτουργική Μονάδα (Functional Unit)

Η λειτουργική μονάδα (FU) αντικατοπτρίζει ένα εμπορεύσιμο προϊόν μετρημένο και ρητά καθορίζεται για να επιτρέψει τη μαθηματική κανονικοποίηση καθώς και την απλούστερη σύγκριση και μέτρηση. Η FU που χρησιμοποιείται στην τρέχουσα AKZ για τη συλλογή δεδομένων και η διατύπωση απογραφής ήταν fu-1t of production.(Riquelme, Martinez, Sarro 2022), (Salazar 2021)

4.4.3. Λογισμικό (Software)

Για τη μοντελοποίηση του συστήματος χρησιμοποιήθηκε το OpenLCA που είναι ένα δωρεάν και ανοιχτού κώδικα λογισμικό που δημιουργήθηκε από την GreenDelta, χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή των αξιολογήσεων LCA .Το λογισμικό επιτρέπει την εισαγωγή πολυάριθμων βάσεων δεδομένων LCA, τόσο δωρεάν όσο και επί πληρωμή, δίνοντας στον χρήστη τη δυνατότητα να δημιουργήσει έναν κύκλο ζωής σύστημα συνδέοντας όλα τα μέρη LCI και να ποσοτικοποιήσει το LCIA σύμφωνα με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδος.(Pamu, Kumar, Shakir 2022)

4.4.4. Αναλυτική Απογραφή Δεδομένων (Inventory Analysis) :

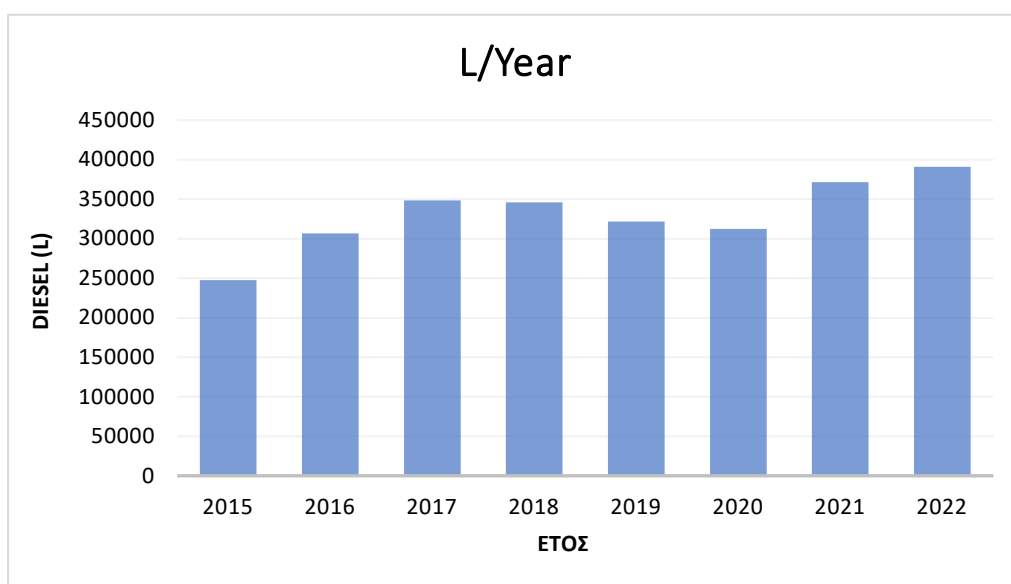
Σε αυτό το στάδιο θα καταγραφούν τα πρωτογενή δεδομένα που συλλέχθηκαν από την εταιρεία από προηγούμενα έτη, όπου αυτά τα δεδομένα είναι μετρήσιμα και είναι κυρίως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω γεννητριών, η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, τα μηχανέλαια, το νερό, τα κροκιδωτικά και τα εκρηκτικά είδη.

4.4.4.1. Ηλεκτρική ενέργεια

Στη περιοχή δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου συνεπώς η μονάδα ηλεκτροδοτείται από ιδιόκτητες γεννήτριες. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η σκυροθραυστική μονάδα έχει εγκατεστημένο ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό ο οποίος αποτελείται από τρεις γεννήτριες με συνολική ισχύ 2400KVA.

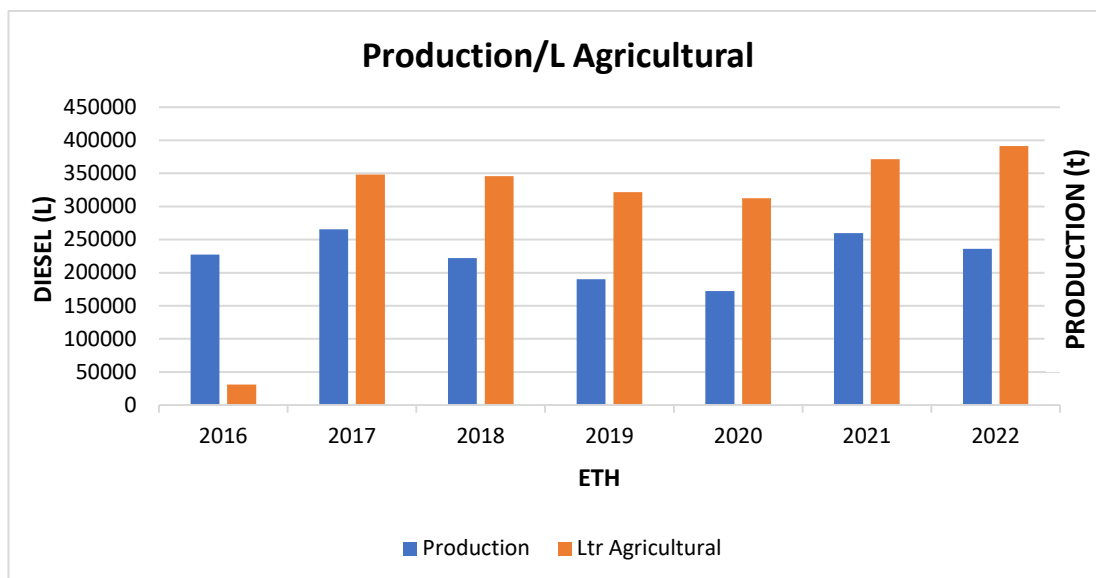
- CUMMINS A-GESAN MODEL DC1000(1000KVA)
- CUMMINS B-GESAN MODEL DC1000 (1000KVA)
- VOLVO-GESAN VOLVO(400 KVA)

Για την λειτουργία των γεννητριών και των κινητών μηχανημάτων η εταιρεία προμηθεύεται πετρέλαιο της τάξης των 400 L/year περίπου. Στα πιο κάτω διαγράμματα απεικονίζεται η κατανάλωση πετρελαίου ανά έτος.



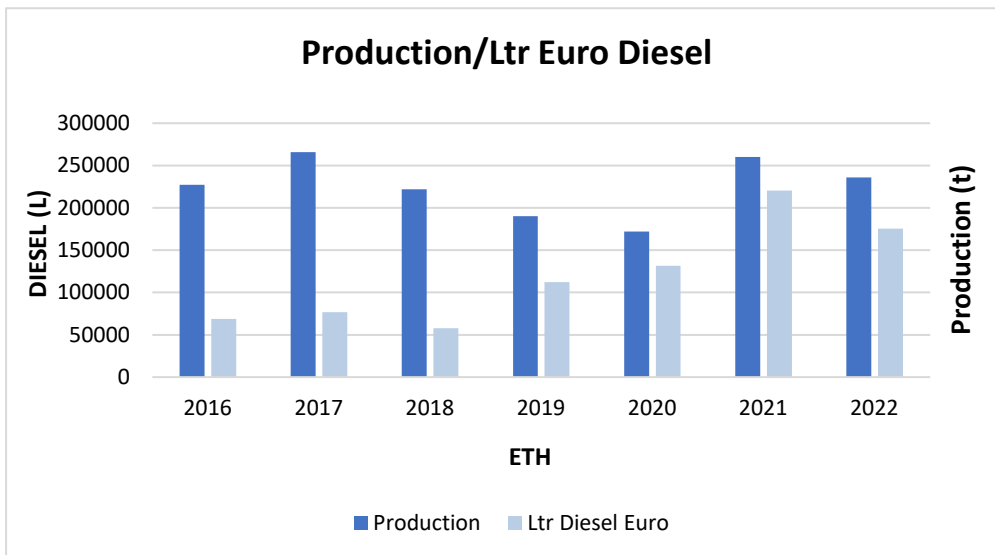
Διάγραμμα 5: Κατανάλωση Αγροτικού Πετρελαίου ανά έτος.

Πιο συγκεκριμένα οι γεννήτριες λειτουργούν με την κατανάλωση αγροτικού πετρελαίου ενώ τα κινητά μηχανήματα λειτουργούν με την κατανάλωση Euro Diesel. Στα πιο κάτω διαγράμματα απεικονίζεται η κατανάλωση Agricultural diesel/Production για κάθε χρόνο ξεχωριστά καθώς και η κατανάλωση του Euro Diesel L/Production t αντίστοιχα.



Διάγραμμα 6: Σύγκριση Παραγωγής αδρανών υλικών και κατανάλωση Αγροτικού Πετρελαίου ανά έτος.

Όπως διαφάνεται αλληλένδετο κομμάτι της κατανάλωσης καυσίμων είναι η παραγωγική διαδικασία αφού αφενώς η μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμων ήταν το 2021 όπου υπήρχε περισσότερη παραγωγή. Επιπρόσθετα οι γεννήτριες εκτός από το πετρέλαιο, χρειάζονται φίλτρα λαδιού, πετρελαίου και αέρα τα οποία πρέπει να αντικαθίσθονται κάθε φορά που γίνεται η συντήρηση τους καθώς και λάδι το οποίο γίνεται η αντικατάστασή τους σε κάθε service της γεννήτριας. Τα φίλτρα (στερεό απόβλητο) και τα λάδια (υγρό απόβλητο) θεωρούνται απόβλητα τα οποία όταν τα απορρίψεις στο έδαφος δημιουργούν αποτύπωμα σκουριασμένου λαδιού όπου μπορεί να υσχορίσουν στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες και να προκαλέσουν ρύπανση ή ακόμη μπορεί να προκαλέσουν ταπείνωση του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα η συντήρηση των γεννητριών γίνεται κάθε 250 ώρες όπου γίνεται η αντικατάσταση 4 φίλτρων πετρελαίου, 2 φίλτρων αέρα και 2 φίλτρων λαδιού.



Διάγραμμα 7: Σύγκριση Euro Diesel ανά παραγωγή έτους.

Τέλος αναπόσπαστο κομμάτι της παραγωγικής διαδικασίας είναι και τα κινητά μηχανήματα αφού φορτώνουν, μεταφέρουν και εκφορτώνουν το ασβεστολιθικό υλικό. Όπως φέρεται από το πιο πάνω.

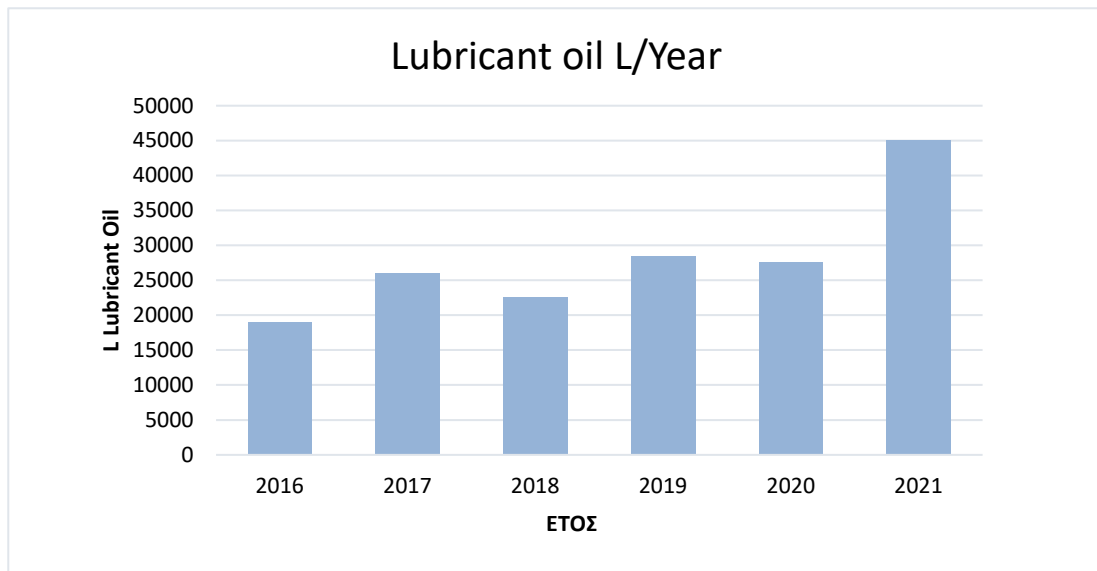
4.4.4.2. Υγρά Απόβλητα

Σ'ότι αφορά τον μηχανικό εξοπλισμό της σκυροθραυστικής μονάδας η εταιρεία έχει στη κατοχή της όλα τα είδη των μηχανημάτων θραύσης. Η διαδικασία θραύσης και διαβάθμισης εκτελείται σε μία σιέρα από θραυστήρες και κόσκινα. Το πέτρωμα όσο και τα έτοιμα υλικά μεταφέρονται με μεταφορικές ταινίες. Τα τελικά Προϊόντα συσσωρεύονται σε σωρούς. Όλα τα πιο πάνω χρήζουν συντήρησης και αυτό γίνεται μέσα από την αλλαγή λαδιού, γρασαρίσματος των μηχανημάτων κινητών και σταθερών. Πιο συγκεκριμένα τα μηχανέλαια τα οποία χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

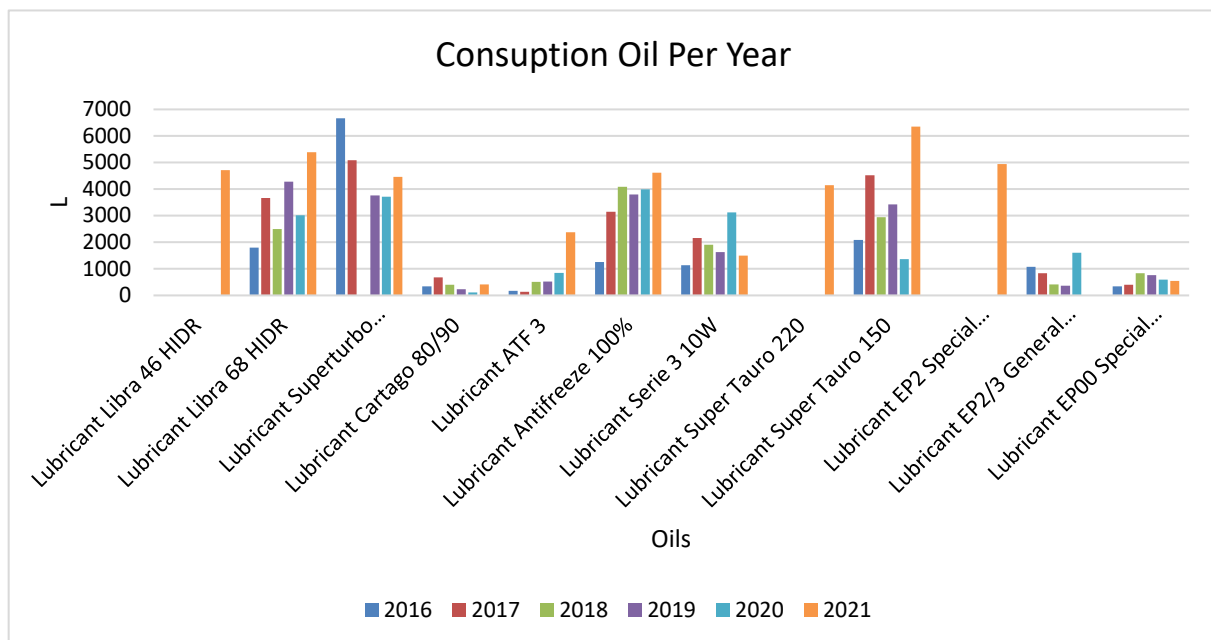
Όπως διαφάνεται στο πιο κάτω διάγραμμα απεικονίζεται η κατανάλωση των λαδιών τα οποία χρησιμοποιούνται στα κινητά και σταθερά μηχανήματα,πιο συγκεκριμένα παρατηρείται μία αυξηση στην κατανάλωση λαδιού στο έτος 2021 σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια.

Πίνακας 2: Συνοπτικός πίνακας μηχανέλαιων

Μηχανέλαια	Χρήση
Lubricant Libra 46 HIDR	Υδραυλικό Λάδι-Κινητά μηχανήματα
Lubricant Libra 68 HIDR	Υδραυλικό Λάδι-Κινητά μηχανήματα
Lubricant Superturbo 15/40	Enggeer oil-Πετρελαιοκίνητες μηχανές, Κινητα μηχανήματα, Ηλεκτρογεννήτριες
Lubricant Cartago 80/90	Gear Oil-Σε συστήματα μετάδοσης κίνησης(κορώνες)
Lubricant ATF 3	Automatic π.χ. Dumber(Volvo, Aveling)
Lubricant Antifreeze 100%	Radiator μηχανημάτων κινητών και σταθερών
Lubricant Serie 3 10W	Transmission-Υδραυλικό λάδι σε κινητά μηχανήματα
Lubricant Super Tauro 220	Gear Oil- Σε κόσκινα εργοστασίου&Υδραυλικά συστήματα
Lubricant Super Tauro 150	Gear Oil- Σε κόσκινα εργοστασίου&Υδραυλικά συστήματα
Lubricant EP2 Special Grease	Γράσο-Σε κόσκινα
Lubricant EP2/3 General Grease	Γράσο-Σε κόσκινα και κινητά μηχανήματα
Lubricant EP00 Special Grease	Γράσο- Σε αυτόματα συστήματα αντλίες, Κινητά&Σταθερά



Διάγραμμα 8: Κατανάλωση Μηχανέλαιων ανά έτος.



Διάγραμμα 9: Κατανάλωση ανά κατηγορία λαδιού ανά έτος.

Στο πιο πάνω διάγραμμα απεικονίζεται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση λαδιών διαδραματίζεται στο Lubricant Superturbo 15/40 το 2016 καθώς και στη συνέχεια με την πάροδο των χρόνων φέρεται να έχει μία μείωση αλλά σταθερή κατανάλωση. Ακόμη μεγάλη κατανάλωση λαδιού υπήρχε το 2021 στο λάδι Lubricant Super Tauro 150 καθώς και στο Lubricant EP2 Special, όπου τα προηγούμενα έτη παρατηρείται μηδαμινή κατανάλωση. Τέλος για την κατανάλωση των υπόλοιπων λαδιών διαφέρεται μία σταθερή κατανάλωση χωρίς πτωτική ή ανοδική πορεία.

4.4.4.3. Κατανάλωση Νερού

Οι ανάγκες της μονάδας σε νερό είναι περίπου 250 κυβικά ανά ημέρα. Το νερό αυτό χρησιμοποιείται για διαβροχή των χωμάτινων δρόμων και πλατειών, διαβροχή της άμμου στο σημείο πτώσης από τον ιμάντα στη σωρό, πλύσιμο των μηχανημάτων και ανάγκες του προσωπικού. Πιο συγκεκριμένα οι ανάγκες σε πόσιμο νερό καλύπτονται από το χωριό Κάτω Μονή ενώ οι ανάγκες για την μονάδα από το βιολογικό σταθμό CYPRA. Στο παράρτημα 2 παρουσιάζονται αναλύσεις του νερού από τον βιολογικό σταθμό.

4.4.4.4. Εξορυκτική Παραγωγική Διαδικασία

Όπως προαναφέρθηκε και πιο πάνω για την εξόρυξη του πετρώματος χρησιμοποιούνται τόσο μηχανικά μέσα όσο και εκρηκτικές ύλες. Η εταιρεία συγκεκριμένα χρησιμοποιεί σε μεγάλο βαθμό μηχανικό μέσο με εξαίρεση το 2022, όπου διεξήχθη έκρηξη για την εξόρυξη του ασβεστολιθικού πετρώματος. Πιο συγκεκριμένα για την διαδικασία της έκρηξης έχουν χρησιμοποιηθεί τα πιο κάτω:

Πίνακας 3: Είδος Εκρηκτικών Υλών.

ΕΙΔΟΣ ΕΚΡΗΚΤΙΚΗΣ ΥΛΗΣ	08/06/2022	16/06/2022
ΔΥΝΑΜΙΤΕΣ (Kg)	100	100
ΑΜΜΩΝΙΑ (Kg)	825	1125
ΑΚΑΡΙΑΙΑ ΘΡΥΑΛΛΙΔΑ (m)	750	750
ΠΥΡΟΚΡΟΤΗΤΕΣ (Pcs)	4	4
ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΕΣ (Pcs)	30	30
ΒΡΑΔΥΚΑΥΣΤΗ (NONEL) (Pcs)	10	8
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (L)	65	90

4.4.4.5. Κροκιδωτικά

Η εταιρεία προμηθεύεται κροκιδωτικό από VODAPRO-CNC CHEMICALS LTD, το οποίο βρίσκεται σε σάκους των 25 κιλών. Κάθε μέρα περίπου χρησιμοποιείται 1.5 σάκκος κροκιδωτικού (38 κιλά) αυτό όμως αλλάζει ανάλογα με την παραγωγή του εργοστασίου. Πιο συγκεκριμένα η παιπάλη (0.063μm), αφαιρείται από την άμμο μετά από το πλύσιμο στο πλυντήριο. Η αφαίρεση της παιπάλης γίνεται με την υγρή μέθοδο. Το νερό μετά από το πλύσιμο της άμμου, μεταφέροντας ένα σημαντικό φορτίο λεπτομερών υλικών μεταφέρεται στη φιλτροπρεσσα-συμπυκνωτής. Στη φιλτρόπρεσσα προστίθεται ένα ειδικό πολυμερικό πρόσθετο flocculant όπου με τη βοήθεια του επιτυγχάνεται δραστικά ο διαχωρισμός των στερεών (της παιπάλης δηλαδή) από το νερό. Έτσι η κατακάθιση της παιπάλης γίνεται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα και μπορεί έτσι το νερό να χρησιμοποιηθεί ξανά αμέσως. Το σύστημα λειτουργεί ικανοποιητικά με αποτέλεσμα το 85% περίπου του νερού να επαναχρησιμοποιείται. Πέραν τούτου, μειώνεται δραστικά και ο όγκος των αποβλήτων από τη μια, εφόσον η λάσπη

μετατρέπεται σε πάστα και διευκολύνεται η απόρριψη στο χώρο των μπάζων από την άλλη ή μεταφέρεται και πιο εύκολα.

4.5. Εκτίμηση Επιπτώσεων (Impact Analysis)

Η εκτίμηση των επιπτώσεων αποτελεί το τρίτο στάδιο της μεθοδολογίας, είναι μία ποσοτική ή/και ποιοτική διεργασία η οποία χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει τις πιθανές (αρνητικές ή συγκριτικά θετικές) περιβαλλοντικές συνέπειες που προσδιορίζονται στο στάδιο της απογραφής των δεδομένων. Η εκτίμηση των επιπτώσεων περιλαμβάνει την αναγνώριση, σύνοψη και ποσοτικοποίηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων του εξεταζόμενου συστήματος. Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14040 και 14044, η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών των προϊόντων μπορεί να αφορά επιπτώσεις ενδιάμεσου (midpoint) ή και τελικού αποδέκτη (endpoint). Η προσέγγιση «ενδιάμεσου σημείου», περιλαμβάνει κατηγορίες επιπτώσεων όπως η αλλαγή κλίματος, η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος, η δημιουργία τροποσφαιρικού όζοντος (αιθαλομίχλη), ο ευτροφισμός, η οξίνιση, οι τοξικολογικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα, η μείωση των μη ανανεώσιμων ορυκτών πόρων, η χρήση ύδατος, η χρήση εδάφους, η δημιουργία θορύβου κ.α. (Μακροπούλου 2015), (Shamass, Rispoli, Limbachiya 2023), (Delpierre, Quist, Mertens, Vernat 2021)

4.5.1. Σύστημα Μοντελοποίησης (System Modeling)

Η μοντελοποίηση συστημάτων LCA μπορεί να διαφέρει από κάθε σύστημα μελετητή, ανάλογα με τις υποθέσεις συστημάτων που έγιναν καθώς και τα όρια που διερευνήθηκαν. Για το περιβάλλον η εκτίμηση των επιπτώσεων από τη λατομική δραστηριότητα απεικονίζεται στον σχεδιάγραμμα το οποίο απεικονίζει τα όρια του συστήματος καθώς και τις χρησιμοποιούμενες ροές σύμφωνα με την παραγωγική διαδικασία. Οι εισροές που αναφέρονται περιλαμβάνουν τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα για την επίτευξη των κύριων διεργασιών της παραγωγικής διαδικασίας με αποτέλεσμα την δημιουργία εκροών που σε αυτή την περίπτωση είναι η λάσπη. Πιο κάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι κύριες ροές, η ποσότητα, η μονάδα μέτρησης κάθε ροής καθώς και ο δείκτης Per FU όπου έγινε αναγωγή ανά 1t παραγωγής κάθε ποσότητα ροής ξεχωριστά. (Stylianou et al. 2023)

Πίνακας 4: Δεδομένα Ροών εκφρασμένα σε μονάδες/ FU για κάθε δεδομένο σενάριο.

Flows	Quantity	Unit	Per FU
Production	224792	t	
Energy from Agricultural Diesel	303211	L	1.35
Energy from Euro Diesel	120427	L	0.54
Water	250	m ³	0.41
Oil Lubricant	28080	L	0.12
Mud	30000	t	0.25

4.5.2. Ανάλυση Απογραφής Κύκλου Ζωής (LCI)

Οι ροές εισόδου και εξόδου του συστήματος αναλύθηκαν σε LCI μέσα από την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων που συλλέχθηκαν από την εταιρεία από προηγούμενα έτη όπου αυτά τα δεδομένα είναι μετρήσιμα και είναι κυρίως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω γεννητριών, η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, τα μηχανέλαια, το νερό, τα κροκιδωτικά και τα εκρηκτικά είδη. Επιπλέον, τα δευτερεύοντα δεδομένα ελήφθησαν από βάσεις δεδομένων LCA και βιβλιογραφία και τα τριτογενή δεδομένα υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας βασικούς μηχανικούς υπολογισμούς

4.5.3. Ποιότητα Δεδομένων (Data Quality)

Για τη συλλογή και αξιολόγηση των πρωτογενών δεδομένων έρευνες ενώ τα δευτερεύοντα δεδομένα ελήφθησαν χρησιμοποιώντας αξιόπιστες βάσεις δεδομένων LCA. Η αξιολόγηση απεικονίζεται στον Πίνακα 6 για πρωτογενή και δευτερεύοντα δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των μέσων αποτελεσμάτων. (Stylianou et al. 2023). Οι πέντε δείκτες ποιότητας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: αξιοπιστία, πληρότητα, χρονική συσχέτιση, γεωγραφική συσχέτιση και περαιτέρω τεχνολογική συσχέτιση, με κλίμακα από το 1 έως το 5 (το 1 είναι η καλύτερη συσχέτιση και την ποιότητα των δεδομένων). Τα πρωτεύοντα δεδομένα αποτελούσαν εισόδους υψηλής ποιότητας ενώ προέκυψαν τα δευτερεύοντα δεδομένα. Η μελέτη επικεντρώνεται γύρω από την λατομική δραστηριότητα σε μία συγκεκριμένη περιοχή, όπου γενικά στερείται δεδομένα ποιότητας με αποτέλεσμα να γίνει επιλογή δεδομένων γενικής κλίμακας με δεδομένα που αφορούσαν παρόμοιες κλιματικές συνθήκες (Ισπανία). Πιο συγκεκριμένα δεν υπήρχαν δεδομένα για δυναμικό οξίνισης και για το δυναμικό ευτροφισμού, έτσι επιλέχθηκαν δεδομένα γενικής κλίμακας όπως παρουσιάζεται και στο πιο κάτω πίνακα. Ακόμη δεν υπήρχαν δεδομένα για την κατηγορία της ηλεκτρικής ενέργειας, η εκπομπή των ατμοσφαιρικών ρύπων καθώς και το άμμεσο αποτέλεσμα αντίκτυπου παρόλα αυτά χρησιμοποιήθηκε η κλιματική αλλαγή σε παγκόσμιο επίπεδο για τα επόμενα 100 έτη 20

έτη και 500 έτη και η εκτίμηση του στρατοσφαιρικού όζοντος για τα επόμενα έτη καθώς και η επίδραση και η επίδραση του τα επόμενα 10 έτη όπου η ηλεκτρική ενέργεια από κάθε διεργασία μετράτε συνολικά λόγω του ότι κατανέμεται ισότιμα . (Delpierre, Quist, Mertens, Vernat 2021)

4.5.4. Ανάλυση Απογραφής Κύκλου Ζωής-Life Cycle Inventory (LCI) Analysis

Το Open LCA χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των κατηγοριών επιπτώσεων του LCA. Όπως παρουσιάζεται στον πιο κάτω πίνακα των δεδομένων αποθεμάτων γίνεται η αναγωγή των κατηγοριών σε FU (fu-1t of production) για κάθε σενάριο ξεχωριστά.Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται οι έξι κύριες επιπτώσεις με βάση την εξορυκτική δραστηριότητα και την αναγωγή των κύριων ροών ως προς fu-1t of production.(Delpierre, Quist, Mertens, Vernat 2021)

Πίνακας 5: Αξιολόγηση Επιπτώσεων στον κύκλο ζωής για έξι σενάρια.

Category	Impact Results	Unit
Acidification Potential- Generic	2.64E+04	Kg SO ₂ -Eq
Climate Change- GWP 100a	2.81E+06	Kg CO ₂ -Eq
Human toxicity-HTP 100a	1.09E+07	Kg 1,4-DCB-Eq
Resources- Depletion of abiotic resources	8534.918	Kg antimony-Eq
Terrestrial ecotoxicity- TAETP 100a	4475.536	Kg 1,4 -DCB-Eq

Πιο συγκεκριμένα η Δυνατότητα οξίνωσης (Acidification Potential- Generic) σαν γενικό έχει αποτέλεσμα επιπτώσεων 0.000264 Kg SO₂-Eq σε σχέση με την μέτρηση του Terrestrial acidification που καταγράφεται από (Tushar et al. 2023) στο Μόντε Κάρλο να ανέρχεται για το πλύσιμο του υλικού στα 0.011 Kg SO₂-Eq , για το σπάσιμο του υλικού στα 0.013 Kg No_x-Eq και για την παραγωγή φυσικού άμμου στα 0.030 Kg SO₂-Eq. Ακόμη καταγράφεται επίπτωση ως προς το Acidification Potential από τον (Tushar et al. 2023) και ανέρχεται στα 0.56 Kg SO₂-Eq.

Η κλιματική αλλαγή-Δυνατότητα υπερθέρμανσης του πλανήτη-GWP 100a (100 years) έχει σαν αποτέλεσμα επίπτωσης 0.00000281 kg CO₂-Eq. Καταγράφεται από τον (Tushar et al. 2023) στην περιοχή του Μόντε Κάρλο να έχει σαν αποτέλεσμα επίπτωσης από το πλύσιμο του υλικού 1.92 kg CO₂-Eq , από το σπάσιμο 2.15 kg CO₂-Eq και για την παραγωγή του φυσικού άμμου 4.95 kg CO₂-Eq. Επιπρόσθετα από την καταγραφή της επίπτωσης ως της παγκόσμιας υπερθέρμανσης καταγράφεται από τον (Troncoso et al. 2022) να ανέρχεται στα 385.59 kg CO₂-Eq ως προς τα χημικά από τσιμέντο. Ακόμη

καταγράφεται από τον (Troncoso et al. 2022) στην περιοχή της Ταϊλάνδης από την εκτίμηση εξορυκτικών εργασιών υπολογίζεται αποτέλεσμα επίπτωσης στην παγκόσμια υπερθέρμανση να ανέρχεται στα 2.76 kg CO₂-Eq.

Για την ανθρώπινη τοξικότητα-HTP 100a καταγράφεται ότι 1t of production έχει επίπτωσης 10,900,00 Kg 1,4-DCB-Eq ενώ στο (Tushar et al. 2023) ανέρχεται στα 9.54 Kg 1,4-DCB-Eq για μεταφορές υλικού, για ηλεκτρική ενέργεια στα 1.17 Kg 1,4-DCB-Eq και για τη χρήση χημικών στα 0.32 Kg 1,4-DCB-Eq με ολική επίπτωση να ανέρχεται στα 59.79 Kg 1,4-DCB-Eq. Επιπρόσθετα στο άρθρο (Troncoso et al. 2022) καταγράφεται επίπτωση ως προς την ανθρώπινη τοξικότητα στα 141.194 Kg 1,4-DCB-Eq από τα χημικά τσιμέντου.

Για τους αβιοτικούς πόρους έχει ως αποτέλεσμα επίπτωσης 8534.918 Kg antimony-Eq ενώ στο άρθρο (Tushar et al. 2023) καταγράφεται επίπτωση από τις μεταφορές του υλικού να ανέρχεται στα 0.00000037 Kg 1,4-DB-Eq, στην ηλεκτρική ενέργεια να ανέρχεται στα 0.0000029 Kg 1,4-DB-Eq, και ως προς την χρήση χημικών 0.0000014 Kg 1,4-DB-Eq, με συνολικό αντίκτυπο να ανέρχεται στα 0.000025. Επιπρόσθετα καταγράφεται επίπτωση ως προς τα Abiotic depletion (fossil fuels) στο (Tushar et al. 2023) , όπου ανέρχεται στα 244.7 MJ για τις μεταφορές, στα 1437,93 MJ για την ηλεκτρική ενέργεια και για τα χημικά στα 7.58 MJ με συνολικό αντίκτυπο να ανέρχεται στα 3002.62 MJ.

Τέλος για την Επίγεια οικοτοξικότητα - TAETP 100a έχει ως αποτέλεσμα τοξικότητας 4475.536 Kg 1,4 -DCB-Eq ενώ στο (Kittipongvises 2017) στην Ταϊλάνδη να καταγράφεται στα 16 Kg TEG Soil και στο (Troncoso et al. 2022) για τα χημικά τσιμέντου να ανέρχεται στα 282.99 Kg 1,4 -DCB-Eq .

4.5.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η εκμετάλλευση των πρώτων υλών που εξορύσσονται στο λατομείο διαταράσει το φυσικό περιβάλλον. Οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε ένα λατομείο (κύριος χώρος λατομείου, κτιριακές εγκαταστάσεις, χώροι αποθήκευσης και διαλογής των υλικών) απαιτεί τη δημιουργία έργων υποδομής, δρόμων και επιχώσεων που έχουν ως συνέπεια την υποβάθμιση του φυσικού τοπίου στη περιοχή του λατομείου, αλλά και στην ευρύτερη περιοχή. Οι κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εξόρυξης στο περιβάλλον είναι:

- Οι μεταβολές στη γεωμορφολογική δομή και στα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, εξαιτίας της δημιουργίας των έργων υποδομής στον χώρο του λατομικού καθώς και την εναπόθεση των υλικών που εξορύσσονται.
- Διαταραχές στο υδρολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, καθώς έχουμε μεταβολή στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, από την καταστροφή των υδροφόρων οριζόντων όπως και από την υπεράντληση νερού από βαθύτερους ορίζοντες.
- Μεταβολές στη χλωρίδα, πανίδα και στα φυσικά οικοσυστήματα με σημαντικότερη την αποψίλωση της βλάστησης στην περιοχή.
- Μεταβολές στην ποιότητα αέρα και εδάφους, έχουμε ρύπανση της ατμόσφαιρας που οφείλεται στη δημιουργία σκόνης λόγω των εκρήξεων από τις εξορύξεις, της επεξεργασίας – παραγωγής των λατομικών προϊόντων καθώς και κατά την κίνηση των οχημάτων που γίνεται κυρίως σε χωμάτινους δρόμους στην περιοχή του λατομείου.
- Πρόκληση όχλησης και ηχορύπανσης, εξαιτίας του θορύβου και των δονήσεων που προκαλούνται από τις εκρήξεις αν γίνεται χρήση εκρηκτικών κατά τις εξορύξεις ή από θόρυβο κατά την εκτέλεση των λατομικών εργασιών (εξορύξεις, επεξεργασία και διαλογές υλικών, αποθηκεύσεις).
- Αισθητική αλλοίωση του φυσικού τοπίου της ευρύτερης περιοχής του λατομείου, λόγω της διαφοροποίησής του, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

4.5.5.1. Ηλεκτρική Ενέργεια

Σύμφωνα με την ανάλυση των πιο πάνω δεδομένων η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεννήτριες επιφέρει μεγάλη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων της τάξεως των 300.000 L Agricultural diesel περίπου το έτος καθώς και των 85.000 L Euro Diesel για τα κινητά μηχανήματα. Είναι εμφανές ότι υπάρχει μεγάλη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων τόσο στα σταθερά όσο και στα κινητά μηχανήματα, όπου συνεπάγεται με την εκπομπή ατμοσφαιρικών αερίων π.χ. μονοξειδίου του άνθρακα, Διοξειδίου του θείου, Οξειδία του αζώτου. Τα ατμοσφαιρικά αέρια που παράγονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων καθώς και τα ατμοσφαιρικά αιωρούμενα σωματίδια επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Αλληλένδετο κομμάτι της κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων είναι η παραγωγική διαδικασία αφού αφένος όσο περισσότερη είναι η παραγωγή αδρανών υλικών τόσο περισσότερη κατανάλωση

των καυσίμων υπάρχει, αφού δεν υπάρχουν συστήματα ΑΠΕ για την μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων τόσο σε σταθερά όσο και σε κινητά μηχανήματα.

Επιπρόσθετα το κυριότερο στερεό απόβλητο που παράγεται από την παραγωγική διαδικασία, είναι η παιπάλη από την πλύση της άμμου σε μορφή λάσπης. Το λεπτόκοκκο υλικό από την θραύση. Η εταιρεία διαθέτει το παραπροϊόν αυτό ως καταλύτη για την αποσιδήρωση Νικελιούχου μεταλλεύματος και έτσι δεν απορρίφθηκαν ποσότητες λάσπης στον χώρο απόθεσης αποβλήτων κατά το 2022. Ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα το οποίο δημιουργείται με την απόρριψη της λάσπης στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο είναι ότι η επιφάνεια γίνεται με την πάροδο του χρόνου πιο τραχεία και είναι δύσκολο να αναπτυχθεί βλάστηση κατεπέκτασιν να είναι πιο περιορισμένη.

Τονίζεται επίσης ότι η κατανάλωση των λαδιών που απεικονίζεται πιο πάνω είναι της τάξεως των 30.000 L/year και διαφένεται μία ανοδική πορεία κατανάλωσης από το 2020 και μετέπειτα λόγω της ένταξης νέων κινητών μηχανήματων στο λατομείο και λόγω της καλύτερης συντήρησης των μηχανημάτων τόσο των σταθερών όσο και των κινητών. Τα λάδια γενικά θεωρούνται υγρό απόβλητο λόγω της σύστασης τους, όπου υπάρχει μεγάλος κίνδυνος διαρροής λαδιού είτε από μηχανήματα είτε από την αποθήκευσή τους. Όταν ένα μηχάνημα δεν συντηρείται ορθά υπάρχει η πιθανότητα διαρροής λαδιού άρα και κατεπέκτασιν το λάδι θα πέσει στο έδαφος με κίνδυνο την διήσδηση μεγάλης ποσότητας στα κατώτερα στρώματα του εδάφους όπου υπάρχει η πιθανότητα να διεισδύσει στον υδροφόρο ορίζοντα ιδιαίτερα όταν το πέτρωμα είναι περατό με αποτέλεσμα την ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα δηλαδή την ρύπανση των υπόγειων νερών. Ακόμη εάν η αποθήκευση των λαδιών δεν γίνεται ορθά υπάρχει κίνδυνος διαρροής λαδιού από τα βαρέλια αποθήκευσης με αποτέλεσμα να συμβεί ρύπανση των υπόγειων νερών καθώς και διάβρωση των ανώτερων στρωμάτων του εδάφους. Τα χρησιμοποιηθέντα μηχανέλαια τα οποία εξάγονται από τα οχήματα για αντικατάσταση τους με νέα εργοστασιακά, στις συχνές αλλαγές λαδιών που διενεργούν οι μηχανικοί της εταιρείας στον χώρο του μηχανουργείου, διοχετεύονται σε μεταλλικά δοχεία τα οποία παραλαμβάνονται από εξουσιοδοτημένους φορείς. Ο Περί Επικίνδυνων Ουσιών (Τροποποιητικό) Νόμο του 2002 (Ν.81(1)/2002), ο Περί Επικίνδυνων Ουσιών (Ταξινόμηση, Συσκευασία και Σήμανση Επικίνδυνων Ουσιών και Παρασκευασμάτων) Κανονισμούς του 2002 (Κ.Δ.Π. 292/2002) και τα παραρτήματά τους διέπουν την τοποθέτηση των χρησιμοποιηθέντων μηχανέλαιων σε ειδικά δοχεία, τη φύλαξη τους σε συγκεκριμένους χώρους, τη σήμανση των επικίνδυνων ουσιών που περιέχουν, τις

παρενέργειες τις οποίες προκαλούν σε περίπτωση κατάποσης ή επαφής με το δέρμα ή τα μάτια, και τις επιπτώσεις στα υπόγεια και επιφανειακά νερά και γενικά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από επικίνδυνες ουσίες.

4.5.5.2. Αιωρούμενα Σωματίδια & Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Επιπρόσθετα λόγω της εξορυκτικής διαδικασίας, της θραύσης του πετρώματος, της μετακίνησης των οχημάτων και των εκρήξεων εκπέμπονται αιωρούμενα σωματίδια τα οποία είναι επιβλαβής για την ανθρώπινη υγεία. Τα αιωρούμενα σωματίδια, αναμένεται να μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις μέσω του αέρα και στη συνέχεια στο έδαφος ή στο νερό με αποτέλεσμα τις εξής επιπτώσεις:

- ❖ Αλλαγή θρεπτικής ισορροπίας στα παράκτια ύδατα και τις λεκάνες ποταμών,
- ❖ Μείωση των θρεπτικών ουσιών στο έδαφος,
- ❖ Πρόκληση αρνητικών επιπτώσεων στη χλωρίδα και πανίδα της περιοχής,
- ❖ Επιπτώσεις στην ποικιλομορφία των οικοσυστημάτων

Η σκόνη είναι στερεά σωματιδιακή ύλη πολύ μικρού μεγέθους που βρίσκεται σε διασπορά στον αέρα και αποτελείται από διακριτά σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από αυτό των μορίων δηλαδή διαμέτρου περίπου 0.0002 μm και μικρότερο από 500 μm. Οι επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία αφορούν κυρίως το αναπνευστικό σύστημα. Τα μεγαλύτερα σωματίδια που εισέρχονται στο αναπνευστικό σύστημα παγιδεύονται με την βοήθεια των τριχών και του βλεννογόνου της μύτης και μπορούν στη συνέχεια να αποβληθούν εύκολα π.χ. με το βήχα, ή το φτάρνισμα ενώ τα μικρότερα σωματίδια έχουν την δυνατότητα να διασχίσουν το ανώτερο τμήμα του αναπνευστικού χωρίς να παγιδευτούν από το βλεννογόνο στο τμήμα του αναπνευστικού συστήματος.

Όπως διαφέρεται πιο πάνω έγιναν μετρήσεις των αιωρούμενων σωματιδίων 2.5 μm σε πέντε βασικούς σταθμούς και δεν διαφέρεται καμία υπέρβαση των οριακών τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων PM 2.5 μm σε κανένα από τους πιο πάνω σταθμούς. Ωστόσο με βάση τις μετρήσεις των δευτερευόντων ατμοσφαιρικών ρύπων που καταγράφονται στον κοντινότερο σταθμό υποβάθρου της Αγίας Μαρίνας Ξυλιατού, ο οποίος βρίσκεται σε ακτίνα 10 χιλ. μακριά από το λατομείο δεν διαφέρεται καμία υπέρβαση των αιωρούμενων σωματιδίων παρά μόνο του όζοντος. Αυτό οφείλεται στο ότι τα υψηλότερα επίπεδα της συγκέντρωσης του όζοντος παρουσιάζονται τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω της αυξημένης ηλιοφάνειας και θερμοκρασίας των μηνών αυτών, παράγοντες που συμβάλουν στην δημιουργία του όζοντος. Επίσης αυτές οφείλονται στη διαμεθοριακή

ρύπανση με τη μεταφορά του όζοντος και των πρόδρομων ουσιών του από την ανατολική Μεσόγειο και τα γειτονικά κράτη. Τέλος γίνεται σαφές ότι ο αριθμός των υπερβάσεων είναι μεγαλύτερος στις αγροτικές περιοχές σε σύγκριση με τις αστικές όπου η διαφορά αυτή οφείλεται στην έλλειψη της παρουσίας μονοξειδίου του αζώτου στις αγροτικές περιοχές.

4.5.5.3. Νερό

Η κατανάλωση του νερού είναι σε σταθερά επίπεδα αφού το νερό που χρησιμοποιείται τόσο για την παραγωγή αδρανών υλικών όσο και στο πλύσιμο των μηχανημάτων και στην διαβροχή των χωμάτινων δρόμων και στη μονάδα χρησιμοποιείται νερό από τον βιολογικό σταθμό, όπου αποτελεί πλεονέκτημα για την εταιρεία αφού χρησιμοποιεί νερό το οποίο έχει ήδη χρησιμοποιηθεί για άλλες ανάγκες της μονάδας και το προμιθευει στην εταιρεία. Οι ανάγκες του νερού την ημέρα ανέρχονται περίπου στα και αυτό το νερό ανακυκλώνεται αφού υπάρχει σύστημα ανακύκλωσης νερού με την βοήθεια της προσθήκης των κροκιδωτικών μέσων γίνεται ο διαχωρισμός της ιλύος με το νερό και το νερό ξανά χρησιμοποιείται.

4.5.5.4. Εκρήξεις

Η εξόρυξη των πετρωμάτων αποτελεί ένα σύνολο εργασιών, οι οποίες πραγματοποιούνται με σκοπό την απόσπαση τμημάτων του πετρώματος από τη φυσική τους θέση. Όπως καταγράφεται και πιο πάνω στο λατομείο δεν καταγράφονται εκρήξεις εκτός από το έτος 2022 που καταγράφηκαν 2 εκρήξεις εξόρυξης του ασβεστολιθικού πετρώματος. Τα σοβαρότερα προβλήματα να οποία δημιουργούνται κατά την χρήση εκρηκτικών υλών είναι:

1. Αέριο Ωστικό Κύμα
2. Δονήσεις εδάφους
3. Εκτίναξη πετρώματος

Ένα σημαντικό ποσοστό της εκλυόμενης ενέργειας της εκρηκτικής ύλης κατά την διαδικασία της ανατίναξης διαχέεται στον περιβάλλοντα χώρο, υπό την μορφή αέριου ωστικού κύματος, δονήσεων και εκτινασόμενων πετρωμάτων. Η εκλυόμενη αυτή ενέργεια προκαλεί σοβαρά προβλήματα τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για τους κατοίκους των γύρο περιοχών. Πιο συγκεκριμένα οι ανεξέλεγκτες ανατινάξεις οδηγούν σε επιβλαβείς επιδράσεις για τις ανθρώπινες ζωές αλλά και για τις κτιριακές εγκαταστάσεις εντός και εκτός του λατομικού χώρου. Με τις εκρήξεις δημιουργείται

αέριο ωστικό κύμα το οποίο διαδίδεται με τον σχηματισμό αναπτυσσόμενης ώθησης των αερίων κατά την έκρηξη και διαδίδεται στην ατμόσφαιρα. Η δημιουργία του οφείλεται σε παλμούς που μεταδίδονται στον ατμοσφαιρικό αέρα από τους πιο κάτω παράγοντες

- Τη μετακίνηση του αποσπώμενου πετρώματος από το μέτωπο.
- Τη διαφυγή των αερίων της έκρηξης από ρωγμές που υπάρχουν στο μέτωπο.
- Τη διαφυγή των αερίων της έκρηξης από το στόμιο του διατρήματος λόγω ελλιπούς επιγόμεωσης.
- Τη δόνηση του εδάφους.
- Την ενεργοποίηση των μέσων πυροδότησης που κείτονται στην επιφάνεια του μετώπου εξόρυξης (ακαριαία θρυαλλίδα, καψύλια).

Η συχνότητα, το πλάτος και η διάρκεια του αέριου ωστικού κύματος εξαρτώνται από την ποσότητα της εκρηκτικής ύλης, τον βαθμό περιορισμού της γομωμένης στήλης και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν στον περιβάλλοντα χώρο της ανατίναξης. Το αέριο ωστικό κύμα γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο ως «ήχος» εάν περιέχει συχνότητες που εμπίπτουν στην «ακουστική» περιοχή συχνοτήτων του ανθρώπινου αυτιού, δηλαδή μεταξύ 20Hz και 20kHz. Επιπρόσθετα όταν λαμβάνει χώρα η ανατίναξη εντός των διατρημάτων, σε κάποια απόσταση από αυτά ένα μέρος της εκλυόμενης χημικής ενέργειας μετατρέπεται σε ελαστική μορφή, όπου τα ελαστικά αυτά κύματα αποτελούν σεισμικά κύματα και διαδίδονται με μεγάλη ταχύτητα μέσω του πετρώματος. Η πρόκληση της έκρηξης προκαλεί τον σχηματισμό μεγάλου όγκου αερίων σε υψηλές θερμοκρασίες. Οι υψηλές αυτές πιέσεις παράγουν συμπιεστικές τάσεις, οι οποίες αποτελούν την πηγή των εδαφικών δονήσεων. Οι δονήσεις είναι πολύ έντονες πλησίον της πηγής και καθώς η απόσταση αυξάνεται μειώνονται. Έτσι, αποτελεί πολύ σημαντικό να είναι γνωστή η σχέση μεταξύ της έντασης αυτών των δονήσεων ως αποτέλεσμα του μεγέθους της εκρηκτικής ύλης, των φυσικών και μηχανικών παραμέτρων του πετρώματος και της απόστασης από την πηγή πρόκλησης. Η εκτίναξη του πετρώματος από τη διαδικασία της ανατίναξης, αποτελεί ένα από τα καίριας σημασίας, πολύπλοκα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει η βιομηχανία των λατομείων. Η διαχείριση και η πρόβλεψή του παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση των σχετιζόμενων κινδύνων. Οι κύριες αιτίες πρόκλησης των εκτινασσόμενων πετρωμάτων είναι το μειωμένο φορτίο (burden), η ανεπάρκεια επιγόμεωσης (stemming), οι αδύναμες ζώνες στο άνω τμήμα του πρανούς που παρέμειναν από προηγούμενη ανατίναξη κ.α., τα οποία οδηγούν σε συγκέντρωση και διαφυγή των εκλυόμενων αερίων από αυτά τα

τιμήματα. Οποιαδήποτε ανισορροπία μεταξύ της διάδοσης της ενέργειας της έκρηξης, των μηχανικών χαρακτηριστικών του πετρώματος και του βαθμού περιορισμού, δημιουργούν πιθανές, επικίνδυνες συνθήκες, πρόκλησης του φαινομένου. Επιπρόσθετα κατά την ανατείναξη του πετρώματος εκλύονται ατμοσφαιρικά αέρια όπως διοξείδιο του άνθρακα, Μονοξείδιο του άνθρακα, αιωρούμενα σωματίδια τα οποία δημιουργού τόσο περιβαλλοντικά προβλήματα όσο και προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία.

Στην περίπτωση αυτή όμως για την εξόρυξη του πετρώματος η εταιρεία χρησιμοποιεί μηχανικά μέσα έτσι οι ανατυνάξεις δεν είναι επαναλαμβανόμενες και δεν δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στον περιβάλλοντα χώρο ούτε δησμενείς συνθήκες στην υγεία του προσωπικού. Τέλος η λατομική ζώνη βρίσκεται μακριά από κατοικημένες περιοχές και υπάρχει ενημέρωση των υπαλλήλων την ώρα εκτίναξης, έτσι ώστε να βρίσκονται μακριά από το χώρο για την δική τους ασφάλεια. (Δημητράκη 2020)

Η λατομική δραστηριότητα δημιουργεί μεγάλα και σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως προαναφέρθηκε πιο πάνω, όμως αποτελούν μία σημαντική πηγή συναλλάγματος για τη χώρα μας. Παλαιότερα μεγάλος αριθμός λατομικών επιχειρήσεων ήταν βιοτεχνικής μορφής, άνηκε σε εμπειρικούς λατόμους που δεν διενεργούσαν προκαταρκτικές έρευνες, δεν διέθεταν κεφάλαια, δεν εφάρμοζαν ορθά συστήματα εξόρυξης. Σήμερα όμως η νομοθεσία απαγορεύει την παράνομη εξόρυξη και προωθεί δραστηριότητες αποκατάστασης και ανάπλασης των λατομικών ζωνών. Όπως προαναφέρθηκε και πιο πάνω τα σημαντικότερα προβλήματα τα οποία εντοπίζονται στον λατομικό χώρο είναι τα εξής:

1. Σκόνη και θόρυβος εξαιτίας των εξορυκτικών δραστηριοτήτων και της διακίνησης των φορτηγών.
2. Οπτική όχληση από τις εξορύξεις και τα μέτωπα εσκαφής.
3. Καταστροφής της χλωρίδας και πανίδας.
4. Δονήσεις που προκαλούνται από τις εκρήξεις επηρεάζουν τις γύρο κοινότητες.

4.6. Ερμηνεία Αποτελεσμάτων – Εκτίμηση Βελτιώσεων

Στο τελευταίο στάδιο της ανάλυσης AKZ, ερμηνεύονται τα αποτελέσματα και αξιοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων που κατευθύνονται στην καλύτερη λειτουργία του συστήματος και στην παράλληλη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Η απογραφή των δεδομένων βοηθάει στον εντοπισμό των σταδίων που επιδέχονται

βελτίωση, ενώ η εκτίμηση βελτιώσεων δείχνει το κατά πόσο τα στάδια αυτά δύναται να βελτιωθούν.

Ο οργανισμός SETAC ορίζει την εκτίμηση βελτιώσεων ως εξής: "Η εκτίμηση βελτιώσεων αποτελεί μια συστηματική αξιολόγηση των αναγκών και δυνατοτήτων για τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που συνδέεται με τη χρήση ενέργειας και πρώτων υλών και τις περιβαλλοντικές εκπομπές καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των προϊόντων, διεργασιών και υπηρεσιών. Η ανάλυση αυτή είναι δυνατό να περιέχει τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά μέτρα βελτίωσης, όπως αλλαγές στο προϊόν, στη διεργασία και στο σχεδιασμό, στη χρήση των πρώτων υλών, στη χρήση από τον καταναλωτή και στη διαχείριση των απορριμμάτων".

Η ερμηνεία είναι μια συστηματική διαδικασία προσδιορισμού, καταλληλότητας, ελέγχου και εκτίμησης των πληροφοριών από τα συμπεράσματα της ανάλυσης απογραφής δεδομένων ή/και την εκτίμηση των επιδράσεων ενός συστήματος και τα παρουσιάζει προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτήσεις της εφαρμογής, όπως περιγράφονται στη φάση προσδιορισμού του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης. Είναι μια διαδικασία επικοινωνίας και έχει σχεδιαστεί για να δώσει αξιοπιστία στα αποτελέσματα των περισσότερων τεχνικών φάσεων της AKZ, δηλαδή στη φάση της απογραφής δεδομένων και τη φάση της εκτίμησης, και έχει μορφή που είναι και κατανοητή και χρήσιμη στους υπεύθυνους αποφάσεων. Η ερμηνεία περιέχει τα ακόλουθα κύρια στοιχεία [ISO, 1997d] τον προσδιορισμό σημαντικών περιβαλλοντικών ζητημάτων, την εκτίμηση και τα συμπεράσματα και συστάσεις.

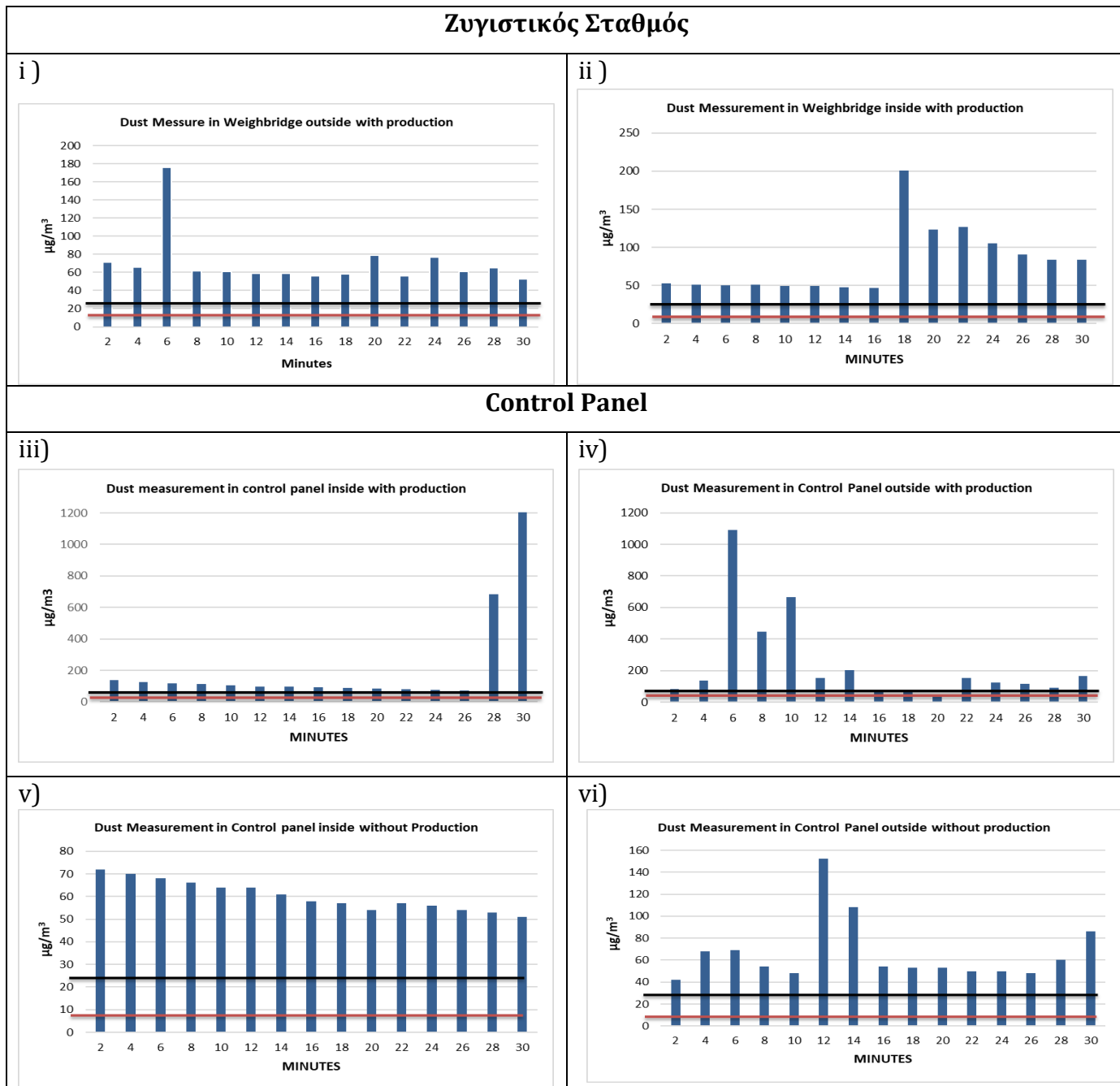
Η μοντελοποίηση συστημάτων LCA μπορεί να διαφέρει από κάθε σύστημα μελετητή, ανάλογα με τις υποθέσεις που έγιναν και τα όρια που διερευνήθηκαν. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι επιπτώσεις που παρουσιάζονται από την λατομική δραστηριότητα.

Τα λατομεία επηρεάζουν μόνιμα το φυσικό περιβάλλον διαταράζοντας δραματικά τις φυσικές ισορροπίες. Η ανάπλαση του φυσικού περιβάλλοντος στο βαθμό που είναι δυνατή μετά την ολοκλήρωση των λατομικών εργασιών είναι πλέον υποχρεωτική. Η ολοκληρωτική καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος στους χώρους των λατομείων έχει άμεση επίπτωση στην ίδια την εκμετάλευση αφού καταστρέφονται τα οικοσυστήματα. Πέραν από την άμεση και δραστική επίπτωση στα διάφορα είδη χλωρίδας και πανίδας από την καταστροφή των βιοτόπων, υπάρχει επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον και στα πουλιά από το θόρυβο κατά τη διάρκεια των εργασιών και από τις εκρήξεις. Οι εκρήξεις προκαλούν επίσης δονήσεις με σημαντικές αρνητικές

επιπτώσεις . Άλλη πηγή σημαντικής ενόχλησης είναι η σκόνη που εκλύεται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια των εργασιών στο ίδιο το λατομείο αλλά και από τη μεταφορά των υλικών με φορτηγά ,καθώς επίσης και ενόχληση από τον πιθανό φωτισμό στην περιοχή του λατομείου, όπως και η οπτική ενόχληση από ανθρώπους, αυτοκίνητα και μηχανήματα.

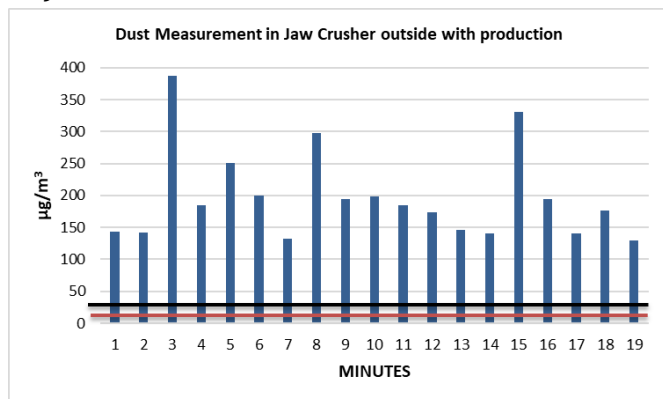
Είναι δεδομένο ότι η εξόρυξη θα προκαλέσει όχληση με όποιο τρόπο και αν γίνει. Όπως όχληση προκαλεί ο τουρισμός, οι μεταφορές, η εκτροφή ζώων, η απόθεση των αστικών αποβλήτων μερικών εκατομμυρίων κατοίκων μιας μεγαλούπολης δηλαδή όχληση προκαλεί σε γενικές γραμμές κάθε είδους ανθρώπινη δραστηριότητα. (Μακροπούλου 2015)

4.6.1. Αποτελέσματα από μετρήσεις Αιωρούμενων Σωματιδίων 2.5µm

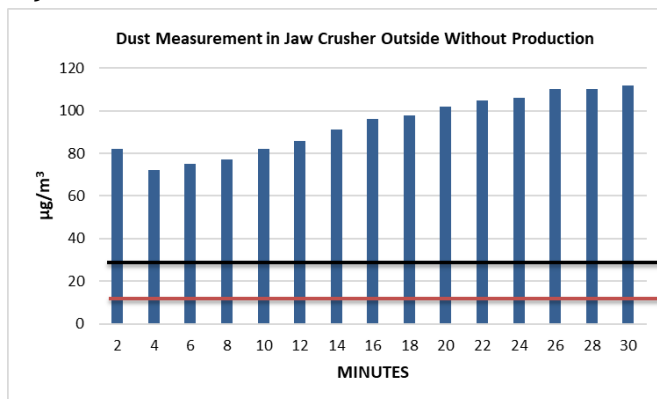


Jaw Crusher

vii)

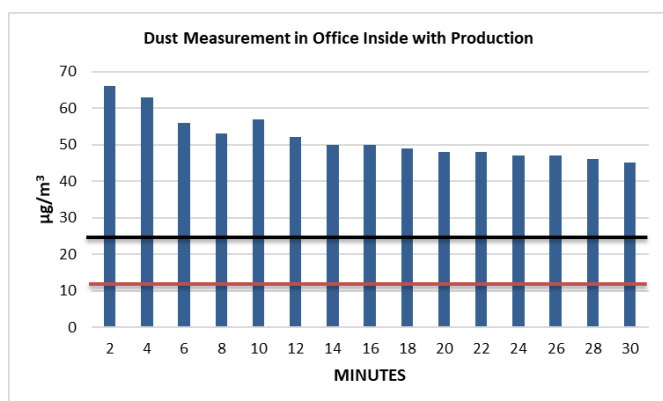


viii)

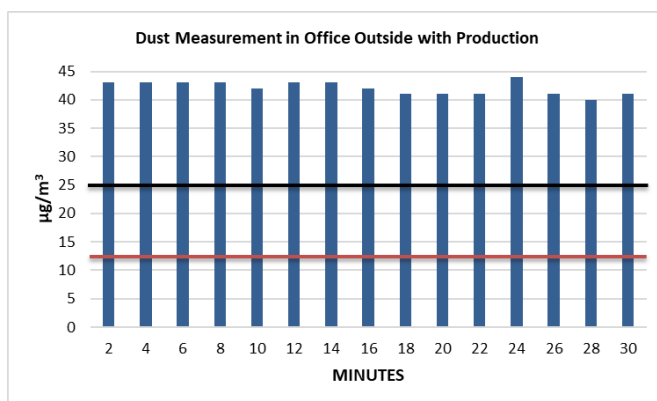


Office

ix)



x)



Σχήμα 1: Συνοπτικά αποτελέσματα από μετρήσεις Αιωρούμενων Σωματιδίων 2.5µm όπου,

i) Μέτρηση PM2.5 µm στη γεφυροπλάστιγγα με παραγωγή

ii) Μέτρηση PM2.5 µm στη γεφυροπλάστιγγα χωρίς παραγωγή

iii) Μέτρηση PM2.5 µm στο control panel με παραγωγή εσωτερικά

iv) Μέτρηση PM2.5 µm στο control panel με παραγωγή εξωτερικά

v) Μέτρηση PM2.5 µm στο control panel χωρίς παραγωγή εσωτερικά

vi) Μέτρηση PM2.5 µm στο control panel χωρίς παραγωγή εξωτερικά

vii) Μέτρηση PM2.5 µm στο jaw crusher με παραγωγή εξωτερικά

viii) Μέτρηση PM2.5 µm στο jaw crusher χωρίς παραγωγή εσωτερικά

ix) Μέτρηση PM2.5 µm στο γραφείο με παραγωγή εσωτερικά

x) Μέτρηση PM2.5 µm στο γραφείο με παραγωγή εξωτερικά

Ζυγιστικός Σταθμός:

Στα πιο πάνω διαγράμματα απεικονίζεται μία ομαλή πορεία των αιωρούμενων. Στο διάγραμμα 2 διαφάνεται ότι υπάρχει μία αύξητική τάση στο δέκατο όγδοο λεπτό λόγω του ότι πέρασε φορτηγό για να εξέλθει από το λατομείο και ήταν ανοικτό το παράθυρο του ζυγιστικού σταθμού καθώς και στο διάγραμμα 1 στο έκτο λεπτό παρουσιάζεται μία αυξητική τάση επειδή πέρασε φορτηγό για να εισέλθει μέσα στο λατομείο. Πιο συγκεκριμένα με μαύρο χρώμα απεικονίζεται η οριακή τιμή των 2.5 μm που ανέρχεται στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η ωριαία τιμή του σταθμού υποβάθρου την συγκεκριμένη στιγμή μέτρησης που ανέρχεται στα 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Control Panel

Στα πιο πάνω διαγράμματα της συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων στο σημείο του control panel χωρίς παραγωγή στο εσωτερικό σημείο καταγράφεται μία σταθερή πορεία και στο διάγραμμα με την καταμέτρηση στο εξωτερικό σημείο καταγράφεται μία ανοδική πορεία σε δωδέκατο με δεκατοτέταρτο λεπτό λόγω του ότι υπήρχε άνεμος την ημέρα της καταμέτρησης. Ακόμη στα μετέπειτα διαγράμματα τα οποία η καταμέτρηση εκτελέστηκε κατά την διάρκεια παραγωγικής διαδικασίας καταγράφεται μία ανοδική τάση στο διάγραμμα στον εσωτερικό χώρο Control panel στο εικοστοόγδο λεπτό λόγω του ότι άνοιξε η πόρτα του Control room και εισήλθαν σωματίδια από το εξωτερικό περιβάλλον και στο διάγραμμα καταμέτρησης στον εξωτερικό χώρο υπάρχει μία σταθερή πορεία με την μόνη εξαίρεση να καταγράφεται στο έκτο λεπτό λόγω των ανέμων που επικρατούσαν. Πιο συγκεκριμένα με μαύρο χρώμα απεικονίζεται η οριακή τιμή των 2.5 μm που ανέρχεται στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η ωριαία τιμή του σταθμού υποβάθρου την συγκεκριμένη στιγμή μέτρησης που ανέρχεται στα 16.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Jaw Crusher

Στα πιο πάνω διαγράμματα απεικονίζονται μετρήσεις στην περιοχή της σκυροθραυστικής μονάδας με και χωρίς λειτουργία παραγωγής. Στο διάγραμμα 12 καταγράφεται μία σταθερή πορεία της μέτρησης σκόνης και στο διάγραμμα 13 όπου οι μετρήσεις ήταν κατά την διάρκεια παραγωγής καταγράφεται μία ανόδική πορεία στο τρίτο, όγδο και δέκατοπέμπτο λεπτό λόγω του ότι άδειασε υλικό το φορτηγό στην αβάκι

της σκυροθραυστικής μονάδας. Πιο συγκεκριμένα με μαύρο χρώμα απεικονίζεται η οριακή τιμή των 2.5 μm που ανέρχεται στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η ωριαία τιμή του σταθμού υποβάθρου την συγκεκριμένη στιγμή μέτρησης που ανέρχεται στα 12.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι τιμές μέτρησης που απεικονίζονται πιο πάνω δεν είναι αντιπροσωπευτικές σε σχέση με τις ημερήσιες επειδή καταγράφονται στιγμιαία σε διάστημα 30 λεπτών.

Office:

Στα πιο πάνω διαγράμματα απεικονίζονται οι μετρήσεις σκόνης στην περιοχή του γραφείου με και χωρίς παραγωγή. Στα διαγράμματα 14,15 υπάρχει μία ομαλή πορεία κατανομής της αιωρούμενης σκόνης. Πιο συγκεκριμένα με μαύρο χρώμα απεικονίζεται η οριακή τιμή των 2.5 μm που ανέρχεται στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η ωριαία τιμή του σταθμού υποβάθρου την συγκεκριμένη στιγμή μέτρησης που ανέρχεται στα 12.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι τιμές μέτρησης που απεικονίζονται πιο πάνω δεν είναι αντιπροσωπευτικές σε σχέση με τις ημερήσιες επειδή καταγράφονται στιγμιαία σε διάστημα 30 λεπτών.

Πιο συγκεκριμένα με μαύρο χρώμα απεικονίζεται η οριακή τιμή των 2.5 μm που ανέρχεται στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η ωριαία τιμή του σταθμού υποβάθρου την συγκεκριμένη στιγμή μέτρησης που ανέρχεται στα 12.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι τιμές μέτρησης που απεικονίζονται πιο πάνω δεν είναι αντιπροσωπευτικές σε σχέση με τις ημερήσιες επειδή καταγράφονται στιγμιαία σε διάστημα 30 λεπτών

4.6.2. Αποτελέσματα μετρήσεων ατμοσφαιρικών ρύπων

Οι αέριοι ρύποι-καυσαέρια τα οποία δημιουργούνται από τα κινητά μηχανήματα του εργοταξίου και επιβαρύνουν το περιβάλλον είναι το μονοξείδιο του άνθρακα, τα οξείδια του αζώτου, το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου, οι πτητικές οργανικές ενώσεις, τα αιωρούμενα σωματίδια κ.α.. Για τον υπολογισμό των αέριων εκπομπών από τη χρήση μηχανημάτων- οχημάτων στο εργοτάξιο έγινε η χρήση της μεθοδολογίας CORINAIR της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σύμφωνα με την οποία η ανάλυση των εκπομπόμενων αέριων ρύπων βασίζεται στους χρησιμοποιούμενους τύπους καυσίμου, την κατανάλωση καυσίμου και τους συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων όπως αυτή καθορίζονται από τη μεθοδολογία αυτή. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι καθορισμένοι από την Ε.Ε. συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων και

τα αποτελέσματα των υπολογισμών του ρυπαντικού φορτίου που δημιουργείται στο εργοτάξιο με βάση την ετήσια κατανάλωση πετρελαίου με τα δεδομένα παραγωγής να είναι της τάξης των 150.000 τόνων/χρόνο.

Πίνακας 6: Συντελεστές εκπομπής καυσίμων και εκπομπές ρύπων λόγω λειτουργίας εργοταξίου.

(Νικήτας 2019)

Είδος Καυσίμου	Συντελεστής Εκπομπής (gr/tn)	Εκπομπές αερίων ρύπων λόγω λειτουργίας εργοταξίου (kg/year)
CH ₄	55	8.3
CO	10.722	1608.3
CO ₂	3160(kg/tn)	474
N ₂ O	135	20.3
NMVOC	3385	507.8
NO _x	32.792	4918.8
PM ₁₀	2086	312.9

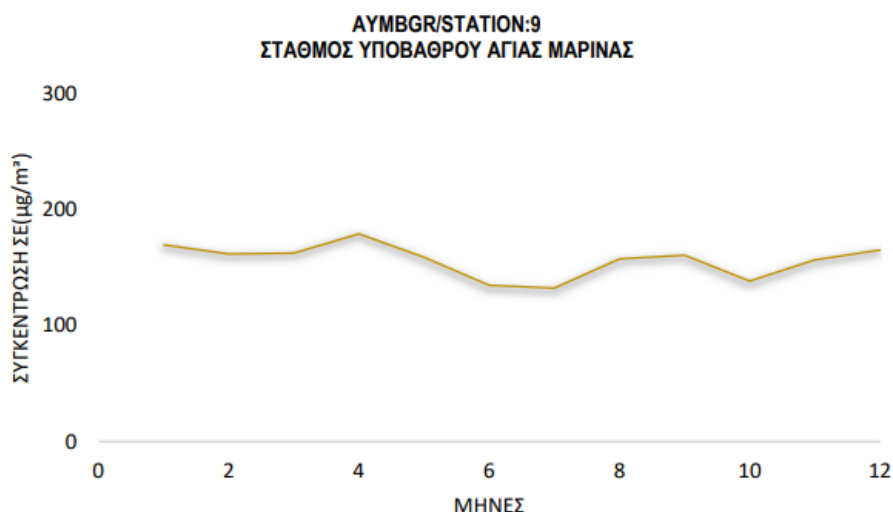
Επιπρόσθετα ο πιο κοντινός σταθμός μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης βρίσκεται στην Αγία Μαρίνα Ξυλιάτου-Σταθμός υποβάθρου ο οποίος απέχει 10 km μακριά από το λατομείο.

Πιο συγκεκριμένα στο σταθμό της Αγίας Μαρίας γίνεται μέτρηση των πιο κάτω ρύπων:

- NO-Μονοξείδιο του αζώτου
- NO₂-Διοξείδιο αζώτου
- O₃-Όζον
- SO₂-Διοξείδιο του θείου
- PM₁₀, PM₁-Αιωρούμενα σωματίδια 10 και 1 mm
- VOC'S-Πτητικές οργανικές ενώσεις
- BTEX-Βενζόλιο

Πιο κάτω παρουσιάζονται σε σχηματική απεικόνιση οι ατμοσφαιρικοί και σωματιδιακοί ρύποι των μέσων τιμών από το 2007 έως το 2021 ανά μήνα στο σταθμό μέτρησης της Αγίας Μαρίας Ξυλιάτου.

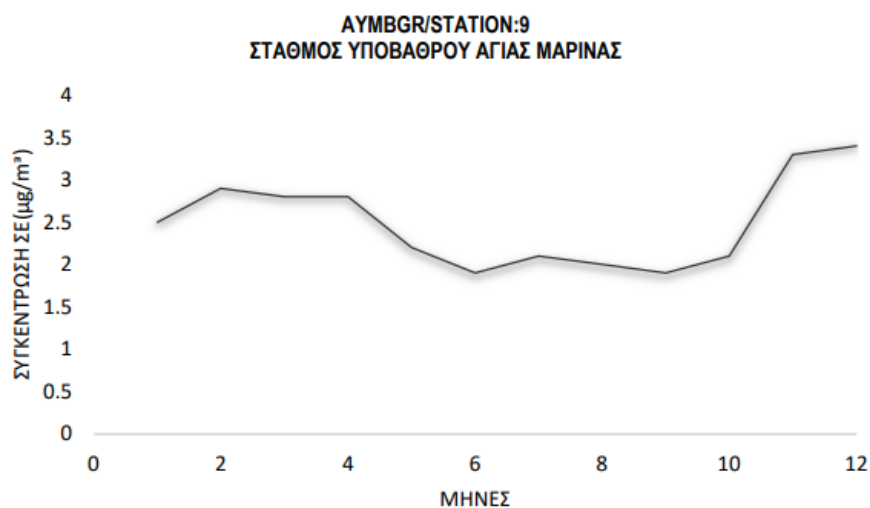
❖ Μονοξείδιο του Άνθρακα



Διάγραμμα 10: Συγκέντρωση Μονοξειδίου του άνθρακα για τα έτη 2007-2021 ανά μήνα.

Στο πιο πάνω διάγραμμα απεικονίζεται μία ομαλή πορεία μονοξειδίου του άνθρακα με διάφορες αυξομειώσεις που καταγράφονται κατά το μήνα Απρίλιο καθώς και κατά την διάρκεια του Αυγούστου έως και τον Οκτώβρη.

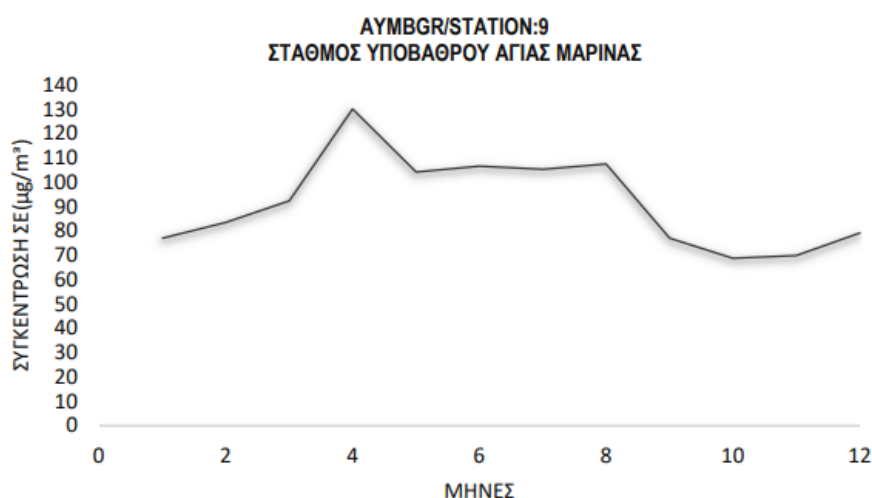
❖ Διοξείδιο του Αζώτου



Διάγραμμα 11: Συγκέντρωση Διοξειδίου του αζώτου για τα έτη 2007-2021 ανά μήνα.

Στο πιο πάνω διάγραμμα της συγκέντρωσης διοξειδίου του αζώτου στον σταθμό υποβάθρου της Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου παρατηρείται μία σταθερή πορεία με διάφορες αυξομειώσεις από τον μήνα Γενάρη έως και τον Απρίλιο, όπου στην συνέχεια ακολουθεί μία χαρακτηριστική πτώση της συγκέντρωσης από τον Απρίλιο μέχρι και τον Ιούνιο. Επιπρόσθετα από τον Ιούνιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο η συγκέντρωση του διοξειδίου του αζώτου έχει μία σταθερή πορεία, ωστόσο από τον Οκτώβρη μέχρι και τον Δεκέμβρη ακολουθεί απότομη άνοδος.

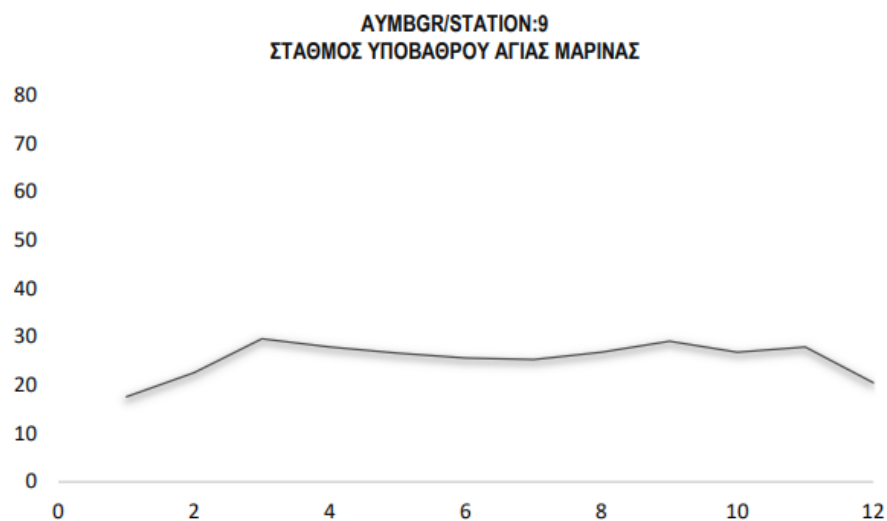
❖ Όζον



Διάγραμμα 12: Συγκέντρωση όζοντος για τα έτη 2007-2021 ανά μήνα.

Από τον Μάρτιο έως τον Ιούλιο παρατηρείται μία σταδιακή άνοδος της συγκέντρωσης όζοντος στον κυκλοφοριακό σταθμό Λάρνακας με τη μέγιστη τιμή να καταγράφεται στα 70µg/m³ τον Ιούλιο. Ακόμη από τον Ιούλιο και έπειτα παρατηρείται μία σταδιακή μείωση της συγκέντρωσης όζοντος. Χαρακτηριστική είναι η απότομη άνοδος τον Απρίλιο με μέγιστη τιμή τα 135 µg/m³, ωστόσο από τον Μάιο παρατηρείται μία απότομη μείωση και στη συνέχεια μία σταθερή πορεία μέχρι και τον Αύγουστο. Επιπρόσθετα παρατηρείται μία μείωση της συγκέντρωσης από τον Σεπτέμβριο μέχρι και τον Δεκέμβριο.

❖ Αιωρούμενα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 10 μm :



Διάγραμμα 13: Συγκέντρωση ΑΣ₁₀ στον σταθμό υποβάθρου για τα έτη 2007-2021 ανά μήνα.

Στο πιο πάνω διάγραμμα η συγκέντρωση των ΑΣ₁₀ κινείται σε σταθερά επίπεδα καθ' όλη την διάρκεια του έτους με μόνη εξαίρεση τον Νοέμβριο-Δεκέμβριο όπου παρατηρείται μία μείωση της συγκέντρωσης.

Με βάση τα δεδομένα καταγραφής στον πιο κάτω πίνακα καταγράφονται οι εκπομπές που προκύπτουν από τον τομέα εξόρυξης των λατομείων και ορυχείων από την ΕΕ το 2012 από τον (Fugiel 2017). Πιο συγκεκριμένα διαφάνεται ότι για τα αιωρούμενα σωματίδια 10 μm στην περιοχή της Τσεχίας ανέρχονται στα 980 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, στην Γερμανία στα 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, στην Ισπανία στα 2220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, στην Ιταλία στα 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, στην Σουηδία στα 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, στην Φιλανδία 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, στην Αγγλία 7540 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και στην Νορβηγία 6590 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι μέσες ετήσιες τιμές για την περιοχή της Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου όπου υπάρχει μέση καταγραφή αιωρούμενων σωματιδίων να ανέρχεται στα 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ από το 2007 έως το 2021. Συμπερασματικά οι τομείς ορυχείων και λατομείων των χωρών της Ευρώπης προκάλεσαν σχηματισμό αιωρούμενων σωματιδίων 106.378 Mg PM₁₀ eq το 2012 συνολικά. (Fugiel 2017)

Για τα οξείδια του θείου οι μεγαλύτερες εκπομπές καταγράφονται στην Τσεχία, την Γερμανία, την Ισπανία και την Αγγλία με μέση καταγραφή να ανέρχεται στα 5.527,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και να προκαλούν ως σύνολο στην επίπτωση του περιβάλλοντος 27.007 Mg SO₂ eq. Στην Κύπρο η εκπομπή των οξειδίων του θείου συντελεί στο δυναμικό οξείδωσης στα 0.000264 Kg SO₂-Eq από την λατομική δραστηριότητα του Μιτσερού.

Όπως διαφάνεται οι εκπομπές μεθανίου, διοξειδίου του άνθρακα και αιωρούμενων σωματιδίων 10μm έχουν την μεγαλύτερη επίδραση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον τομέα της εξόρυξης των πιο κάτω χωρών που αναγράφονται στον πίνακα. Η μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίπτωση στον τομέα των ορυχείων και λατομείων το 2012 καταγράφεται στη Μεγάλη Βρετανία. Ακόμη υψηλές επιβαρύνσεις σημειώθηκαν επίσης στην Πολωνία, την Νορβηγία και τη Γερμανία με τις χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις να παρατηρούνται στη Φιλανδία και τη Βουλγαρία. Τέλος από την καταγραφή του υποσταθμού της Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου δε διαφάνεται να υπάρχει όποιαδήποτε υπέρβαση της οριακής τιμής στους σωματιδιακούς και ατμοσφαιρικούς ρύπους.

Πίνακας 7: Εκπομπές Σωματιδίων και ατμοσφαιρικών αερίων που προκύπτουν από εξορυκτική διαδικασία στις περιοχές της Ευρώπης.

	CO	CO₂	PM_{2.5}	PM₁₀	SO_x	NO_x	CH₄
BG	0.31	212.29	0.04	0.12	0.55	1.06	11.76
CZ	1.99	4273.55	0.55	0.98	3.93	5.02	155.80
DK	1.18	1777.27	0.10	0.12	0.18	7.38	2.66
DE	3.74	7839.31	2.18	14.28	5.84	8.20	169.19
ES	12.17	2519.27	0.96	2.22	4.42	10.05	26.28
FR	1.58	1001.17	1.68	12.95	1.58	4.31	2.40
IT	3.71	1588.18	0.29	0.30	0.01	4.88	23.71
NL	0.56	2403.84	0.02	0.03	0.29	5.51	34.44
PL	2.80	1763.17	1.85	7.74	1.29	2.09	581.58
FI	0.08	199.17	0.04	0.12	0.19	0.27	2.10E-03
UK	27.04	16733.78	1.89	7.54	7.92	66.36	157.46
NO	11.59	13492.31	1.89	6.59	0.80	50.94	28.99

Πηγή: (Fugiel 2017)

4.6.3. Αποτελέσματα εκτίμησης Αποθεμάτων

Αφού σχεδιάστηκε η υφιστάμενη και τελική μορφή του λατομείου έγινε εκτίμηση των αποθεμάτων βάση του block model, όπου υπολογίστηκαν τα αποθέματα και η εκτίμηση αποκάλυψης του κοιτάσματος για τα επόμενα πέντε χρόνια. Το ειδικό βάρος του ασβεστολιθικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των αποθεμάτων είναι η τιμή 2.2.gr/cm³.

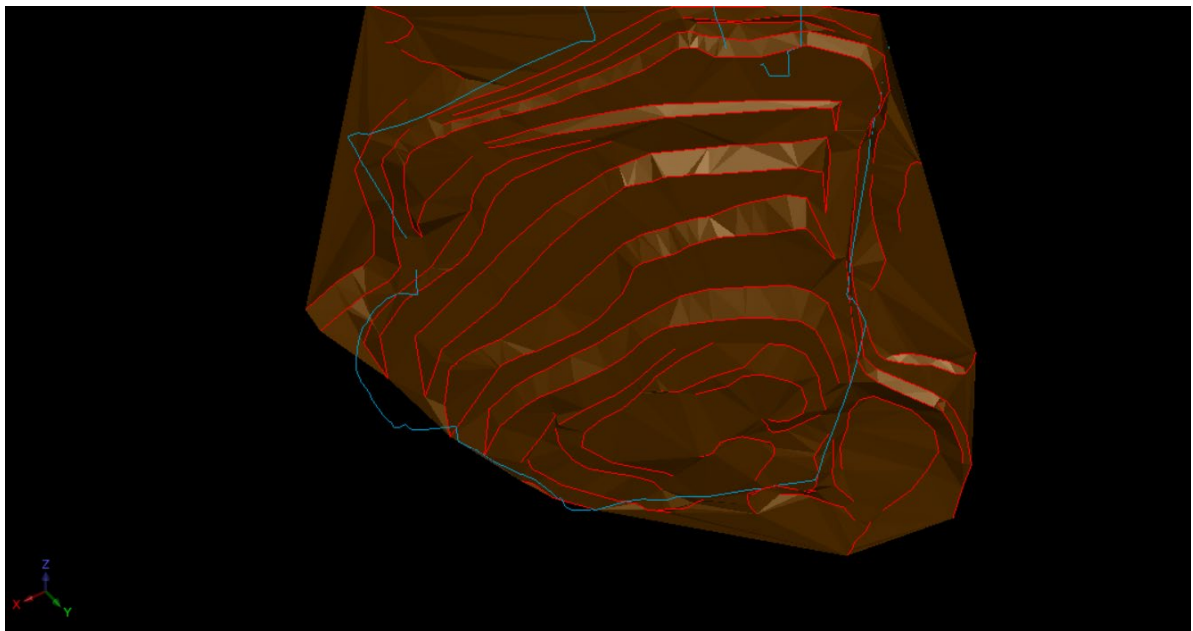
Η ανάπτυξη του λατομείου γίνεται πάντα μέσα στα πλαίσια της ορθολογικής εκμετάλλευσης. Η εταιρεία κατανοεί την ανάγκη της προγραμματισμένης λατόμησης και

θα ακολουθεί το πρόγραμμα, όπως αυτό ετοιμάζεται από κοινού με σκοπό την ελαχιστοποίηση των επεμβάσεων στο περιβάλλον αλλά και τη βελτιστοποίηση της εκμετάλλευσης.

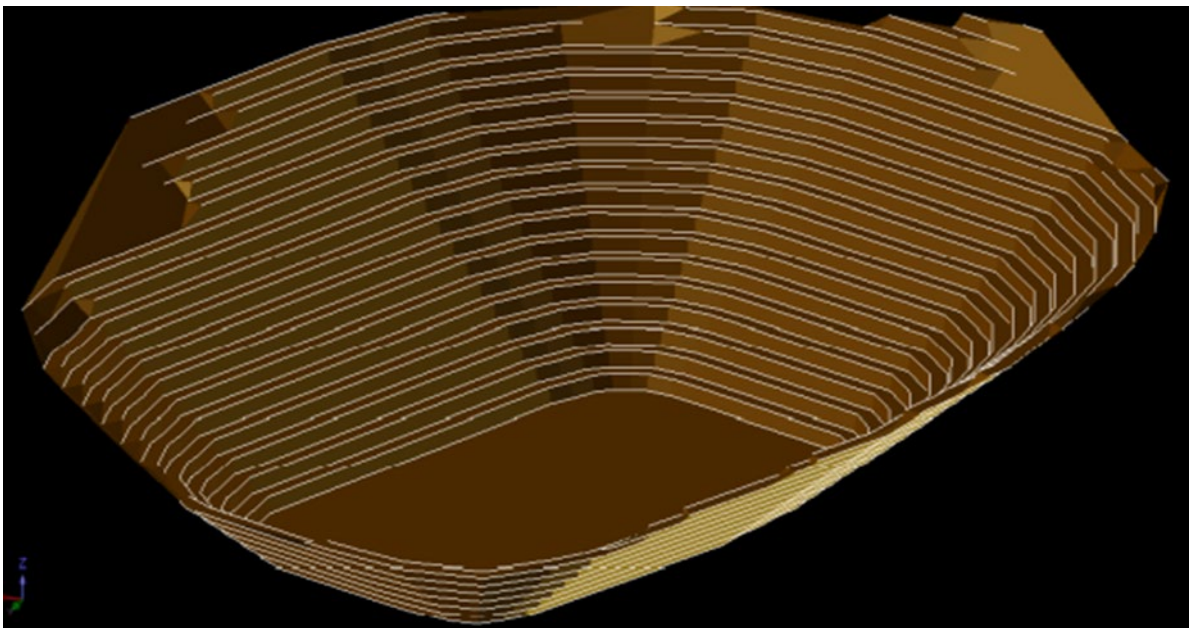
Έχει ετοιμαστεί ένα γενικό πρόγραμμα ανάπτυξης του λατομείου το οποίο παρουσιάζεται σε 5 φάσεις, διάρκειας ενός χρόνου το καθένα. Η πενταετής ανάπτυξη του λατομείου παρουσιάζεται σε σειρά σχεδίων με βάση τους σημερινούς ρυθμούς παραγωγής. Η εξόρυξη θα γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια της πενταετίας, 90% από το προνόμιο της εταιρείας Strongend Holdings και 10% από το προνόμιο της εταιρείας Συμεών Μυριάνθους Ατδ, με ταυτόχρονη ανάπτυξη πολλών μετώπων για σκοπούς ορθολογικής αξιοποίησης ολόκληρου το λατομικού δυναμικού. Πιο κάτω απεικονίζονται τα αποθέματα που θα εξορυχθούν τα επόμενα 5 έτη.

Σχεδιασμός εκμετάλλευσης

Ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης όπως διαφάνεται πιο κάτω, έγινε με βάση τη μελέτη ευστάθειας πρανών και την μελέτη αποκατάστασης του λατομείου, όπου τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των βαθμίδων είναι 4 μέτρα ύψος, 6 μέτρα πλάτος, μέση κλίση πρανούς 40. Η εκμετάλλευση έχει σχεδιαστεί στην τελική φάση του υφιστάμενου λατομείου και την υφιστάμενη μορφή του λατομείου. Πραγματοποιήθηκαν δύο σχεδιασμοί εκμετάλλευσης αποθεμάτων. Για τον σχεδιασμό χρειάστηκε το τοπογραφικό ανάγλυφο του λατομείου και τα όρια εκμετάλλευσης (προνόμιο λατομείου). Σχεδιάστηκαν οι βαθμίδες και μετά δημιουργήθηκαν τα ψηφιακά μοντέλα ενσωματωμένα στο τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής. Ο σχεδιασμός άρχισε από τα πάνω προς τα κάτω από το ύψος των 630 μέτρων και καταλήγει στα 520 μέτρα.



Εικόνα 15: Υφιστάμενη Κατάσταση Λατομείου



Εικόνα 16: Τελική Διαμόρφωση Λατομείου-Τελικό υψόμετρο 630μ.

Πίνακας 8: Συνοπτικός πίνακας μελλοντικής εκτίμησης αποθεμάτων όπυ,
α) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 1^ο στάδιο ανάπτυξης
β) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 2^ο στάδιο ανάπτυξης
γ) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 3^ο στάδιο ανάπτυξης
δ) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 4^ο στάδιο ανάπτυξης
ε) Όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν στο 5^ο στάδιο ανάπτυξης

Ανάπτυξη 1^ο έτος

α)



Ανάπτυξη 2^ο έτος

β)



Ανάπτυξη 3^ο έτος

γ)



Ανάπτυξη 4^ο έτος

δ)



Ανάπτυξη 5^ο έτος

ε)



Οι όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν το 1^ο έτος ανάπτυξης υπολογίζονται στα 112.863 m³ όπου αντιστοιχούν σε 225.727 t. (σ.σ. τιμή ειδικού βάρους 2.2 t/m³). Η ανάπτυξη του λατομείου έγινε με βάση την εξόρυξη που διεξήχθη τα προηγούμενα έτη. Όπως παρουσιάζεται και πιο πάνω θα δοθεί βαρύτητα στο νότιο τμήμα του λατομείου σε υψηλότερα πατώματα προκειμένου να ανοιχθούν χαμηλότερα και στη συνέχεια θα εξορυχθεί υλικό από τα χαμηλότερα πατώματα.

Οι όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν το 2^ο έτος ανάπτυξης υπολογίζονται στα 110.740 m³ όπου αντιστοιχούν σε 221.480 t. (σ.σ. τιμή ειδικού βάρους 2.2 t/m³). Η ανάπτυξη του λατομείου έγινε με βάση την εξόρυξη που διεξήχθη τα προηγούμενα έτη. Όπως παρουσιάζεται πιο πάνω θα δοθεί βαρύτητα στο νότιο τμήμα του λατομείου σε υψηλότερα πατώματα.

Οι όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν το 3^ο έτος ανάπτυξης υπολογίζονται στα 93.592 m³ όπου αντιστοιχούν σε 187.184 t. (σ.σ. τιμή ειδικού βάρους 2.2 t/m³). Η ανάπτυξη του λατομείου έγινε με βάση την εξόρυξη που διεξήχθη τα προηγούμενα έτη. Όπως παρουσιάζεται πιο πάνω η μεγαλύτερη εκμετάλευση υλικού στο 3^ο στάδιο ανάπτυξης θα διεξαχθεί στο νότιο τμήμα του λατομείου σε υψηλότερα πατώματα.

Οι όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν το 4^ο έτος ανάπτυξης υπολογίζονται στα 152.976 m³ όπου αντιστοιχούν σε 305.953 t. (σ.σ. τιμή ειδικού βάρους 2.2 t/m³). Η ανάπτυξη του λατομείου έγινε με βάση την εξόρυξη που διεξήχθη τα προηγούμενα έτη. Όπως παρουσιάζεται πιο πάνω η μεγαλύτερη εκμετάλευση υλικού στο 4^ο στάδιο ανάπτυξης θα διεξαχθεί στο βόρειο τμήμα του λατομείου σε χαμηλότερα πατώματα καθώς έγινε η διάνοιξη των χαμηλότερων πατωμάτων από τα προηγούμενα έτη.

Οι όγκοι υλικού που θα εξορυχθούν το 5^ο έτος ανάπτυξης υπολογίζονται στα 125.331 m³ όπου αντιστοιχούν σε 250.662 t. (σ.σ. τιμή ειδικού βάρους 2.2 t/m³). Η ανάπτυξη του λατομείου έγινε με βάση την εξόρυξη που διεξήχθη τα προηγούμενα έτη. Όπως παρουσιάζεται πιο πάνω η εκμετάλευση υλικού στο 5^ο στάδιο ανάπτυξης θα διεξαχθεί στο βόρειο τμήμα του λατομείου σε χαμηλότερα πατώματα.

Πίνακας 9: Συνοπτικός πίνακας με παραγωγές (m³) ανά μέτωπο.

Μέτωπα	1 ^ο Έτος (2020-2021)	2 ^ο Έτος (2021-2022)	3 ^ο Έτος (2022-2023)	4 ^ο Έτος (2023-2024)	5 ^ο Έτος (2024-2025)
580/570	6.500	31.350	57.104	2.000	15.202
590/580	45.000	75.000	50.000	80.000	75.000
600/590	66.525	65.130	42.080	95.450	90.460
610/600	55.702	40.000	30.000	115.200	70.000
620/610	52.000	10.000	-	13.303	-
630/620	-	-	8.000	-	-
Σύνολο	225.727 tn	221.480 tn	187.184 tn	305.953 tn	250.662 tn

Τελικό Υψόμετρο εκμετάλευσης: 520m

Συνολικό Εμβαδόν Περιοχής Εκμετάλευσης: 68,000m²

Ειδικό Βάρος: 2.2 t/m³

Μέση Κλίση Πρανούς: 40°

Στο πιο πάνω πίνακα απεικονίζονται οι όγκοι υλικών που θα εξορυχθούν τα επόμενα 5 έτη κάθε χρόνο ξεχωριστά. Πιο συγκεκριμένα θα εξορυχθούν 557,249 τόνοι. Από το 2016 έως το 2022 έχουν παραχθεί γύρω στο 1.573,545 τόνους έτοιμων υλικών. Οι σημερινοί τόνοι έτοιμων υλικών του υφιστάμενου λατομείου ανέρχονται στα 6.997.677. Από τις πιο πάνω ποσότητες προκύπτουν περίπου 2.000 τόνοι/μήνα μπάζα, τα οποία αποτελούνται από εντελώς επιφανειακό πέτρωμα, που περιέχει και κάποιες ποσότητες επιφανειακού χρώματος. Τα μπάζα τα προηγούμενα έτη απορρίπτονταν σε ειδικό διαμορφωμένο χώρο, στην Εγκατάσταση Εξορυκτικών Αποβλήτων, δυτικά των προνομίων λατόμησης. Να σημειωθεί ότι από το 2021 μέχρι και σήμερα όλη η ποσότητα της παραγόμενης λάσπης διατίθεται στο Μεταλλείο Σκουριώτισσας για χρήση ως καταλύτης.

4.6.4. Προτάσεις λύσεις-Διαχειριστικό σχέδιο αποκατάστασης

Πιο κάτω περιγράφεται διαχειριστικό σχέδιο, με στόχο τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον και την ελάχιστη δυνατή πρόκληση οχληρίας με βάση τα δεδομένα απογραφής και την εκτίμηση τους. (Ατλαντίς Συμβουλευτική Κύπρου ΛΤΔ 2013)

Σήμερα η γενική κατάσταση από απόψεως αποκατάστασης των προκαλούμενων αλλιώσεων στις εκμεταλλευόμενες περιοχές είναι αρκετά καλή αφού με σειρά νομοθετικών ρυθμίσεων, πιέσεων οργανώσεων και ιδιαίτερα με περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες και με πολιτική βούληση υποχρεώνει και επιβάλλει στις εμπλεκόμενες επιχειρήσεις περιβαλλοντική συμπεριφορά και συμμόρφωση στους περιβαλλοντικούς όρους και μεθόδους αποκαταστάσεως των ζημιών που έχουν προκληθεί.

Ο όρος αποκατάσταση είναι η διαδικασία επαναφοράς του περιβάλλοντα χώρου στην αρχική του κατάσταση τόσο από δομικής μορφής όσο και λειτουργικά. Αναλυτικά οι στόχοι αποκατάστασης του περιβάλλοντος χώρου στα λατομεία όταν λήξει η λειτουργία του λατομείου, είναι οι εξής:

1.Περιφερειακή φύτευση του λατομείου με ζώνες πρασίνου για τον περιορισμό της σκόνης, του θορύβου και οπτικής όχλησης.

2.Ανεύρεση και μεταφορά κηποχώματος στο συγκεκριμένο χώρο. Προτείνεται η μεταφορά χώματος από εκσκαφές οικοδομών, η αποθήκευση του με ταυτόχρονη απομάκρυνση του χονδρόκοκκου υλικού (πέτρες).

3.Διαμόρφωση φυτωρίου με είδη που ευδοκιμούν και προϋπήρχαν στην περιοχή σύμφωνα με τη μελέτη αποκατάστασης. Συνιστάται η συλλογή σπόρων από τα υπάρχοντα φυτικά είδη, η δημιουργία σπορόφυτων για την άμεση και ασφαλή εγκατάσταση της βλάστησης στο διαταραγμένο τοπίο.

4.Ανεύρεση νερού άρδευσης με σκοπό τη δημιουργία τεχνητών λιμνών. Συνιστάται η αξιοποίηση πηγών ή πηγαδιών και η διάνοιξη γεωτρήσεων, εφόσον υπάρχει διαθέσιμο υπόγειο νερό. Διαφορετικά προτείνεται η κατασκευή λιμνοδεξαμενών, δηλαδή δεξαμενών για τη συγκέντρωση και αξιοποίηση των νερών της βροχής.

5.Αξιοποίηση των υπαρχόντων άχρηστων υλικών λατόμευσης με τη δημιουργία λιθόκτιστων κατασκευών για τη διαμόρφωση του χώρου, όπως διάδρομοι διακίνησης τοίχοι αντιστήριξης, δημιουργία αναβαθμίδων, τοιχίων για την προστασία των επισκεπτών.

Σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο η εταιρεία πρέπει να προβεί τόσο σε κανονική όσο και σε αιφνίδια εγκατάλειψη της περιοχής του έργου, θα πρέπει ακολουθηθούν τα πιο κάτω μέτρα τελικής διαμόρφωση και αναβάθμιση του τοπίου:

- ❖ Μείωση του ύψους των μετώπων στα 4 μέτρα, όπου χρειάζεται.
- ❖ Διαμόρφωση μέρους των μετώπων όπου δεν έχει γίνει η κατάλληλη διαμόρφωση ακόμα.
- ❖ Διαμόρφωση μπάζων και τυχόν πρανών από μπάζα με πιο ασφαλείς κλίσεις.
- ❖ Ομαλοποίηση του δαπέδου της εκσκαφής. Ισοπέδωση των χώρων των δεξαμενών κατακάθισης της λάσπης.
- ❖ Επίστρωση του δαπέδου της εκσκαφής και των βαθμίδων (πάχους 30cm) με λεπτόκοκκο υλικό και επιφανειακό έδαφος.
- ❖ Αποσυναρμολόγηση όλων των μηχανολογικών εξοπλισμών.
- ❖ Μετακίνηση όλων των άχρηστων μηχανημάτων, εξαρτημάτων, κλπ., που βρίσκονται σε διάφορα σημεία του εργοταξίου.
- ❖ Δενδροφύτευση στη συνέχεια όλων των επιφανειών(δαπέδων,πρανών από μπάζα, πλατειών) σύμφωνα με τις γνωστές κατευθυντήριες γραμμές και σε συνενόηση με το Τμήμα Δασών.

Η υφιστάμενη τοπογραφία δεν θα αλλάξει κατά πολύ, αλλά η εταιρεία θα πρέπει να προβεί στα πιο πάνω μέτρα από την μέρα λήψης της απόφασης για εγκατάλειψη.

Πιο κάτω παρουσιάζεται πρόγραμμα συντήρησης και διατήρησης των μέτρων που θα ληφθούν για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που ενδέχεται να συνεχίζονται και μετά την εγκατάλειψη. Χρειάζονται περίπου 140 εργάσιμες μέρες για άμεση εγκατάλειψη (5 μήνες περίπου).

Πίνακας 10: Χρονοδιάγραμμα εργασιών σε περίπτωση άμεσης εγκατάλειψης.

ΧΡΟΝΟΣ	1 ^{ος} Μήνας	2 ^{ος} Μήνας	3 ^{ος} Μήνας	4 ^{ος} Μήνας	5 ^{ος} Μήνας
Μείωση Ύψους Μετώπων (Παραγωγή)					
Αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση του τριβείου και των εγκαταστάσεων					
Διαμόρφωση Μπάζων και Δρόμων					
Δεντροφυτεύσεις					

Να σημειωθεί ότι αφού ολοκληρωθούν οι δενδροφυτεύσεις η συντήρηση και άρδευση τους θα συνεχιστεί για τα επόμενα τρία χρόνια. Επιπρόσθετα οι εργασίες για τη μείωση

του ύψους των μετώπων θα είναι εντατικές ενώ οι υπόλοιπες εργασίες θα γίνονται κατά διαστήματα μέσα στους πέντε μήνες .

Οι εργασίες συντήρησης του έργου για την επόμενη πενταετία θα είναι ως εξής:

- Παραγωγή
- Ξεμπάζωμα
- Συντήρηση Δρόμων
- Διαβροχή δρόμων και άλλα μέτρα καταστολής σκόνης

Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την αποκατάσταση του λατομείου.

Αέρια Απόβλητα

Όπως είναι προφανές τα μόνα αέρια απόβλητα κατά τις εργασίες της αποκατάστασης του λατομείου θα είναι ο παραγόμενος καπνός από τους κινητήρες εσωτερικής καύσης των μηχανημάτων τα οποία θα εκτελούν τις εργασίες εσκαφής και της επιχωμάτωσης και η εκλυόμενη σκόνη από τις εργασίες φόρτωσης και μεταφοράς.

Για τον περιορισμό και καταστολή της οποιασδήποτε σκόνης στους δρόμους κίνησης των οχημάτων διενεργείται συστηματική διαβροχή σε όλο το μήκος του δρόμου. Επίσης διαβροχή διενεργείται και στο εσωτερικό δίκτυο διακίνησης υλικού, όπου η κίνηση των οχημάτων μπορεί να δημιουργήσει σκόνη στο κατάστρωμα του δρόμου.

Υγρά Απόβλητα

Κατά τη διάρκεια των εργασιών αποκατάστασης του χώρου δεν παράγονται και δεν χρησιμοποιούνται υγρά απόβλητα. Τα μόνα υγρά απόβλητα τα οποία θα μπορούσαν να θεωρηθούν είναι τα μεταχειρισμένα ορυκτέλαια των μηχανημάτων που αντικαθίστανται από τα καινούρια. Για την αντιμετώπιση της διαρροής των μεταχειρισμένων ορυκτελαίων στο υπέφαγος της περιοχής, οι εργασίες αντικατάστασης τους προτείνεται να γίνονται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο (συνεργείο) με ειδική υποδομή δηλ. Ράμπα, ελαιοπαγίδες κλπ., τα δε παραγόμενα μεταχειρισμένα ορυκτέλαια συγκεντρώνονται σε κάδους και ειδικά δοχεία και παραλαμβάνονται από προμηθευτές ορυκτελαίων με σκοπό τον καθαρισμό-αναγέννησή τους.

Στερεά Απόβλητα-Ιλύς-Τοξικά Απόβλητα-Απορρίμματα

Λόγω του ότι κατά την λειτουργία του λατομείου δεν παρήχθησαν στερεά απόβλητα, υλίες και τοξικά απόβλητα δεν απαιτείται και μάλιστα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων. Τα στερεά απόβλητα από τις διάφορες συσκευασίες αναλώσιμων υλικών και τα παραγόμενα «αστικά» απορρίμματα του προσωπικού πρέπει να συλλέγονται με μάλιστα της εκμεταλλεύτριας εταιρείας και να αποστέλλονται σε χώρους συγκέντρωσης προς ανακύκλωση ή καταστροφή. Ομοίως απομακρύνονται προς ανακύκλωση τα μεταχειρισμένα ελαστικά, ανταλλακτικά κλπ. που αφορούν τον κινητό εξοπλισμό.

Χλωρίδα-Πανίδα

Κατά τη φάση της αποκατάστασης, σημειώνεται σημαντική βελτίωση στο χώρο του λατομείου, τόσο με τη διάσπρωση φυσικού εδάφους καλής ποιότητας σε όλη την έκταση όσο με τη φύτευση δέντρων. Οι πιέσεις που ασκεί στο περιβάλλον η εξόρυξη κατά τη φάση λειτουργίας του λατομείου, είναι η απομάκρυνση της φυσικής βλάστησης στα τμήματα, όπου αυτή υπήρχε και οι επιπτώσεις στην πανίδα λόγω του θορύβου, ο οποίος προέρχεται από την λειτουργία των μηχανημάτων.

Μορφολογία-Έδαφος

Η κυριότερη επίπτωση στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός λατομείου είναι η αλλοίωση της μορφολογίας του εδάφους στα μέτωπα εξόρυξης και στους χώρους αποθέσεων. Η οπτική ρύπανση που προκαλείται και οι ενδεχόμενες καθιζήσεις και κατολισθήσεις του εδάφους είναι οι κυριότεροι λόγοι της αναγκαιότητας της αποκατάστασης.

Το διαχειριστικό σχέδιο περιλαμβάνει:

1. Μέτρα αντιμετώπισης των αερίων αποβλήτων (σκόνη, καυσαέρια από τα μηχανήματα κλπ.),
2. Μέτρα αντιμετώπισης των υγρών αποβλήτων (αστικά λύματα από εργοταξιακές τουαλέτες, λάδια, γράσα, διαρροές καυσίμων ή λιπαντικών καθώς και από τη συντήρηση των οχημάτων και μηχανημάτων του εργοταξίου κλπ.),
3. Μέτρα αντιμετώπισης των στερεών αποβλήτων (μπάζα)
4. Μέτρα αντιμετώπισης του θορύβου,
5. Συγκεκριμένους χώρους για την τοποθέτηση μηχανημάτων και υλικών καθώς και των μπαζών.
6. Συγκεκριμένους χώρους για την ασφαλή προσωρινή αποθήκευση μηχανέλαιων και καυσίμων.
7. Τα αδρανή υλικά να μεταφέρονται με ειδικά σκεπασμένα φορτηγά οχήματα (χρήση κατάλληλων καλυμμάτων).

Ατμοσφαιρική Ρύπανση

- Να εγκατασταθούν συστήματα αποκονίωσης για τη συλλογή των λεπτομερών υλικών.
- Να γίνεται χρήση συστημάτων συλλογής σκόνης στους σπαστήρες.
- Τα συστήματα μεταφοράς / θραύσης να διατηρούνται καλυμμένα.
- Να γίνει καταστολή της σκόνης με πιο συχνή διαβροχή των δρόμων ή των λατομικών περιοχών εκπομπής σκόνης ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες.
- Η μεταφορά των υλικών μέσα στο λατομείο να γίνεται με καλυμμένες μεταφορικές ταινίες ή να διαβρεχτούν ελαφρά τα υλικά.
- Η μεταφορά των υλικών στους δημόσιους δρόμους να γίνεται με καλυμμένα οχήματα ή να χρησιμοποιούνται άλλα συστήματα καταστολής σκόνης.
- Να γίνεται συστηματική παρακολούθηση και αξιολόγηση των εκπομπών σκόνης και αερίων και να ελέγχονται αν υπερβαίνονται τα σχετικά όρια ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
- Χρήση ΑΠΕ για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και κατεπέκτασιν μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων που συνεπάγεται με άμεσα με την παραγωγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσω γεννητριών και κινητών μηχανημάτων.

Θόρυβος:

- Να παρακολουθείται συστηματικά ο θόρυβος και να συγκρίνονται οι μετρήσεις με τα νομοθετικά όρια και τους ειδικούς περιβαλλοντικούς όρους για το κάθε λατομείο.
- Να εγκατασταθούν συστήματα μείωσης του θορύβου.
- Να αποφεύγονται οι περιττοί θόρυβοι και να μειώνονται οι εκπομπές θορύβου όπου είναι δυνατό, π.χ να απενεργοποιείται ο εξοπλισμός όταν δεν είναι σε χρήση.
- Να χρησιμοποιούνται κατάλληλες τεχνικές και υλικά ανατίναξης.

Νερό

- Να παρακολουθείται η ποιότητα τόσο των επιφανειακών όσο και των υπογείων νερών.
- Να εγκατασταθούν σταθμοί μέτρησης της ποιότητας του νερού και να πραγματοποιούνται συνεχείς μετρήσεις.
- Να χρησιμοποιούνται δομές για την προστασία της ποιότητας του νερού (π.χ αδιαπέραστα γεωφάσματα για την κάλυψη της περιοχής συντήρησης του εξοπλισμού) ώστε να αποτρέπεται η ρύπανση των υπογείων νερών.
- Να εκτελούνται υδρογεωλογικές μελέτες για την παρακολούθηση των μεταβολών της ποιότητας του νερού.

Αποκατάσταση

- Τα σχέδια αποκατάστασης να συζητηθούν πριν την υλοποίησή τους με τους τοπικά ενδιαφερομένους φορείς και να εφαρμοστούν.
- Η υποβαθμισμένη περιοχή πρέπει να αποκατασταθεί χρησιμοποιώντας είτε το έδαφος που απομακρύνθηκε και αποθηκεύτηκε κατά την αρχική φάση ανάπτυξης του λατομείου, είτε το έδαφος που προμηθεύτηκε από άλλες περιοχές.
- Να δημιουργηθούν φυτώρια κατά τη διάρκεια ζωής του λατομείου για την διευκόλυνση της αποκατάστασης με τοπικά είδη.
- Να διασφαλιστεί ότι φυτεύονται τα κατάλληλα είδη.

Μέτρα Καταστολής της Ρύπανσης από τα Καυσαέρια

- Χρήση καινούριων μηχανημάτων νέας τεχνολογίας στα οποία υπάρχει πρόνοια για χρήση μη καταλυτικών καυσίμων,
- Η χρησιμοποίηση από τα μηχανήματα αυτών των καυσίμων που προδιαγράφουν οι διάφορες κατασκευαστικές εταιρείες,

- Η διενέργεια συχνών αλλαγών λαδιών στα μηχανήματα μετά από ορισμένο αριθμό ωρών λειτουργίας τους, όπως το ορίζει ο κατασκευαστής τους,
- Η συχνή συντήρηση όλων των φορτηγών και λοιπών μηχανημάτων για αποφυγή ατελών καύσεων και εκπομπή μονοξειδίου του άνθρακα CO στην ατμόσφαιρα,
- Ο συχνός έλεγχος των δεξαμενών φύλαξης καυσίμων για διαπίστωση τυχόν ύπαρξης ακαθαρσιών σ' αυτές, διείσδυσης νερού ή διαρροής καυσίμων μέσω διαβρωμένων τοιχωμάτων.
- Η χρήση εναλλακτικών καυσίμων.
- Χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την ένωση τους με τις γεννήτριες, έτσι ώστε να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμων και κατεπέκτασει να μειωθούν τα καυσαέρια που εκπέμπονται.

Μέτρα Αντιμετώπισης των Επιπτώσεων στην Υγεία των Εργαζομένων

Τόσο η συνεχής παρουσία έστω και μικρής ποσότητας σκόνης στον εργασιακό χώρο, όσο και η ένταση του θορύβου μπορούν να επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων. Για το λόγο αυτό θα παραχωρούνται στους υπαλλήλους ειδικές μάσκες και ωτασπίδες για αποφυγή τέτοιων δυσάρεστων ενδεχομένων και θα υποβάλλονται σε τακτά χρονικά διαστήματα σε ιατρικές εξετάσεις.

Τέλος πρέπει να γίνεται πλήρης εναρμόνιση με του νόμους περί ασφάλειας και υγείας της Κυπριακής Δημοκρατίας αλλά και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (Ατλαντίς Συμβουλευτική Κύπρου ΛΤΔ 2013)

Τα λατομεία είναι σήμερα οι πλέον αδειοδοτημένοι και πιστοποιημένοι χώροι από όπου συλλέγονται τα υλικά που προορίζονται για χρήση αδρανών. Πιο συγκεκριμένα η εκμετάλλευση λατομείων αδρανών υλικών επιτρέπεται μόνο σε συγκεκριμένες θεσμοθετημένες λατομικές περιοχές (λατομικές ζώνες) όπου πρέπει να είναι συμβατές με τη νομοθεσία της κάθε πολιτείας και η οριοθέτηση των οποίων είναι αποτέλεσμα λεπτομερούς τεχνικογεωλογικής έρευνας. Οι λατομικές ζώνες κατά τον ορισμό τους σε διάφορες περιοχές εξαρτώνται σημαντικά από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα προκαλέσουν οι διανοίξεις λατομείων όπως επίσης και οι τυχόν επιπτώσεις σε παραπλήσιες αστικές περιοχές.

Η AKZ αποτελεί ένα από τα εργαλεία που θα επιτρέψει στο λατομείο να πετύχει το στόχο της αειφόρου ανάπτυξης που τέθηκε στη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών, στο Ρίο ντε Τζανέριο, το 1992 για το περιβάλλον και την ανάπτυξη. Οι προαναφερόμενοι παράγοντες

αποτελούν τους πυλώνες της έννοιας της αειφορίας και πρέπει να αξιολογούνται αναλόγως και να εξισορροπούνται κατάλληλα κατά το σχεδιασμό ενός νέου προϊόντος/διεργασίας ή τη βελτίωση ενός υφιστάμενου προϊόντος/διεργασίας. Οποιοδήποτε περιβαλλοντική, οικονομική ή κοινωνική μεθοδολογική αξιολόγηση των προϊόντων πρέπει να λαμβάνει υπόψη της τον πλήρη κύκλο ζωής που αρχίζει από την εξαγωγή των πρώτων υλών, ακολουθεί η παραγωγή, η χρήση και καταλήγει στην τελική διάθεσή του. Η συνολική αξιολόγηση του συστήματος αποτελεί μία απαραίτητη προϋπόθεση της αειφόρου ανάπτυξης και ο συνολικός κύκλος ζωής ενός προϊόντος καθώς και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η συνολική αξιολόγηση του συστήματος αποτελεί μία απαραίτητη προϋπόθεση της αειφόρου ανάπτυξης και ο συνολικός κύκλος ζωής ενός προϊόντος καθώς και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον που περιεγράφηκαν πιο πάνω.

Πλεόν έχει γίνει κατανοητό ότι η χρήση εναλλακτικών καυσίμων και ΑΠΕ επιτυγχάνει την εξοικονόμηση των φυσικών πόρων - περιορισμός της χρήσης μη ανανεώσιμων στερεών-υγρών καυσίμων, την αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου των ανανεώσιμων καυσίμων και τη μείωση των εκπομπών των ατμοσφαιρικών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (π.χ. CO₂, CH₄). Εν κατακλείδι με την χρήση των πιο πάνω επιτυγχάνεται η μείωση της εξάρτησης από ενεργειακές πηγές (πετρέλαιο) καθώς και η μείωση του κόστους παραγωγής.

Κεφάλαιο 5

Συζήτηση-Συμπεράσματα

5.1. Συμπεράσματα

Την τελευταία δεκαετία κυρίως εξαιτίας της οικονομικής κρίσης και των αρνητικών αποτελεσμάτων που επέφερε στον τομέα του κατασκευαστικού κλάδου, η ζήτηση και η ανάγκη σε αδρανή αλλά και γενικότερα σε δομικά υλικά μειώθηκε σε μεγάλο βαθμό. Είναι δεδομένο ότι τα λατομεία επηρεάζουν μόνιμα το φυσικό περιβάλλον διαταράσσοντας δραματικά τις φυσικές ισορροπίες της γεωμορφολογίας και του βιολογικού περιβάλλοντος της περιοχής. Στις μέρες μας, σε μία εποχή όπου η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση ολοένα και αυξάνεται, σε συνδυασμό και με την αυστηρότερη ισχύουσα νομοθεσία θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στον τομέα αυτό και γενικότερα της λειτουργίας, της αποκατάστασης των λατομικών χώρων με κύριο γνώμονα τη διακοπή κάθε παράνομης λατόμευσης.

Σύμφωνα με την μέθοδο του AKZ που χρησιμοποιήθηκε, μέσα από την ανάλυση των δεδομένων και την εκτίμηση των επιπτώσεων διαφαίνονται τα πιο κάτω:

Μέσα από την ανάλυση των δεδομένων και την ερμηνεία τους διαφάνεται ότι υπάρχει μεγάλη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που ανέρχεται κατά μέσο όρο στα 300.000 L/Year και προτείνεται η χρήση ΑΠΕ, έτσι ώστε στη λατομική δραστηριότητα να ενταχθεί η κυκλική οικονομία και η βιώσιμη ανάπτυξη. Από την κατανάλωση λαδιών παρατηρείται αυξητική τάση της κατανάλωσης από το 2021 και έπειτα λόγω του ότι γίνονται σε πιο τακτά χρονικά διαστήματα επισκευές των αυτοκινήτων. Επιπρόσθετα από την ανάπτυξη των αποτελεσμάτων παρατηρείται ότι οι εκρήξεις είναι σχεδόν μηδαμινές λόγω του ότι η εξόρυξη του πετρώματος γίνεται με μηχανικό μέσο και PM όπου αυτό προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων μέτρησης από τον σταθμό υποβάθρου της Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου.

Μέσα από τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των μετρήσεων των αιωρούμενων σωματιδίων 2.5 μm απεικονίζονται υπερβάσεις της ημερήσιας οριακής τιμής των 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ όμως οι μετρήσεις δεν είναι ημερήσιες δηλαδή για 24 ώρες, ήταν για μικρό χρονικό διάστημα τριάντα λεπτών. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει σε κάθε λατομείο να γίνονται μετρήσεις των αιωρούμενων σωματιδίων αλλά όχι μεμονομένα και σε μικρό

χρονικό διάστημα όπως πραγματοποιήθηκε στη μελέτη, έτσι ώστε να υπάρχει σωστή βάση δεδομένων. Αυτό θα βοηθήσει και στην ασφάλεια της υγείας των εργαζομένων καθώς και στον καλύτερο έλεγχο της σωματιδιακής ρύπανση.

Η μελέτη της περίπτωσης του λατομείου του Μιτσερού, αποτέλεσε παράδειγμα που αναδεικνύει την ιδιαίτερη σημασία του λατομείου. Πλέον έχει γίνει κατανοητό ότι η χρήση εναλλακτικών καυσίμων και ΑΠΕ επιτυγχάνει την εξοικονόμηση καυσίμων, την αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου των ανανεώσιμων καυσίμων και την μείωση των εκπομπών των ατμοσφαιρικών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη μείωση της εξάρτησης από ενεργειακές πηγές καθώς και τη μείωση του κόστους παραγωγής. Τέλος η αποκατάσταση του λατομείου μέσω δυναμικών διαδικασιών δημιουργεί μία νέα κατάσταση σχηματισμού εδάφους, αποικισμού φυτών, ζώων και μικροοργανισμών, συνθήκη ιδιαίτερα κρίσιμη για την περιβαλλοντική βιωσιμότητά τους.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bamber, Johnson , Laage, Dias, Tyedmers, Pelletier. 2022. "Life Cycle Inventory and Emissions Modelling in Organic Field Crop LCA Studies: Review and Recommendations." <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344922003081>.
- Bascompta, Sanmiquel, Gangoells, and Sidki. 2022. "LCA Analysis and Comparison in Quarrying: Drill and Blast vs Mechanical Extraction." *Journal of Cleaner Production* 369(February 2022): 133042. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133042>.
- Dassault systems. 2020. "Geovia Surpac." : 4.
- DatAnalysis. 2022. "The PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) Statement." <https://datanalysis.net/research-design/the-prisma-statement/>.
- Delpierre, Quist, Mertens, Vernat, Cucurachi. 2021. "Assessing the Environmental Impacts of Wind-Based Hydrogen Production in the Netherlands Using Ex-Ante LCA and Scenarios Analysis." <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621010854>.
- Ejon, Francis. 2018. "Life Cycle Impact Assessment of Artisanal Sandstone Mining on the Environment and Health of Mine Workers." <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925517304158>.
- Francis. 2018. "Life Cycle Impact Assessment of Artisanal Sandstone Mining on the Environment and Health of Mine Workers." *Environmental Impact Assessment Review* 72(May): 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.05.005>.
- Fugiel. 2017. "Environmental Impact and Damage Categories Caused by Air Pollution Emissions from Mining and Quarrying Sectors of European Countries." <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616322004>.
- Geissdoerfer, Savaget , Bocken, Hultink. 2017. "The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm?" <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023>.
- iScience. 2023. "LCA Model Validation of SAGD Facilities with Real Operation Data as a Collaborative Example between Model Developers and Industry."
- Johansson, Henricsson. 2020. "Circular Economy Running in Circles? A Discourse Analysis of Shifts in Ideas of Circularity in Swedish Environmental Policy." <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550920300464>.
- Jullien , Proust, Martaud, Rayssac. 2012. "Variability in the Environmental Impacts of Aggregate Production." <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344912000274>.
- Kittipongvises. 2017. "Assessment of Environmental Impacts of Limestone Quarrying Operations in Thailand." *Environmental and Climate Technologies* 20(1): 67–83.
- Mattia, Sinkko, Caldeira, Tosches, Robuchon, Sala. 2023. "Critical Review of Methods and Models for Biodiversity Impact Assessment and Their Applicability in the LCA Context." <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925523001002>.
- Moher , Liberati c, Tetzlaff, Altmane, and The PRISMA Groupf. 2010. "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement." https://libguides.cut.ac.cy/ld.php?content_id=33572041.
- Mostert, Sameer, Glanz, and Bringezu. 2021. "Climate and Resource Footprint Assessment and

Visualization of Recycled Concrete for Circular Economy.” *Resources, Conservation and Recycling* 174(June): 105767. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105767>.

Ofomola, Ugbede, Anomohanran. 2023. “Environmental Risk Assessment of Background Radiation, Natural Radioactivity and Toxic Elements in Rocks and Soils of Nkalagu Quarry, Southeastern Nigeria.”

Pamu, Kumar, Shakir, Ubanna. 2022. “Life Cycle Assessment of a Building Using Open-LCA Software.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321076446>.

Pieragostini, Mussati, Aguirre. 2012. “On Process Optimization Considering LCA Methodology.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479711003951>.

Riquelme, Martinez, Sarro, Rabat. 2022. “Control of Natural Fractures in Historical Quarries via 3D Point Cloud Analysis.”

Salazar, Tavares. 2021. “A Life Cycle-Based, Sustainability-Driven Innovation Approach in the Minerals Industry: Application to a Large-Scale Granitic Quarry in Rio de Janeiro.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0892687521003782>.

Shamass, Rispoli, Limbachiya, Kovacs. 2023. “Mechanical and GWP Assessment of Concrete Using Blast Furnace Slag, Silica Fume and Recycled Aggregate.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523003443>.

Signalive network. 2016. “Εγκαταλελειμμένο Λατομείο Βούναρος Στο Μάμμαρι.” <https://city.signalive.com/article/2016/8/22/mpikame-sto-egkataleleimmeno-latomeio-voynaros-sto-mammari/>.

Stylianou et al. 2023. “LCA of Barley Production: A Case Study from Cyprus.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20(3).

Troncoso et al. 2022. “Comparative Mechanical Properties of Conventional Concrete Mixture and Concrete Incorporating Mining Tailings Sands.” *Case Studies in Construction Materials* 16(March): e01031. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01031>.

TSI knowledge. 2020. “TSI PORTABLE.” <https://tsi.com/products/cleanroom-particle-counters/portable-particle-counters/>.

Tushar et al. 2023. “Application of Recycled Crushed Glass in Road Pavements and Pipeline Bedding: An Integrated Environmental Evaluation Using LCA.” *Science of the Total Environment* 881(April): 163488. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163488>.

UEPG. 2020. 68 European Aggregates Association *Annual Review 2020 - 2021*.

University, Macquarie. 2020. “Prisma Flow Diagram.” https://libguides.mq.edu.au/systematic_reviews/prisma_screen.

Walter. 2016. “The Circular Economy.” <https://www.nature.com/articles/531435a>.

Wang, Peng, Sin, Li. 2023. “Altitude Restricts the Restoration of Community Composition and Vegetation Coverage of Quarries on the Qinghai-Tibet Plateau.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X23004818>.

Αβανίδης. 2017. “Η Κυκλική Οικονομία Των Προϊόντων Και η Ενεργειακή Αξιοποίηση Των Απορριμάτων Τους.”

Ατλαντίς Συμβουλευτική Κύπρου ΛΤΔ. 2013. 140 *Μελέτη Εκτίμησης Των Επιπτώσεων Στο*

Περιβάλλον (ΜΕΕΠ) ΜΕΕΠ Για Πιθανή Δημιουργία Νέας Λατομικής Ζώνης Στην Επαρχία Πάφου – Περιοχή « 3 » Παναγιάς « Αρχική Έκθεση».

- Βασιλείου. 2020. “Σχεδιασμός Λατομείου Αδρανών Υλικών Στην Περιοχή Σταυροβουνίου Στην Κύπρο.”
- Γαρεφαλάκης. 2022. “Λατομεία, Επιπτώσεις Στο Περιβάλλον Και Αποκατάσταση.”
http://repository.library.teiwest.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/10636/Πτυχιακή_Εργασία_Γαρεφαλάκης_Νικολάος_4504.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Γενοβέφα, Μπενετού, Χαρίτου. 2006. “Εκτίμηση Κύκλου Ζωής.”
- Δημητράκη. 2020. “Τμήμα Γεωλογίας Δερέυνηση Της Επιδεκτικότητας Των Εκρηκτικών Σε Σχέση Με Την Ποιότητα Της Βραχομάζας Σε Λατομεία Αδρανών Υλικών.” : 2014–20.
- Ζουμπούλης. 2016. “Εκτίμηση Κύκλου Ζωής.”
https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2324/2/05_chapter_4_b.pdf.
- Κοινοτικό Συμβούλιο Μιτσερού. 2018. “Μεταλλευτική Δραστηριότητα Μιτσερού.”
<https://www.mitsero.org.cy/istoria-metalleia>.
- Κυριάκου. 2013. *Κυπριακός Οργανισμός Κυπριακός Οργανισμός Τυποποίησης (Cys)*.
- Κωνσταντίνου, Παναγίδης. 2013. *Κύπρος Και Γεωλογία*.
- Μακροπούλου. 2015. “« Χρήση Εναλλακτικών Καυσίμων Στην Τσιμεντοβιομηχανία : Ανάλυση Κύκλου Ζωής ».”
- Νικήτας. 2019. “Μελέτη Εκτίμησης Των Επιπτώσεων Στο Περιβάλλον Από Την Επέκταση Λατομείου Γύψου Σε Περιοχή Του Αγίου Θεοδώρου Λάρνακος.”
- Παναγιώτου. 2021. “Λατομεία.” <http://www.polignosi.com/cgibin/hweb?-A=6605&-V=limmata>.
- Παντελή, Βαττής, Χατζηγεωργίου, Πέτρου, Βραχίμης. 2006. *Αδρανή Υλικά*.
- Παπαλλά. 2017. “Ορυκτοπετρογραφικών Και Φυσικομηχανικών Ιδιοτήτων Πετρωμάτων.”
- Σιεττού. 2022. “ΑΚΖ Σε Βιοπλαστικά Προϊόντα.”
- Σκυροποιών, Παγκύπριος Σύνδεσμος. 2022. *Ετησια Γενική Συνέλευση 27/09/2022*.
- Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας. 2018. “Θέσεις Μεταλλείων/Λατομείων - Τοπογραφικός Χάρτης.” <https://www.data.gov.cy/dataset/θέσεις-μεταλλείωνλατομείων-τοπογραφικός-χάρτης>.
- Υπ.Μεταλλείων. 2021a. “Πωλήσεις Αδρανών Υλικών.”
[http://www.moa.gov.cy/moa/Mines/MinesSrv.nsf/all/305AAC9EC314A190C2257140002D8DFF/\\$file/Πωλήσεις_αδρανών_υλικών_1993-2021.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/Mines/MinesSrv.nsf/all/305AAC9EC314A190C2257140002D8DFF/$file/Πωλήσεις_αδρανών_υλικών_1993-2021.pdf?openelement).
- . 2021b. *ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΘΕΣΗ ΥΠ.Μεταλλείων Υπηρεσία Μεταλλείων Ετήσια Έκθεση 2021*.
- Υπηρεσία Μεταλλείων. 2022. “Λατομεία Στην Κύπρο.”
[http://www.moa.gov.cy/moa/Mines/MinesSrv.nsf/all/305AAC9EC314A190C2257140002D8DFF/\\$file/ΣΤΟΙΧΕΙΑ_ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ_ΚΑΤΟΧΩΝ_ΠΡΟΝΟΜΙΩΝ_ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/Mines/MinesSrv.nsf/all/305AAC9EC314A190C2257140002D8DFF/$file/ΣΤΟΙΧΕΙΑ_ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ_ΚΑΤΟΧΩΝ_ΠΡΟΝΟΜΙΩΝ_ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ.pdf?openelement).
- Υπουργείο Περιβάλλοντος και Υγείας. 2022. “Λατομεία.” <https://ypen.gov.gr/energeia/oryktes-protos-yles/latomeia/>.

Φούρναρη. 2017. “Μελέτη Φυσικο-Μηχανικών Ιδιοτήτων Λεπτόκοκκων Αδρανών Υλικών Και Διερεύνηση Της Επίδρασης Τους Στις Ιδιότητες Των Κονιαμάτων Και Του Σκυροδέματος.”