



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΕΝΕΡΓΩΝ
ΛΑΤΟΜΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ**

ΕΙΡΗΝΗ ΧΑΝΤΖΙΟΥ

A.M.: 00293

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ – ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΛΑΡΙΣΑ, 2025



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Ενυπόγραφη δήλωση μη λογοκλοπής

Η παρακάτω υπογράφουσα δηλώνω ότι η παρούσα εργασία είναι δική μου, δεν έχει συγγραφεί από άλλο πρόσωπο με ή χωρίς αμοιβή, δεν έχει αντιγραφεί από δημοσιευμένη ή αδημοσίευτη εργασία άλλου και δεν έχει προηγουμένως υποβληθεί για βαθμολόγηση στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ή αλλού. Βεβαιώνω ότι είμαι εν γνώσει των κανόνων περί λογοκλοπής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και ότι στο πλαίσιο αυτό έχουν τηρηθεί όλοι οι κανόνες κατά την ακαδημαϊκή δεοντολογία, σχετικά με αναφορές, βιβλιογραφία, κ.λπ., τόσο από έντυπες όσο και από ηλεκτρονικές πηγές. Σε περίπτωση λογοκλοπής αποδέχομαι όλες ανεξαιρέτως τις ποινές που προβλέπουν οι εκάστοτε Κανονισμοί του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ημερομηνία:

Ονοματεπώνυμο: Ειρήνη Χάντζιου

Υπογραφή:



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Χριστοδούλου Δημήτριος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επιβλέπων

Κασιτεροπούλου Δωροθέα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Μέλος

Ζιώγας Στέργιος, Ακαδημαϊκός Υπότροφος, Μέλος



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στην ανάδειξη των προβλημάτων που προκύπτουν από πρώην χώρους λατομίας σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, εστιάζοντας κυρίως στις προοπτικές για την εναλλακτική και βιώσιμη αξιοποίησή τους μέσω άλλων χρήσεων ή συνδυασμένων χρήσεων.

Αρχικά, παρουσιάζεται το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο που αφορά στον χαρακτηρισμό, την αδειοδότηση και την λειτουργία των λατομείων, ενώ γίνεται αναφορά στην ισχύουσα μέθοδο αποκατάστασης των λατομικών χώρων σύμφωνα με τη νομοθεσία. Στη συνέχεια, εισάγεται η έννοια της «αποκατάστασης» και οι αρνητικές αλλά και θετικές επιπτώσεις μιας αποκατάστασης, όπως και χαρακτηριστικά παραδείγματα λατομείων. Τέλος, αναλύεται και μια συγκεκριμένη μελέτη αποκατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση του περιβάλλοντος, την μορφολογία του, τις ανθρωπογενείς πιέσεις καθώς και τις εργασίες αποκατάστασης που ακολούθησαν.

Τα αποτελέσματα της δείχνουν ότι η αποκατάσταση των λατομικών χώρων δεν πρέπει να θεωρείται απλώς ως μια οικονομική υποχρέωση, αλλά ως μια δέσμευση προς τις μελλοντικές γενιές, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να ζήσουν και να απολαύσουν το φυσικό περιβάλλον που εμείς έχουμε βιώσει.

Λέξεις κλειδιά

Λατομεία, αδρανή υλικά, αποκατάσταση, τοπίο, φυτεύσεις, χωροθέτηση, θεσμικό πλαίσιο αποκατάστασης λατομείων



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



SUMMARY

This thesis aims to highlight the problems arising from inactive quarrying sites in various regions of Greece, focusing mainly on the prospects for their alternative and sustainable development through other uses or combined uses.

Initially, the existing legal framework concerning the characterization, licensing and handover of quarries is presented, while reference is made to the current method of restoration of quarry sites in accordance with the legislation. Subsequently, the concept of "restoration" and the negative but also positive impacts of a restoration are introduced, as well as characteristic examples of quarries. Specifically, a specific restoration study is analyzed, taking into account the state of the environment, its morphology, anthropogenic pressures as well as the restoration works that followed.

Its results show that the restoration of quarry sites should not be seen simply as a financial obligation, but as a commitment to future generations, enabling them to live and enjoy the natural environment that we have experienced.

Keywords

Quarries, aggregates, restoration, landscape, plantings, zoning, institutional framework for quarry restoration



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κύριο Δημήτριο Χριστοδούλου, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, επιβλέποντα της εργασίας, για την ανάθεση του θέματος καθώς και για την βοήθειά του και την καθοδήγησή του κατά την εκπόνηση της εργασίας.



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	Εισαγωγή.....	10
1.1	Έννοια των όρων λατομεία – λατομικά ορυκτά.....	10
1.2	Σημασία των λατομικών ορυκτών.....	11
1.3	Λατομικά ορυκτά στον ελλαδικό χώρο.....	11
1.3.1	Μάρμαρα.....	12
1.3.2	Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα.....	13
1.4	Μια σύντομη ιστορική αναδρομή επαναχρησιμοποίησης λατομείων.....	15
2	Μέθοδοι εξόρυξης σε λατομεία.....	17
2.1	Επιφανειακή εξόρυξη.....	17
2.2	Υπόγεια εξόρυξη.....	19
3	Νομικό πλαίσιο.....	21
3.1	Λατομική Νομοθεσία.....	21
3.2	Περιβαλλοντική Νομοθεσία.....	23
3.3	Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΚΜΛΕ) και περιβαλλοντικές διατάξεις	24
4	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εξορυκτικής δραστηριότητας.....	25



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



4.1	Αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.....	25
4.1.1	Επιπτώσεις στο έδαφος και στο τοπίο.....	25
4.1.2	Ατμοσφαιρική ρύπανση.....	25
4.1.3	Ηχορύπανση.....	25
4.1.4	Επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα.....	26
4.1.5	Μεταβολή-Ρύπανση υδάτων.....	26
4.2	Μεταβλητές του περιβάλλοντος και του τοπίου που επηρεάζονται από την εξόρυξη	26
5	Αποκατάσταση λατομικών χώρων.....	29
5.1	Έννοια αποκατάστασης.....	29
5.2	Θετικές επιπτώσεις από την αποκατάσταση.....	30
5.2.1	Περιβάλλον.....	30
5.2.2	Βιοποικιλότητα.....	30
5.2.3	Οικονομικές επιπτώσεις.....	30
5.2.4	Κοινωνική Ευημερία.....	30
5.3	Προτεραιότητες αποκατάστασης.....	31
5.4	Μέθοδοι.....	33
5.5	Μεθοδολογία μελέτης αποκατάστασης χώρου εκμετάλλευσης.....	35
5.6	Μέτρα αποκατάστασης.....	37
5.6.1	Κατεδάφιση κατασκευών.....	



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



37

5.6.2	Απομάκρυνση του εδάφους στην αρχή των λατομικών δραστηριοτήτων.....	37
5.6.3	Συλλογή εδάφους.....	37
5.6.4	Αποκατάσταση βαθμίδων.....	38
5.6.5	Επιλογή ειδών.....	39
5.6.6	Αποκατάσταση των αποθέσεων των στείρων.....	40
5.6.7	Διαμόρφωση των πρανών.....	40
5.6.8	Μεθοδολογία επαναβλάστησης.....	41
5.6.9	Άλλες εναλλακτικές λύσεις επαναβλάστησης.....	43
5.7	Παραδείγματα αποκατάστασης λατομείων στον ελλαδικό χώρο.....	44
5.7.1	Υδροβιότοπος και Πάρκο Αναψυχής στο ορυχείο του Κύριου Πεδίου Πτολεμαΐδας, έργο της «ΔΕΗ Α.Ε.»	44
5.8	Λοιπές χρήσεις.....	45
5.8.1	Αποκατάσταση λατομείων στο λεκανοπέδιο της Αθήνας - Θέατρο Λυκαβηττού	45
5.8.2	Βύρωνας: Χώρος πολιτιστικών και αθλητικών δραστηριοτήτων.....	46
5.8.3	Αποκατάσταση λατομείου Αλούλα.....	47
5.8.4	Λατομείο Διονύσου.....	48
5.9	Χρήση εγκαταλειμμένων λατομείων για την ανακύκλωση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις - Αποκατάσταση ανενεργού λατομείου «Κυριακού».....	49



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



6	Μελέτη Βιομηχανικού	περίπτωσης: Ορυκτού της «Α.Ε. ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ» στη θέση «Καλύβα Βρύση» του Δήμου Πατρέων	52
6.1	Εισαγωγή.....		52
6.2	Θέση και Τεχνική Περιγραφή.....		52
6.2.1	Ποσοτικές παράμετροι εκμετάλλευσης.....		53
6.3	Κατάσταση του περιβάλλοντος στην περιοχή.....		54
6.3.1	Κλιματικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά.....		54
6.3.2	Κλιματολογικά στοιχεία και Αύξηση φυτών.....		56
6.4	Μορφολογικά και Τοπιολογικά χαρακτηριστικά.....		57
6.5	Φυσικό περιβάλλον.....		58
6.5.1	Χλωρίδα.....		58
6.5.2	Πανίδα.....		59
6.5.3	Ετήσιες μεταβολές στο φυσικό περιβάλλον.....		60
6.6	Ανθρωπογενείς πιέσεις στο περιβάλλον.....		62
6.6.1	Υπάρχουσες πηγές ρύπανσης ή άλλες πιέσεις προς το περιβάλλον.....		62
6.6.2	Εκμετάλλευση φυσικών πόρων (ορυκτές πρώτες ύλες, δασικός πλούτος, υδάτινοι πόροι, γεωργική γη κ.λπ.)		62
6.7	Εργασίες αποκατάστασης του χώρου επέμβασης.....		63
6.7.1	Επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.....		63
6.7.2	Τρόποι επαναφοράς της βλάστησης.....		64



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



6.7.3	Συντήρηση αποκατασταθέντων χώρων.....	65
7	Συμπεράσματα.....	68
7.1	Αποκατάσταση Βιοποικιλότητας.....	68
7.2	Φυσικές Τεχνικές Αναδιαμόρφωσης του Τοπίου.....	68
7.3	Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	69
7.4	Προοπτικές για Αξιοποίηση στη Βιομηχανία και τον Τουρισμό.....	69
7.5	Συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας.....	69
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά βαθμίδας

17

Σχήμα 2 Πρανές εκμετάλλευσης

18

Σχήμα 3:Μεθοδολογία μελέτης αποκατάστασης ανενεργών μεταλλευτικών-λατομικών χώρων

.

35

Σχήμα 4: Μεθοδολογία εκτίμησης εναλλακτικών χρήσεων γης

36

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Λατομείο γύψου της εταιρείας KNAUF

18

Εικόνα 2:Σχηματική διάταξη σταδιακής αποκατάστασης χώρου επιφανειακής εξόρυξης

34

Εικόνα 3 Αυτοκινούμενο όχημα υδροσποράς

42

Εικόνα 4: Παράδειγμα Υδροσποράς

43

Εικόνα 5:Υδροβιότοπος και Πάρκο Αναψυχής στο ορυχείο του Κύριου Πεδίου

Πτολεμαΐδας44 Εικόνα 6: Θέατρο Λυκαβηττού

45

Εικόνα 7: Βύρωνας Χώρος πολιτιστικών και αθλητικών δραστηριοτήτων

46

Εικόνα 8: Λατομικό κτίσμα στην περιοχή Αλούλα

47

Εικόνα 9: Λατομείο Διονύσου

48

Εικόνα 10: Event Red Bull X-Fighters στο λατομείο Διονύσου

49

Εικόνα 11: ΥΠΕΝ: Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργού λατομείου «Κυριακού»

51

Εικόνα 12:Απόσπασμα από το ΕΚΧΑ με τη θέση του λατομικού χώρου

53

Εικόνα 13: Χάρτης βιοκλιματικών ορόφων για την περιοχή της Πελοποννήσου

55

Εικόνα 14: Κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στην Πελοπόννησο

56

Εικόνα 15: Νοτιοανατολική Άποψη του λατομικού χώρου



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



66

Εικόνα 16: Άποψη του λατομικού χώρου. Στο βάθος ο Πατραϊκός κόλπος

67



1 Εισαγωγή

1.1 Έννοια των όρων λατομεία – λατομικά ορυκτά

Λατομεία είναι οι χώροι μέσα στους οποίους εξορύσσονται και παράγονται λατομικά προϊόντα όπως αδρανή υλικά, μάρμαρα, και βιομηχανικά ορυκτά. Σύμφωνα με τη λατομική νομοθεσία (Ν. 4512/2018), λατομικοί χώροι ή λατομεία είναι οι ενιαίοι χώροι για τους οποίους έχουν χορηγηθεί και βρίσκονται σε ισχύ οι προβλεπόμενες από την κείμενη νομοθεσία εγκρίσεις ή γνωστοποιήσεις: α) διενέργειας ερευνητικών εργασιών ή β) εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών.

Σύμφωνα πάλι με τη λατομική νομοθεσία (Ν. 4512/2018), λατομικά ορυκτά ονομάζονται τα ορυκτά, τα οποία δεν ανήκουν στην κατηγορία των μεταλλευμάτων ή μεταλλευτικών ορυκτών, σύμφωνα με τις διατάξεις του Μεταλλευτικού Κώδικα (Ν.Δ. 210/1973, Α' 277).

Τα λατομικά ορυκτά διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

α. Μάρμαρα και φυσικοί λίθοι

Στην κατηγορία των μαρμάρων ανήκουν διάφορα πετρώματα, ποικίλων χρωμάτων, εξορυσσόμενα σε όγκους, επιδεκτικά κοπής σε πλάκες, λείανσης και στίλβωσης, καθώς και ο πωρόλιθος, το αλάβαστρο και ο όνυχας.

Στην κατηγορία των φυσικών λίθων ανήκουν οι λαξευτοί δομικοί λίθοι, οι σχιστολιθικές και ασβεστολιθικές πλάκες και τα διακοσμητικά πετρώματα.

β. Αδρανή υλικά

Στην κατηγορία των αδρανών υλικών ανήκουν: (α) τα υλικά διαφόρων διαστάσεων, που προέρχονται από την εξόρυξη και θραύση πετρωμάτων ή την απόληψη φυσικών αποθέσεων θραυσμάτων τους και είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν όπως έχουν ή ύστερα από θραύση ή λειοτρίβηση ή ταξινόμηση για την παρασκευή σκυροδεμάτων ή κονιαμάτων ή με μορφή σκύρων ή μεγαλύτερων τεμαχίων στην οδοποιία ή λοιπά τεχνικά έργα ή οικοδομές, (β) τα υλικά που προέρχονται από την εξόρυξη ασβεστολιθικών πετρωμάτων και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ασβέστου ή υδραυλικών κονιών ή συλλιπασμάτων μεταλλουργίας, (γ) η μαρμαρόσκονη και η μαρμαροψηφίδα όταν εξορύσσονται από λατομικούς χώρους, στους οποίους, παρά το γεγονός ότι το περικλειόμενο πέτρωμα είναι επιδεκτικό κοπής σε πλάκες, λείανσης και στίλβωσης, εντούτοις δεν μπορεί να εξορυχθούν μάρμαρα σε όγκους λόγω τεκτονισμού του πετρώματος.

γ. Βιομηχανικά ορυκτά

Στην κατηγορία των βιομηχανικών ορυκτών ανήκουν όσα λατομικά ορυκτά δεν υπάγονται στις κατηγορίες των μαρμάρων και φυσικών λίθων και των αδρανών υλικών όπως: ο



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



καολίνης, ο μπεντονίτης, η κιμωλία, ο γύψος, ο περλίτης, η κίσσηρις, η θηραϊκή γη, ο χαλαζίας, η χαλαζιακή άμμος, οι ποζολάνες, οι ζεόλιθοι, καθώς και οι άργιλοι και μάργες που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, το ανθρακικό ασβέστιο, εφόσον είναι ορυκτολογικά κατάλληλο για βιομηχανική χρήση. Στην κατηγορία των βιομηχανικών ορυκτών υπάγονται και τα πετρώματα, τα οποία εξορύσσονται σε λατομικούς χώρους προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως βελτιωτικά του εδάφους για φυτικές καλλιέργειες.

1.2 Σημασία των λατομικών ορυκτών

Οι εξορυκτικές δραστηριότητες λατομικές και μεταλλευτικές αποτελούν μια πανάρχαια και παγκόσμια δραστηριότητα που είναι σχεδόν συνυφασμένη με την όλη παρουσία του ανθρώπου στη γη. Οι ανάγκες της ανθρωπότητας για κατοικία και έργα προόδου και ανάπτυξης, έχουν καταστήσει την εξόρυξη των ορυκτών πόρων συνώνυμη με την εξέλιξή της.

Ως γνωστόν η εξορυκτική βιομηχανία, περιλαμβάνει την εξόρυξη λατομικών ορυκτών, τα οποία, όπως είπαμε, διακρίνονται σε αδρανή υλικά βιομηχανικά ορυκτά, και μάρμαρα. Τα υλικά εξόρυξης είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη στον κόσμο μετά τον αέρα και το νερό. Η παγκόσμια κατανάλωση αδρανών υλικών ξεπερνά τα 40 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως. Στην Ευρώπη, η ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση αδρανών υλικών είναι 6 τόνοι, ενώ στη χώρα μας ο δείκτης αυτός περιορίζεται στους 3,8 τόνους.

Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι ο σημερινός τρόπος ζωής δεν θα ήταν εφικτός χωρίς τα λατομικά ορυκτά. Τα υλικά εξόρυξης αποτελούν τα θεμελιώδη δομικά στοιχεία των περισσότερων υποδομών, όπως κτιρίων, δρόμων, καθώς και των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης. Ως εκ τούτου, τα λατομικά ορυκτά αποτελούν το θεμέλιο της συνεχούς ανάπτυξης και συντήρησης μια χώρας, διαδραματίζοντας κρίσιμο ρόλο στην οικονομία της (Στεφανής 2022 Αντιπρόεδρος του ΣΜΕ).

1.3 Λατομικά ορυκτά στον ελλαδικό χώρο

Σήμερα, στη χώρα μας εξορύσσονται οι εξής πρώτες ύλες, κατεργασμένες ή μη: Αδρανή υλικά

Τα αδρανή υλικά ονομάζονται έτσι γιατί με την ανάμειξή τους με συγκολλητικά υλικά (κονίες) δεν συμμετέχουν ενεργά σε διαδικασίες πήξης και σκλήρυνσης. Αποτελούν το σύνολο των θραυστών υλικών, αυτών που έχουν προκύψει δηλαδή από τη θραύση όγκου πετρώματος, των φερτών υλικών ποταμών και άλλων υλικών ανόργανης σύστασης, φυσικής ή τεχνητής προέλευσης. Τα αδρανή χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με συγκολλητικά υλικά (τσιμέντο,



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



άσφαλτος, κλπ.) για σχηματισμό σκυροδέματος, ασφαλικού σκυροδέματος, οδοστρωμάτων κλπ.

Τα αδρανή υλικά προέρχονται από τη θραύση κυρίως ασβεστολιθικών πετρωμάτων ή από φυσικές αποθέσεις ποταμών και της θάλασσας. Κάποιες μικρότερες ποσότητες αδρανών προέρχονται από σκωρίες, απορρίμματα ορυχείων, θραυστά υλικά παλαιών οδοστρωμάτων κλπ. Η παραγωγή αδρανών ανέρχεται σε 45-50%, περίπου, της μεταλλευτικής δραστηριότητας στην Ελλάδα. Τα λατομεία αδρανών είναι μικρές έως μεσαίου μεγέθους εκμεταλλεύσεις. Λόγω του κόστους τους τα αδρανή υλικά έχουν περιορισμένη ακτίνα εμπορίας, ως εκ τούτου υπάρχουν διάσπαρτες εκμεταλλεύσεις πολύ κοντά ή και μέσα στον αστικό ιστό. Κρίσιμες παράμετροι αυτής της κατηγορίας εκμεταλλεύσεων θεωρούνται η ελαχιστοποίηση των οχλήσεων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας και η πρόσδοση νέων χρήσεων στο χώρο μετά το πέρας των εξορυκτικών εργασιών.

1.3.1 Μάρμαρα

Ορυκτολογικά, ο όρος μάρμαρο, αναφέρεται στα ασβεστολιθικά και δολομιτικά πετρώματα τα οποία έχουν υποστεί μεταμόρφωση λόγω υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης. Κατά τη διάρκεια της μεταμόρφωσης του ασβεστόλιθου, ο ασβεστόλιθος ανακρυσταλλώνεται και η υφή του πετρώματος αλλάζει. Με την εμπορική όμως έννοια «μάρμαρο» νοείται κάθε συμπαγές κρυσταλλικό πέτρωμα, στην ορυκτολογική σύσταση του οποίου επικρατούν τα ορυκτά με σκληρότητα 3 – 4 της σκληρομετρικής κλίμακας Mohs (ασβεστόλιθος, δολομίτης, σερπεντίνη), που επιδέχεται κοπή, λείανση και στίλβωση και που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διακοσμητικό ή/ και δομικό υλικό.

Ως ορυκτό πέτρωμα, το μάρμαρο ξεχωρίζει για την έντονη λάμψη του, κάτι που σε συνδυασμό με τη δύσκολη διαδικασία εξόρυξης του αλλά και την επεξεργασία του ακατέργαστου ορυκτού πετρώματος διαμορφώνει το υψηλό χρηματικό κόστος και την πολυτέλεια υλικού.

Γνωστά ελληνικά μάρμαρα αποτελούν τα λευκά μάρμαρα Πεντέλης και Διονύσου, τα λευκά – ημίλευκα μάρμαρα Δράμας – Καβάλας – Θάσου, τα μάρμαρα Τρανοβάλτου Κοζάνης και Νάξου καθώς και τα ξεχωριστά σε χρώμα ροζ μάρμαρα Λαύκου Πηλίου κ.ά. Τα ελληνικά μάρμαρα όπως και κάθε διακοσμητικό δημιουργήμα αποτελούμενο από ελληνικά μαρμάρινα πετρώματα συμβάλουν ενεργά στην εθνική οικονομία, κατέχοντας προνομιούχα θέση στην παγκόσμια παραγωγή μαρμάρου.

Η συνολική συνεισφορά του κλάδου μαρμάρου στην ελληνική οικονομία αποτιμάται σε 1,27 δις. ευρώ. Ο κλάδος εξόρυξης, επεξεργασίας και εμπορίας μαρμάρου αποτελείται από περίπου 670 επιχειρήσεις που απασχολούν 6.130 εργαζόμενους ενώ η έμμεση απασχόληση του κλάδου εκτιμάται 17.796 εργαζόμενους (Πηγή: Newsletter ΣΜΕ, 2022)



1.3.2 Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα

Τα κυριότερα βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα είναι:

- Μπεντονίτης. Η εξόρυξη μπεντονίτη γίνεται κυρίως στη Μήλο από την εταιρεία «IMERYS». Ο μπεντονίτης της Μήλου είναι πολύχρωμος και περιέχει Ca-μοντμοριλλονίτη σε ποσοστό πάνω από 80%, αστρίους, χαλαζία, καολινίτη και ηφαιστειακό γυαλί. Μικρότερες ποσότητες εξορύσσονται στην Κίμωλο από την εταιρεία «ΜΠΕΝΤΟΜΑΪΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΚΙΜΩΛΟΥ. Ο μπεντονίτης της Κιμώλου είναι λευκός. Ο μπεντονίτης χρησιμοποιείται ως πολφός, λειαντικό, και στεγανοποιητικό σε γεωτρήσεις πετρελαίου, ως στεγανοποιητικό και καθαριστικό τοιχωμάτων σε υδρογεωτρήσεις, ως συγκολλητικό άμμων χυτηρίου κ.α. Τα ενδεικτικά αποθέματα μπεντονίτη είναι 100 εκατ. τόνοι. Ο μπεντονίτης σε ποσοστό 98% εξάγεται στην Ε.Ε., στη Β. Αμερική, στην Κοινοπολιτεία Ανεξαρτήτων Κρατών κ.α.
- Περλίτης. Ο περλίτης εξορύσσεται στη Μήλο στις θέσεις Τράχηλας και Τσιγκράδο. Ο περλίτης είναι ένα ηφαιστειακό, υαλώδες ορυκτό, πλούσιο σε SiO₂ και έχει λευκό χρώμα. Ο περλίτης περιέχει παγιδευμένο νερό στη μάζα του, στο οποίο οφείλεται η πιο σημαντική ιδιότητα του περλίτη, που είναι η ικανότητά του να διογκώνεται σε υψηλές θερμοκρασίες. Στις θερμοκρασίες αυτές, αυξάνει τον όγκο του κατά 20 φορές έναντι του αρχικού. Χρησιμοποιείται σε θερμοηχομονωτικά πλακίδια οροφής και μονωτικά πληρωτικά υλικά και παρέχει βιομηχανικές λύσεις σε οικοδομικά υλικά και σε μέσα διήθησης. Βρίσκει επίσης χρήσεις στη γεωργία, στα χυτήρια και ως βελτιωτικό στην παραγωγή φωσφορικών λιπασμάτων.
- Περλίτης. Ο περλίτης εξορύσσεται στη Μήλο στις θέσεις Τράχηλας και Τσιγκράδο. Ο περλίτης είναι ένα ηφαιστειακό, υαλώδες ορυκτό, πλούσιο σε SiO₂ και έχει λευκό χρώμα. Χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό για την παραγωγή ελαφρών δομικών στοιχείων, για την εξυγίανση χαλαρών εδαφών, στις καλλιέργειες) και σε άλλες βιομηχανικές εφαρμογές.
- Λευκοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες, καθώς και μάρμαρα, λειοτριβημένα, ή με μορφή άμμου και χαλικιών. Αυτά τα κοιτάσματα απαντούνται κυρίως στη Μακεδονία, τη Ζάκυνθο και στις Μηνιές Κεφαλονιάς. (Σταματάκης, 2023)
- Λεπτόκοκκη γύψος. Η χώρα μας διαθέτει αποθέματα, που ανέρχονται σε μερικές εκατοντάδες εκατομμύρια τόνου. Αυτά βρίσκονται στην Κέρκυρα, Ηγουμενίτσα, Αγρίνιο, Αιτωλικό, Πρέβεζα, Ζάκυνθο, Κεφαλληνία, Κυλλήνη, Ολυμπία) Κρήτη, Ρόδο και την Καβάλα. Η γύψος εξορύσσεται στην δυτική Κρήτη, στην Αμφιλοχία στο Αιτωλικό και στη Ζάκυνθο και τη Κρήτη. Χρησιμοποιείται στην παραγωγή μορφοποιημένων δομικών



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



υλικά, όπως γυψοσανίδες, στην παραγωγή γύψου καλλιτεχνίας, οικοδομικού και γεωργικού.

- Φυσικό μίγμα των μαγνησιούχων ορυκτών χουντίτη και υδρομαγνησίτη. Το ορυκτό χουντίτης είναι ένα σπάνιο ορυκτό. Μετά την επεξεργασία του είναι λευκό προϊόν. Στην Ελλάδα, ο χουντίτης εμφανίζεται σε λιμναίους σχηματισμούς της λεκάνης της Κοζάνης. Εξορύσσεται στα Λεύκαρα Σερβίων Κοζάνης, από την εταιρία «ΛΕΥΚΑ ΟΡΥΚΤΑ» του ομίλου «SIBELCO EUROPE Minerals Plus» (www.orykta.gr). Το υλικό που διατίθεται στην αγορά είναι μίγμα χουντίτη – υδρομαγνησίτη σε ποσοστό 60% και 40% αντίστοιχα. Οι κυριότερες χρήσεις του είναι ως ως επιβραδυντικό πυρός (flame retarder) πληρωτικό (filler) στα πολυμερή, , ως εκτατικό (extender) του TiO_2 στα χρώματα και ως υλικό επικάλυψης στη χαρτοποιία. Όλη η παραγωγή του ακατέργαστου χουντίτη και το 80% του κατεργασμένου εξάγεται.
- Ποζολάνες. Είναι πυριτικά ή αργιλοπυριτικά υλικά, τα οποία όταν είναι πολύ λεπτόκοκκα και με παρουσία υγρασίας, ενώνονται χημικά με την υδράσβεστο $Ca(OH)_2$, και σχηματίζουν υδραυλικές ενώσεις. Η εξόρυξη ποζολάνης πραγματοποιείται στη Μήλο, την Κίμωλο, και στο Γυαλί. Η ποζολάνη χρησιμοποιείται ως πρόσμικτο στον ασβεστόλιθο στην παραγωγή τσιμέντου λόγω των υδραυλικών ιδιοτήτων της, αντικαθιστώντας μέρος του ασβεστόλιθου στην παραγωγή κλίνκερ, περιορίζοντας σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, που προέρχονται από το ψήσιμο του ασβεστόλιθου στις περιστροφικές καμίνους.
- Χαλαζίας και πολύμορφα του πυριτίου. Εξόρυξη χαλαζία πραγματοποιείται στη Εκμεταλλεύσεις στη Μακεδονία, Έβρο, Μήλο, Φλώρινα, Θεσσαλία, Βοιωτία. Η χαλαζιακή άμμος χρησιμοποιείται στη βιομηχανία γυαλιού και πυριτικών τούβλων ,ως λειαντικό, και σε πλήθος άλλων χρήσεων.
- Μαγνησίτης. Τα προϊόντα της κατεργασίας του μαγνησίτη είναι η καυστική και η δίπυρος μαγνησία. Εξόρυξη μαγνησίτη πραγματοποιείται στην Χαλκιδικής και στις Βόρεια Εύβοιας. Η καυστική μαγνησία χρησιμοποιείται στην κατασκευή πυριμάχων υλικών. Επίσης, χρησιμοποιείται στην κατασκευή ελαστικών, στη φαρμακοβιομηχανία και στη βιομηχανία καλλυντικών, στη σωληνουργία, στη γεωργία ως βελτιωτικό εδαφών, στην παραγωγή ζωοτροφών και λιπασμάτων και αλλού. Η δίπυρος μαγνησία είναι πυρίμαχο υλικό υψηλού βαθμού και χρησιμοποιείται κύρια στην κατασκευή πυρίμαχων τούβλων. Η Ελλάδα είναι από τις μεγαλύτερες παραγωγούς σε Ευρωπαϊκή και διεθνή κλίμακα όπως φαίνεται παρακάτω:
 - Μοναδικός παραγωγός χουντίτη-υδρομαγνησίτη στην Ευρώπη
 - 2η στην παγκόσμια παραγωγή ελαφρόπετρας
 - 3η στην παγκόσμια παραγωγή περλίτη



- 5η στην παγκόσμια παραγωγή μπεντονίτη
- 10η στην παγκόσμια παραγωγή μαγνησίτη

1.4 Μια σύντομη ιστορική αναδρομή επαναχρησιμοποίησης λατομείων

Υπάρχουν αρκετά ιστορικά παραδείγματα επαναχρησιμοποίησης λατομείων αυτών για ωφελμιστικούς σκοπούς. Πρόσφατα, λόγω της αυξανόμενης ευαισθησίας για περιβαλλοντικά ζητήματα, η δυνατότητα οικολογικής επαναχρησιμοποίησης ξεπερνά το όφελος. Αρχικά, ένας από τους πιο συχνούς τρόπους επαναχρησιμοποίησης χώρων εξόρυξης που εμφανίζεται στην ιστορία είναι τα νεκροταφεία, δηλαδή οι κατακόμβες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν μια από τις πιο σημαντικές περιπτώσεις σε αυτόν τον τομέα.

Ο όρος «κατακόμβη» γεννήθηκε στη Ρώμη και προέρχεται από το «catacumbas», δηλαδή «στην κοιλότητα» για το ταφικό συγκρότημα S. Sebastiano στη Via Appia που βρίσκεται μέσα σε ένα αρχαίο λατομείο πέτρας. Η χρήση ενός σημαντικού αριθμού εγκαταλελειμμένων λατομείων (τάφρου, πηλού και πέτρας) έγινε κοινή συνήθεια στη ρωμαϊκή εποχή για την ταφή των νεκρών, για τον εορτασμό θρησκευτικών τελετουργιών και για την απόδραση από τους διωγμούς (Aliberti, L., 2015).

Για αυτό το είδος επαναχρησιμοποίησης, τα λατομεία υπέστησαν ελάχιστες επεμβάσεις και μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις αναδιαμορφώθηκαν και τοιχογραφήθηκαν, όπως για παράδειγμα οι κατακόμβες Priscilla στη Ρώμη (Cifani, G., 2008).

Η πόλη της Νάπολης, για παράδειγμα, εκμεταλλεύτηκε, από τη ρωμαϊκή εποχή, τα υπόγεια λατομεία τάφρου, για να μεταφέρει νερό από τον ποταμό Σερίνο. Αυτή η επιχείρηση επέτρεψε τη δημιουργία δεξαμενών, συνδεδεμένων μεταξύ τους, για την ύδρευση της πόλης μέχρι τον δέκατο έβδομο αιώνα, πριν εκκενωθούν (λόγω κατασκευής νέου υδραγωγείου) και επαναχρησιμοποιηθούν ως νεκροταφεία και καταφύγια. Στο Παρίσι, το les Carrieres, ρωμαϊκά λατομεία ασβεστόλιθου, μετατράπηκαν σε οστεοφυλάκια της πόλης για να λυθεί το πρόβλημα τάφων στα γειτονικά νεκροταφεία. Στις Συρακούσες της Ιταλίας υπάρχουν αρκετά παραδείγματα αρχαίων λατομείων πέτρας όπου οι Έλληνες εξήγαγαν όλο το απαραίτητο υλικό για την κατασκευή ναών, δρόμων, τειχών και άλλων έργων. Μερικοί από αυτούς τους λάγκους χρησιμοποιήθηκαν επίσης για τη φυλάκιση σκλάβων και εγκληματιών και, σε νεότερους χρόνους, έγιναν κατοικίες για τις πιο ταπεινές τάξεις μέχρι τώρα, όπου έχουν μετατραπεί σε κήπους (Aliberti, L., 2015).

Κατά τη διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου, οι Αυστριακοί άνοιξαν το πρώτο στρατόπεδο για αιχμαλώτους πολέμου στο λατομείο του Wiener Graben, που χρησιμοποιούνταν για την εξόρυξη βιεννέζικου γρανίτη για την πλακόστρωση των δρόμων της Βιέννης. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, αμέτρητα ανενεργά λατομεία



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



αποκαταστάθηκαν και επαναχρησιμοποιήθηκαν ως καταφύγια αεροπορικών επιδρομών, όπως συνέβη στο Colleferro, στην Ιταλία. Πολλοί που εγκαταστάθηκαν σε αυτά τα καταφύγια έκαναν τον χώρο πιο άνετο, καλύπτοντας τους τοίχους με ασβέστη για θέματα υγιεινής και κεραυνών. Μετά την απελευθέρωση, τα καταφύγια αεροπορικής επιδρομής επαναχρησιμοποιήθηκαν εν μέρει ως κήποι μανιταριών. Οι ίδιοι χώροι υπήρχαν και στη Νάπολη, με τη διαφορά τους να είναι πως ήταν πιο εξοπλισμένοι. Τα παραδείγματα που αναφέρθηκαν παραπάνω δείχνουν πως η επαναχρησιμοποίηση των λατομείων αυτών έγινε χωρίς να υπάρξει καμία περιβαλλοντική και οικολογική ενασχόληση ή οποιαδήποτε έννοια αποκατάστασης του τοπίου.

Η προσέγγιση του τοπίου παρουσιάστηκε κατά την εποχή της αναγέννησης στη Φλωρεντία με την ανάκτηση των λατομείων σε κήπους. Ο κήπος Boboli είναι σήμερα ο μεγαλύτερος χώρος πρασίνου μέσα στα τείχη της Φλωρεντίας. Ο λόφος Boboli χρησιμοποιήθηκε ως λατομείο πέτρας για την πρώτη πλακόστρωση των δρόμων της πόλης και την κατασκευή των ανακτόρων της πόλης, όπως το παλάτι Pitti. Το ίδιο μοντέλο της Φλωρεντίας υιοθετήθηκε στο Παρίσι με το έργο για τον κήπο Buttes-Chaumont, στο Βανκούβερ με την υλοποίηση του πάρκου Queen Elizabeth και στην Ischia (Ιταλία) με τη δημιουργία των κήπων La Mortella. Κάθε μια από τις περιπτώσεις αυτές βασίστηκε στη μετατροπή αρχαίων λατομείων σε πάρκα (Crutzen, P.J., 2005.)

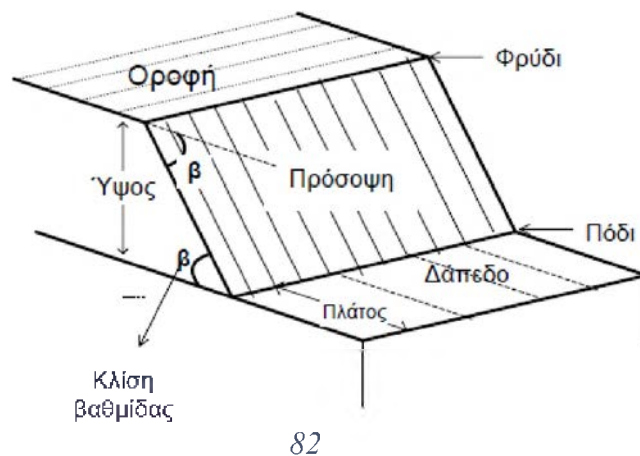


2 Μέθοδοι εξόρυξης σε λατομεία

2.1 Επιφανειακή εξόρυξη

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών στην Ελλάδα είναι αυτή της επιφανειακής εκμετάλλευσης με ειδικά όσον αφορά στα μάρμαρα και στα αδρανή υλικά. Οι ανοικτές βαθμίδες αναπτύσσονται όταν η εκμετάλλευση πραγματοποιείται στην πλαγιά ενός λόφου. Η μορφή του λατομείου προσαρμόζεται στις εκάστοτε γεωμορφολογικές συνθήκες και στις ιδιαιτερότητες του κοιτάσματος.

Κάθε βαθμίδα αποτελείται από δύο ελεύθερες επιφάνειες: μία οριζόντια και μία κατακόρυφη ή κεκλιμένη με μεγάλη κλίση. Κάθε βαθμίδα αποτελεί μονάδα παραγωγής και χαρακτηρίζεται με βάση την κλίση, το πλάτος, το ύψος, το φρύδι και το πόδι (Σχήμα 1). Το μήκος και η κατεύθυνση προς την οποία αναπτύσσεται η βαθμίδα εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος, τη μορφολογία της περιοχής και το βάθος (Μενεγάκη 2010).



82

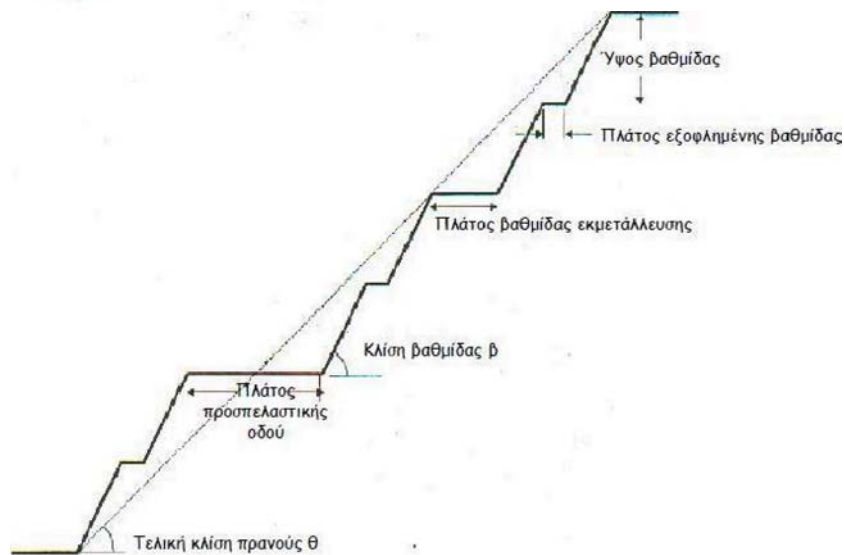
Σχήμα 1: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά βαθμίδας

(<https://www.orykta.gr/ekmetalleusi-emploutismos/ypaithries-epifaniakes-ekmetalleyseis>)

Άλλο σημαντικό στοιχείο για τις επιφανειακές εκμεταλλεύσεις με ανοιχτές βαθμίδες είναι η κλίση του πρανούς εκμετάλλευσης. Είναι η κλίση που έχουν τα πρανή της εκμετάλλευσης προς το οριζόντιο επίπεδο οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης. Μέγιστη, τελική ή οριακή κλίση είναι η κλίση στην οποία μπορεί να φθάσει με ασφάλεια η εκμετάλλευση κατά την τελική φάση.



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Σχήμα 2 Πρανές εκμετάλλευσης

(<https://www.orykta.gr/ekmetalleusi-emploutismos/ypaithries-epifaniakes-ekmetalleyseis/>)

Η εξόρυξη γίνεται με χρήση εκρηκτικών υλών για τις εκμεταλλεύσεις αδρανών υλικών ή βιομηχανικών ορυκτών που απαντούν σε σκληρούς σχηματισμούς, ενώ η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων μαρμάρου πραγματοποιείται ειδικά τα τελευταία χρόνια σχεδόν αποκλειστικά με μηχανική εξόρυξη (κυρίως συρματοκοπή).

Η εκμετάλλευση βιομηχανικών ορυκτών γίνεται ως επί το πλείστον με επιφανειακές μεθόδους και πιο συγκεκριμένα με την μέθοδο των ορθών βαθμίδων. Η εξόρυξη γίνεται και στην συγκεκριμένη περίπτωση είτε με τη χρήση εκρηκτικών υλών είτε συνηθέστερα με την χρήση μηχανικών μέσων, σε περιπτώσεις όπου τα κοιτάσματα είναι χαμηλής αντοχής. Το ύψος των βαθμίδων κυμαίνεται από 3-8 m, ενώ το πλάτος τους είναι περί τα 6 m.

Χαρακτηριστική εικόνα επιφανειακής τέτοιας εκμετάλλευσης με ανοιχτές βαθμίδες είναι το λατομείο γύψου που εκμεταλλεύεται η εταιρεία KNAUF στην Κωνωπίνα του Δήμου Ακτίου- Βόνιτσας. Η εκμετάλλευση γίνεται με τη χρήση εκρηκτικών. Στην φωτογραφία διακρίνονται βαθμίδες στις οποίες γίνεται εξόρυξη και άλλες στις οποίες έχει πραγματοποιηθεί περιβαλλοντική αποκατάσταση.

Εικόνα 1: Λατομείο γύψου της εταιρείας KNAUF



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Οι εκμεταλλεύσεις αδρανών υλικών γίνονται ως επί το πλείστον μέσα σε λατομικές περιοχές, οι οποίες θεσμοθετήθηκαν μετά τη δημοσίευση του Ν. 1428/1984. Συνήθως, στις εκμεταλλεύσεις αδρανών γίνεται μικρή ή μηδενική αποκάλυψη του κοιτάσματος, καθώς τις περισσότερες φορές η εκσκαφή γίνεται ευθύς εξ' αρχής επί του (ασβεστολιθικού συνήθως) κοιτάσματος.

Τα λατομεία αναπτύσσονται με την σταδιακή δημιουργία βαθμίδων για την απόληψη του κοιτάσματος και με εκμετάλλευση από πάνω προς τα κάτω έως ότου η εκμετάλλευση φτάσει στο κατώτερο σημείο της. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος των βαθμίδων, σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε. ανέρχεται σε 15 μέτρα και συνήθως κυμαίνεται μεταξύ των 10 και 15 μέτρων, με πλάτος 10 m περίπου κατά τη φάση της λειτουργίας, και 6 m κατά την τελική τους διαμόρφωση. Συνήθως ορύσσονται με μια μικρή κλίση ως προς την κατακόρυφο, έχοντας γωνία περί τις 75°-80°. Το τελικό πρυνές που δημιουργείται συνήθως έχει τελική κλίση άνω των 60°.

Οι εκμεταλλεύσεις μαρμαροφόρων κοιτασμάτων γίνονται, κυρίως, τόσο με επιφανειακή αλλά πλέον και με υπόγεια εξόρυξη. Οι υπαίθριες εκμεταλλεύσεις των λατομείων μαρμάρου πραγματοποιούνται με τη μέθοδο των ορθών βαθμίδων.

Η εξόρυξη πραγματοποιείται κατά βάση με χρήση συστήματος συρματοκοπής για την αποκοπή των «πάγκων» μεγάλων διαστάσεων από το μητρικό πέτρωμα, οι οποίοι στη συνέχεια τεμαχίζονται σε όγκους εμπορεύσιμων διαστάσεων. Η κοπή ουσιαστικά του πετρώματος από την αρχική του θέση δημιουργεί χαρακτηριστικές γεωμετρικές δομές. Η εξόρυξη του μαρμαροφόρου όγκου περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια: 1) αρχική κοπή (κοπή όγκων μεγάλων διαστάσεων από τη βαθμίδα) 2) αποκόλληση και μετακίνηση (ανατροπή) των όγκων, χωρισμός σε μικρότερους όγκους, φόρτωση, μεταφορά και τελικά κατεργασία.

2.2 Υπόγεια εξόρυξη

Η υπόγεια εξόρυξη λατομικών ορυκτών στην σύγχρονη εποχή ξεκίνησε από την δεκαετία του '90 στο λατομείο του Διονύσου Αττικής και στη συνέχεια στο Βόλακα Δράμας. Πλέον, πραγματοποιούνται υπόγειες εκμεταλλεύσεις με τη μέθοδο «θαλάμων και στύλων κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα, στο Βόλακα Δράμας και στο Νευροκόπι Δράμας.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι και κατά την αρχαιότητα αναφέρεται η ύπαρξη των υπόγειων εκμεταλλεύσεων μαρμάρου στο νησί της Πάρου, όπου υφίστατο εκμετάλλευση ο «λυχνίτης λίθος», παριανό μάρμαρο που εξορυσσόταν με τη βοήθεια λύχνων για το φωτισμό των υπογείων ανοιγμάτων, καθώς και σε περιοχή κοντά στην αρχαία Έφεσο στην Μικρά Ασία.

Τα ογκομάρμαρα αποτελούν το κύριο προϊόν της εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων μαρμάρου. Τα ογκομάρμαρα είναι οι ορθογωνισμένοι όγκοι μαρμάρου (σχήμα ορθογώνιου



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



παραλληλεπipedου), σε αντίθεση με το ακανόνιστο σχήμα των αδιαμόρφωτων όγκων («ξοφάρια» ή «ογκοξόφαρα») και προορίζονται, κυρίως, για κοπή σε πλάκες και, στη συνέχεια, για παραγωγή τελικών προϊόντων από φυσικούς λίθους. Το ορθογωνισμένο σχήμα τους επιβάλλεται από την ανάγκη περιορισμού των απωλειών (φύρας) κατά την επεξεργασία των όγκων στα σχιστήρια για την παραγωγή πλακών.



3 Νομικό πλαίσιο

3.1 Λατομική Νομοθεσία

Η λατομική νομοθεσία διέπεται από το Νόμο 4512/2018 (Μέρος Β΄ Έρευνα και εκμετάλλευση λατομικών ορυκτών και άλλες διατάξεις). Με τον Νόμο αυτό καθορίζονται μεταξύ άλλων:

- ✓ οι κατηγορίες των λατομικών ορυκτών,
- ✓ σε ποιον ανήκει το δικαίωμα έρευνας και εκμετάλλευσης,
- ✓ ο τρόπος παραχώρησης του δικαιώματος,
- ✓ περιγράφεται η διαδικασία καθορισμού λατομικών περιοχών,
- ✓ η ενεργοποίησή τους μέσω δημοπρασίας,
- ✓ η έρευνα και η εκμετάλλευση λατομείων βιομηχανικών ορυκτών, μαρμάρων και φυσικών λίθων,
- ✓ ο τρόπος εκμίσθωσης των δημόσιων και δημοτικών λατομείων,
- ✓ η υποχρέωση περιβαλλοντικής αποκατάστασης και
- ✓ άλλα θέματα (έλεγχος της εκμετάλλευσης και κυρώσεις, λύση της σύμβασης μίσθωσης κλπ).

Σύμφωνα με το άρθρο 13 του Νόμου, οι εκμεταλλευτές των λατομείων οφείλουν να προβούν σε περιβαλλοντική αποκατάστασή τους σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων. Η αποκατάσταση αυτή πραγματοποιείται σταδιακά εντός του χρόνου ισχύος της νόμιμης λειτουργίας.

Οι εκμεταλλευτές των λατομείων είναι υποχρεωμένοι να καταθέτουν εγγυητική επιστολή αορίστου χρονικής ισχύος για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων, που απορρέουν από τις αποφάσεις έγκρισης περιβαλλοντικών όρων. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης του εκμεταλλευτή στις υποχρεώσεις για τις οποίες εκδόθηκε η εγγυητική επιστολή, η εγγυητική επιστολή καταπίπτει υπέρ ειδικού λογαριασμού στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας υπό τη διαχείριση του Πράσινου Ταμείου.

Επίσης ο Νόμος 4442/2016 (ΦΕΚ 230/Α΄ 7.12.2016): *Νέο θεσμικό πλαίσιο για την άσκηση οικονομικής δραστηριότητας και άλλες διατάξεις*, αφορά και την εξορυκτική δραστηριότητα εντάσσοντας αυτήν στο καθεστώς έγκρισης και γνωστοποίησης. Τα άρθρα 57-67



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



N.4442/2016 (11 άρθρα) αναφέρονται στην απλοποίηση της λατομικής δραστηριότητας και τα άρθρα 68-76



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



(9 άρθρα) του Ν.4442/2016 αναφέρονται στην απλοποίηση της μεταλλευτικής δραστηριότητας.

Με την Υ.Α. Δ7/Α/οικ. 12050/2223/2011 (Φ.Ε.Κ. 1227/Β' 14.6.2011) ήρθε σε ισχύ ο νέος Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (Κ.Μ.Λ.Ε.). Με τον κανονισμό ρυθμίζονται μεταξύ άλλων:

- θέματα διοικητικής μέριμνας,
- επίβλεψης υγείας εργαζομένων,
- εκπαίδευσης προσωπικού,
- γενικά μέτρα ασφάλειας, προστασίας εργαζομένων από φυσικούς και χημικούς παράγοντες στο εργασιακό περιβάλλον,
- θέματα αποθήκευσης, μεταφοράς και χρήσης εκρηκτικών υλών,
- θεσμοθετούνται διατάξεις για τις υπόγειες εκσκαφές και εργασίες καθώς και για τις επιφανειακές εκσκαφές.

Ειδικότερα, για τις επιφανειακές εκσκαφές καθορίζονται τιμές για τη γωνία πρानούς της εκσκαφής. Η γωνία πρανούς πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μη δημιουργείται κίνδυνος κατολίσθησης ή κατακρήμνισης. Απαγορεύεται, σε κάθε περίπτωση, η εκσκαφή με γωνία πρανούς μεγαλύτερη από 90° (αρνητική κλίση πρανούς). Η γωνία πρανούς της εκσκαφής για συνεκτικά και υγιή πετρώματα, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 60°. Κατ' εξαίρεση, η γωνία αυτή μπορεί να αυξάνεται μέχρι τις 70°, εφόσον εφαρμόζονται ειδικά μέτρα ή μέθοδοι (π.χ. πρότμηση απαλή όρυξη κ.λπ.). Η γωνία πρανούς της εκσκαφής, σε όλες τις φάσεις εργασίας, για σαθρά, αμμώδη, προσχωσιγενή και γενικά επιρρεπή σε κατολίσθηση πετρώματα, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 45°.

Κάθε εκσκαφή, για την ασφαλή και ορθολογική εκτέλεση της εργασίας, πρέπει να υποδιαιρείται σε βαθμίδες ύψους, το πολύ, 15 m. Ο καθορισμός του πλάτους της βαθμίδας γίνεται με βάση το κριτήριο της ασφαλούς και ορθολογικής λειτουργίας του μηχανικού εξοπλισμού που απασχολείται. Στις ενδιάμεσες φάσεις εργασίας, το πιο πάνω πλάτος δεν μπορεί να είναι μικρότερο, για την περίπτωση απασχόλησης τροχοφόρων μηχανημάτων, από 12 m, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις, από 6 m. Ειδικά στα λατομεία μαρμάρου, στα οποία η εξόρυξη γίνεται αποκλειστικά με συρματοκοπή, το πλάτος της εγκαταλειπόμενης βαθμίδας μπορεί, ανάλογα με το βαθμό τεκτονισμού και τη συνεκτικότητα του πετρώματος, να περιοριστεί στα 4 m. Η διαμόρφωση των βαθμίδων, σε κάθε περίπτωση, αρχίζει από τα υψηλότερα σημεία της εκσκαφής και προχωράει διαδοχικά στα χαμηλότερα. Η εξόρυξη στην υψηλότερη βαθμίδα, πρέπει να σταματάει σε απόσταση, το λιγότερο, 8 m από τα όρια του λατομικού χώρου.



3.2 Περιβαλλοντική Νομοθεσία

Σχετικά με την περιβαλλοντική νομοθεσία, η πρώτη σοβαρή νομοθετική προσπάθεια επιχειρείται με το Ν. 1650/1986 «Για την προστασία του περιβάλλοντος». Ο νόμος αυτός αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος, με την καθιέρωση μηχανισμών αποτροπής της ρύπανσης ή της υποβάθμισης αυτού και με τη λήψη όλων των αναγκαίων, για το σκοπό αυτό, προληπτικών μέτρων.

Ο νόμος-πλαίσιο 1650/1986 αποτελεί το βασικό νομοθετικό εργαλείο με το οποίο μεταφράζονται σε πράξη και ρυθμιστικές αρχές το άρθρο 24 του Συντάγματος και ειδικότερα οι διατάξεις περί υποχρέωσης του κράτους στην περιβαλλοντική προστασία, η οποία αναγνωρίζεται ως θεμελιώδης και αναπόσπαστο μέρος της πολιτιστικής και αναπτυξιακής διαδικασίας και πολιτικής. Οι διατάξεις του συνταγματικού αυτού νόμου ουσιαστικά θέτουν τις βάσεις έτσι ώστε το κράτος και οι μηχανισμοί του να μπορέσουν να υλοποιήσουν συγκεκριμένες δράσεις και έργα για την προστασία του περιβάλλοντος. Οι βασικές του διατάξεις αφορούν τα ακόλουθα θέματα:

- Προστασία του περιβάλλοντος από έργα: Θεσπίζονται οι κανόνες και τίθενται οι προϋποθέσεις για την έγκριση περιβαλλοντικών όρων έργων και ορίζονται οι προδιαγραφές για τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.
- Προστασία του περιβάλλοντος από τη ρύπανση: Θεσπίζεται η δυνατότητα του κρατικού μηχανισμού να θέσει όρια, να παρακολουθεί την ποιότητα και να επιβάλει μέτρα για την προστασία της ατμόσφαιρας, των νερών, του εδάφους, και την μείωση των στερεών αποβλήτων, των συσκευασιών προϊόντων, του θορύβου, των επικίνδυνων ουσιών και της ραδιενέργειας.
- Προστασία της φύσης και του τοπίου: Θεσπίζονται τα κριτήρια και η διαδικασία χαρακτηρισμού περιοχών (απόλυτης προστασίας, προστασίας, εθνικά πάρκα, προστατευόμενα τοπία, κτλ) καθώς και οι αρχές προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος. Επίσης προβλέπεται η προστασία αυτοφυών ειδών χλωρίδας και πανίδας.
- Υπηρεσίες Περιβάλλοντος: Θεσμοθετούνται οι πρώτες υπηρεσίες περιβάλλοντος και τίθενται οι βάσεις για την λειτουργία ελεγκτικών μηχανισμών.
- Κυρώσεις και αστική ευθύνη: Προβλέπεται η δυνατότητα επιβολής κυρώσεων για παράβαση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

Από το 1986 το νομικό πλαίσιο προστασίας του περιβάλλοντος έχει συμπληρωθεί με άλλους νόμους καθώς και Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις (ΚΥΑ) και Προεδρικά Διατάγματα (ΠΔ). Επιπλέον, η Ελλάδα έχει κυρώσει με νόμους, ΚΥΑ και ΠΔ πολλές διεθνείς συμβάσεις και



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



ενσωματώσει στο εθνικό της δίκαιο Κοινοτικές Οδηγίες της ΕΕ. Ακόμη υπάρχει σειρά διοικητικών και κανονιστικών πράξεων που ορίζουν τις περιβαλλοντικές υποχρεώσεις και ευθύνες. Σημαντικό, επίσης, ρόλο στην εδραίωση του περιβαλλοντικού δικαίου στην Ελλάδα έχουν και οι αποφάσεις των δικαστηρίων. Ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί στη νομολογία του Συμβουλίου της Επικρατείας (ΣτΕ) και ειδικά του Ε΄ Τμήματος το οποίο αποτελεί τον περιβαλλοντικό θεσμοφύλακα της χώρας.

3.3 Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΚΜΛΕ) και περιβαλλοντικές διατάξεις

Ο νέος Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΚΜΛΕ) (Υπουργική Απόφαση Δ7/Α/οικ.12050/2223 (ΦΕΚ 1227 Β΄ 2011) έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στην προστασία του περιβάλλοντος και πιο συγκεκριμένα στα άρθρα 89 και 90.

Στο Άρθρο 89 προβλέπεται ότι η προστασία του περιβάλλοντος, αποτελεί υποχρέωση του εκμεταλλευτή που επιβάλλεται να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα σχετικά μέτρα και οι μεταλλευτικές και λατομικές εργασίες, πρέπει να σχεδιάζονται και να εκτελούνται με ορθολογικό τρόπο σύμφωνα με τους κανόνες της επιστήμης και της τεχνικής ώστε να αποφεύγεται η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, πέρα από το απόλυτα αναγκαίο μέτρο, και να λαμβάνονται μέτρα, για την πρόληψη ή μείωση παντός είδους δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ιδιαίτερα στον αέρα, στο νερό, στο έδαφος, στην πανίδα, στη χλωρίδα, στο τοπίο, καθώς και τυχόν επακόλουθων κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία.

Στο Άρθρο 90 μεταξύ άλλων γίνεται μνεία σε μέτρα προστασίας και αποκατάστασης. Η χωροθέτηση των λατομείων καθώς και οι επιφανειακές εκσκαφές πρέπει να πραγματοποιούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να προκαλείται η μικρότερη δυνατή αισθητική αλλοίωση του τοπίου. Η φυτική γη πρέπει να εξορύσσεται, να αποτίθεται και να διατηρείται για μελλοντική επαναχρησιμοποίηση. Η διαχείριση των εξορυκτικών αποβλήτων θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με την ΚΥΑ 39624/2209/Ε103 (ΦΕΚ 2076/Β/25-9-2009). Η διαχείριση των λοιπών αποβλήτων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες σχετικές διατάξεις. Η τελική μορφή της αποκατάστασης, πρέπει να εναρμονίζεται με το ευρύτερο περιβάλλον. Πριν την έναρξη των εξορυκτικών εργασιών καθίσταται υποχρεωτική η οριοθέτηση τυχόν υδατορεμάτων που υπάρχουν εντός του λατομικού χώρου, σύμφωνα με το άρθρο 5 του Ν. 3010/2002.



4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εξορυκτικής δραστηριότητας

4.1 Αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον

Τα τοπία μετά την εξόρυξη συχνά διαφέρουν δραματικά από εκείνα πριν από την εξόρυξη όσον αφορά τη γεωμορφολογική δομή και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας και τη διαθεσιμότητα των πόρων (Haase and Rosenberg, 2003).

4.1.1 Επιπτώσεις στο έδαφος και στο τοπίο

Η εξόρυξη προκαλεί τον κατακερματισμό και συμβάλλει στην καταστροφή οικοτόπων λόγω φυσικής αλλοίωσης του τοπίου. Επίσης, συμβάλλει στη διάβρωση και υποβάθμιση του εδάφους από την απομάκρυνση της βλάστησης και του επιφανειακού εδάφους καθώς και στην απώλεια γονιμότητας και μειωμένη ποιότητα του εδάφους.

4.1.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Η σκόνη από τα λατομεία είναι μια σημαντική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης, αν και η σοβαρότητα εξαρτάται από το μικροκλίμα της περιοχής, την συγκέντρωση σωματιδίων σκόνης στον αέρα, το μέγεθος των σωματιδίων σκόνης και η χημική τους σύσταση, για παράδειγμα τα λατομεία ασβεστόλιθου παράγουν πολύ αλκαλικές (και αντιδραστικές) σκόνες, ενώ τα ανθρακωρυχεία παράγουν όξινη σκόνη.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση δεν αφορά μόνο την εναπόθεση ατμοσφαιρικών ρύπων σε επιφάνειες αλλά και πιθανές επιπτώσεις στην υγεία, ιδιαίτερα για όσους έχουν αναπνευστικά προβλήματα, αλλά μπορεί επίσης να έχει επιπτώσεις στην χλωρίδα.

Εκτός από την ατμοσφαιρική ρύπανση που σχετίζεται με τη σκόνη, η εξόρυξη συμβάλλει, επίσης, στις εκπομπές άνθρακα μέσω της χρήσης μηχανημάτων, μεταφοράς υλικών και της επεξεργασίας λίθων. Αυτές οι δραστηριότητες απελευθερώνουν αέρια θερμοκηπίου, συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή.

4.1.3 Ηχορύπανση

Δυστυχώς, η εξόρυξη περιλαμβάνει διάφορες δραστηριότητες που παράγουν σημαντικές ποσότητες θορύβου αρχής γενομένης από τις προπαρασκευαστικές δραστηριότητες, όπως η δημιουργία οδικής ή σιδηροδρομικής πρόσβασης και η κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας ορυκτών. Επιπλέον, συμβάλλουν η εκσκαφή των υλικών, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται μέθοδοι ανατινάξεων και στη συνέχεια η μεταφορά των υλικών, καθώς και οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας για τη σύνθλιψη και την ταξινόμησή τους.



4.1.4 Επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα

Η εξόρυξη συμβάλλει στην υποβάθμιση των οικοτόπων και των ειδών που υποστηρίζουν. Ακόμη και αν οι οικοτόποι δεν καταστραφούν άμεσα με εκσκαφές, μπορεί να επηρεαστούν έμμεσα και να καταστραφούν από περιβαλλοντικές επιπτώσεις – όπως αλλαγές στα υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα.

4.1.5 Μεταβολή-Ρύπανση υδάτων

Τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα μπορεί να επηρεαστούν λόγω της υπεράντλησης για τις ανάγκες του λατομείου σε νερό. Επίσης, το νερό από τις εργασίες λατομείου μπορεί να περιέχει στερεά που θα μπορούσαν να προκαλέσουν ρύπανση των υδάτων, να επηρεάσουν την υδρόβια πανίδα ή να προκαλέσουν πλημμύρες φράσσοντας κανάλια. Η απορροή νερού από το λατομείο μπορεί να περιέχει στερεά που μέσω της μεταφοράς τους θα μπορούσαν, ως ιζήματα, να προκαλέσουν ρύπανση των υδάτων, να πνίξουν την υδρόβια ζωή ή να προκαλέσουν πλημμύρες φράσσοντας κανάλια

(Πηγή:<https://organicnaturalpaint.co.uk/blogs/the-impact-of-quarrying-cause-and-effect/>). (Κασσιός Κ., 2006, Επιπτώσεις στο περιβάλλον και οι Τεχνικοί)

4.2 Μεταβλητές του περιβάλλοντος και του τοπίου που επηρεάζονται από την εξόρυξη

Μεταβλητές περιβάλλοντος ονομάζονται οι φυσικοί παράγοντες που αλλάζουν τιμές μέσα στο χρόνο σε αντίθεση με εκείνους που παραμένουν σταθεροί. Παρακάτω θα αναφερθούν οι φυσικές παράμετροι της περιοχής που πρέπει να αναλυθούν όταν πρόκειται να πραγματοποιηθεί λατομική εκμετάλλευση. Οι παράμετροι αυτές είναι:

- Φυσιογραφία – Γεωμορφολογία – Ανάγλυφο: Φυσιογραφία είναι η εξωτερική εμφάνιση του χώρου από πλευράς επιπέδων, εξάρσεων, υφέσεων, χαραδρώσεων, κλίσεων, αυτό δηλαδή που, επίσης, συχνά το αποκαλούμε με τον γενικό όρο ανάγλυφο. Πριν την εξόρυξη θα πρέπει να εκτιμηθούν εκείνα τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά του χώρου που ή είναι μοναδικά και πρέπει να προστατευτούν π.χ. γεωμορφολογικοί σχηματισμοί, ή παρουσιάζουν προβλήματα π.χ. μεγάλες κλίσεις και ευδιάβρωτα εδάφη και θα πρέπει να τύχουν προστασίας ή αποκατάστασης.
- Γεωλογία: Οι γεωλογικές παράμετροι της περιοχής, όπως η δομή, το βάθος, το πάχος και η στρωματογραφία της, αποτελούν τη βάση για το σχεδιασμό εναλλακτικών σχεδίων, τα οποία συμπεριλαμβάνουν και το σχεδιασμό των αποθέσεων των στείρων.
- Εδάφη: Έδαφος είναι το χαλαρό εκείνο τμήμα της επιφάνειας της γης που έχει



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες ικανές να συντηρήσουν τη βλάστηση. Τα εδάφη αποτελούν ένα φυσικό πόρο που θεωρείται μη αναλώσιμος, και είναι πολύτιμος για την υποστήριξη κάθε βιολογικής δραστηριότητας, αφού συνιστά τον βασικό παράγοντα που στηρίζει τα φυτά. Τα εδάφη σε αντίθεση από τα μητρικά πετρώματα παρουσιάζουν ειδικές μηχανικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες και αποτελούν ζωντανά, δυναμικά συστήματα. Τα εδάφη ανάλογα με τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, το βάθος τους και την εξέλιξη τους, ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες και τύπους. Η προέλευση και εξέλιξη τους είναι συνυφασμένη με το είδος του μητρικού πετρώματος, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τα είδη της βλάστησης που υπάρχουν, αλλά και τη φυσιογραφία της περιοχής, καθώς και το αποτέλεσμα άλλων δυναμικών φαινομένων (αποθέσεων, διαβρώσεων κλπ). Η χαρτογράφηση των εδαφών γίνεται με τον προσδιορισμό του βάθους, του τύπου και των ιδιοτήτων τους και συνιστούν εργασία που πρέπει να προηγείται κάθε εξορυκτικής δραστηριότητας. Πριν από την επέμβαση στις περιοχές που έχουν επιλεγεί, θα πρέπει να εξασφαλιστεί η προσεκτική απομάκρυνση και ασφαλής αποθήκευση των εδαφών προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν. Επειδή όμως η επαναχρησιμοποίηση τους μπορεί να γίνει μετά από αρκετά χρόνια και δεδομένου ότι το έδαφος είναι ένα βιολογικά ενεργό σύστημα, απαιτείται προσοχή στην αποθήκευσή τους και στη φροντίδα να διατηρηθούν οι βιολογικές ιδιότητες του εδάφους, γεγονός που απαιτεί συχνή προσθήκη νερού ή λιπασμάτων. Η εναπόθεση των εδαφών γίνεται συνήθως πλησίον των χώρων εξόρυξης, προκειμένου να μειωθούν οι δαπάνες μεταφοράς αργότερα, στην φάση της αποκατάστασης.

- **Κλίμα:** Οι κλιματολογικές συνθήκες καθορίζουν τις κατάλληλες περιόδους φύτευσης. Το ύψος βροχόπτωσης αλληλεπιδρά με αρκετούς άλλους παράγοντες, όπως την ατμοσφαιρική πίεση, τη θερμοκρασία, την ηλιακή ακτινοβολία, τον άνεμο, την υγρασία, το βαθμό εξάτμισης, τη γεωλογία και γεωμορφολογία της περιοχής. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις καθορίζουν το δυναμικό των υδάτινων πόρων που αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τον καθορισμό των πιθανών χρήσεων. Η ανεπάρκεια νερού καθιστά δύσκολη την προσπάθεια αποκατάστασης των εξορυγμένων χώρων. Οι συχνές βροχοπτώσεις, από την άλλη πλευρά, δεν είναι επιθυμητές αφού μπορούν να προκαλέσουν διαβρώσεις ή να δυσχεράνουν την προσπάθεια επαναβλάστησης.
- **Νερά:** Το νερό, επιφανειακό, πηγαίο αλλά και υπόγειο, αποτελεί έναν ανανεώσιμο φυσικό πόρο που άμεσα θίγεται από την επιφανειακή εξόρυξη. Είναι σημαντική υποχρέωση η προστασία και η διατήρηση της ποιοτικής και ποσοτικής κατάστασής του από τις επιπτώσεις που δημιουργεί η εξόρυξη. Είναι συνήθη τα φαινόμενα της καταστροφής των υδροφορέων κατά την εξόρυξη, καθώς και της ρύπανσης τους από τα απόβλητα και τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων. Κατά το στάδιο της αποκατάστασης, οι ανάγκες για νερό άρδευσης των νεοεγκατασταθέντων φυτών ή καλλιεργειών είναι αυξημένες και αν



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



αυτό δεν διατίθεται σε καλή ποιότητα και ποσότητα τοπικά, το κόστος εξασφάλισης γίνεται πολύ υψηλό.

- **Βλάστηση – Χλωρίδα:** Η βλάστηση μιας περιοχής συνιστά τον οικολογικό της καθρέφτη, αφού ως αυτότροφοι οργανισμοί τα φυτά παραμένουν αμετακίνητα μέσα στον ίδιο γεωγραφικό χώρο. Πριν από την εξορυκτική δραστηριότητα απαιτείται η μελέτη της περιοχής και η αποτύπωση τόσο της βλάστησης όσο και της χλωρίδας. Ο προσδιορισμός των βλαστητικών ειδών, η χαρτογράφηση της κατανομής και σύνθεσής τους, η ενδημικότητά τους, η σπανιότητα, η μοναδικότητα, αποτελούν στοιχεία ελέγχου προκειμένου να εντοπιστούν τυχόν μοναδικά οικοσυστήματα που πρέπει να προστατευτούν. Έχει βρεθεί ότι αν η προς απομάκρυνση βλάστηση κοπεί, θρυμματιστεί και αναμειχθεί με το προς φύλαξη έδαφος, το εμπλουτίζει με οργανική ύλη, ενώ οι υπάρχοντες σπόροι κατά την επαναχρησιμοποίηση του εδάφους ενεργοποιούνται με αποτέλεσμα να έχουμε αυτοσπορά.
- **Πανίδα:** Είναι το σύνολο των διαφόρων ζωικών ειδών που ζουν σε μια καθορισμένη περιοχή, σ' ένα ορισμένο περιβάλλον. Ο όρος έτσι αποκτά βιογεωγραφική και οικολογική σημασία. Η ποικιλία και ο πλούτος της πανίδας εξαρτώνται από τον αριθμό των ζωικών ειδών που είναι εξομοιωμένα από τις ίδιες απαιτήσεις της ζωής. Η πανίδα έχει στενή σχέση με την ποιότητα και την ποσότητα της βλάστησης, με το κλίμα και το περιβάλλον. Σ' ένα περιβάλλον πρέπει να υπάρχει «βιολογική ισορροπία» ανάμεσα στους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς, η οποία αν κάποτε διαταραχθεί, αργά ή γρήγορα να αποκατασταθεί. Τα φυτά ξαναφυτρώνουν και τα ζώα επιστρέφουν σιγά – σιγά, αλλά το δάσος δεν αποκτά την φυσική του ισορροπία. Η πανίδα συνδέεται με την χλωρίδα, γιατί τα φυτά, είναι απολύτως αναγκαία για τη ζωή των ζώων.
- **Τοπίο:** Το τοπίο συνιστά την οπτική αντίληψη του συνόλου των φυσικών και ανθρωπογενών στοιχείων στο χώρο και είναι εκείνη η μεταβλητή που θίγεται περισσότερο από κάθε άλλη από τις εξορυκτικές δραστηριότητες. Τα βασικά στοιχεία που συνθέτουν κάθε τοπίο, είναι εκείνα που μεταβάλλονται κατεξοχήν έντονα και συχνά ανεπανόρθωτα.

Άμεσες και μόνιμες επιπτώσεις από την λατομική εκμετάλλευση δέχονται η φυσιογραφία, τα εδάφη, η βλάστηση, τα νερά και το τοπίο. Ενώ αυτές που επηρεάζονται λιγότερο είναι η γεωλογία, το κλίμα και η πανίδα. (Cassios C, 1975, environmental impact studies, Periodiko ecologia vol I, 5 IN Greece), (Κασσιός Κ., 2006, Επιπτώσεις στο περιβάλλον και οι Τεχνικοί)



5 Αποκατάσταση λατομικών χώρων

5.1 Έννοια αποκατάστασης

Αποκατάσταση (restoration): Το λεξικό της Οξφόρδης ορίζει την αποκατάσταση ως την ενέργεια με την οποία κάτι που έχει υποστεί βλάβη επαναφέρεται πλήρως στην προηγούμενη κατάστασή του. Η αγγλοσαξονική ορολογία περιέχει επίσης τους όρους “reclamation” και “rehabilitation”.

Ο όρος “reclamation” αναφέρεται στη δημιουργία συνθηκών μετά την ολοκλήρωση ενός έργου αποκατάστασης που καθιστούν την διαταραγμένη περιοχή κατάλληλη για την εγκατάσταση (φύτευση) του είδους που βρισκόταν αρχικά στην περιοχή.

Ο όρος “rehabilitation” δηλαδή επαναχρησιμοποίηση ή αποκατάσταση, αναφέρεται στην επαναφορά μιας υποβαθμισμένης περιοχής ή οικοσυστήματος σε μια βελτιωμένη κατάσταση που συνάδει με την αισθητική αξία της γύρω περιοχής και έχει προοπτικές ανάπτυξης.

Το στάδιο αποκατάστασης της εξόρυξης λαμβάνει χώρα στο τέλος του κύκλου ζωής ενός λατομείου έτσι ώστε να διευθετηθούν όλες οι επιπτώσεις των εξορυκτικών δραστηριοτήτων, στις περισσότερες περιπτώσεις όμως η αποκατάσταση της γης δεν είναι η λύση όλων των προβλημάτων. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα προβλήματα πριν ξεκινήσει η διαδικασία αποκατάστασης. Οι βασικοί λόγοι καθυστέρησης συνήθως είναι η απουσία κριτηρίων και φυσικά το κόστος αποκατάστασης. Επιπλέον, υπάρχουν και άλλα προβλήματα που σχετίζονται με τη σωστή διαδικασία αποκατάστασης, καθώς γενικά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αποκατάστασης, οι κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν στα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι η μέθοδος εξόρυξης που χρησιμοποιήθηκε και η γεωγραφική θέση του λατομείου. Τα κύρια σημεία της διαδικασίας είναι:

- ✓ ο σχεδιασμός της μελλοντικής χρήσης γης,
- ✓ η ιεράρχηση των διαφόρων εργασιών αποκατάστασης και
- ✓ η ανάκτηση της γης, προκειμένου να μειωθεί η ρύπανση, να εξισορροπηθούν τα επίπεδα pH και να αποκατασταθούν οι αρχικές ιδιότητες της γης, ώστε μετά την αποκατάσταση να μην εμφανιστούν επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία.

Εκτός από τις αρχικές ιδιότητες, είναι επίσης απαραίτητη η ανάκτηση του εδάφους, το οποίο μερικές φορές είναι δύσκολο να αποκατασταθεί λόγω μεγάλης απώλειας γης, επιπέδων pH, αλλαγών στο υπόγειο και επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα και μόλυνσης του εδάφους. Επιπλέον, σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να βελτιωθεί η εικόνα του τοπίου από τις δραστηριότητες αποκατάστασης, αλλά η σύνθεση και οι ιδιότητες της γης εξακολουθούν να αλλοιώνονται λόγω των προηγούμενων διαδικασιών



(Πηγή: <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/1335559/file.pdf>)

5.2 Θετικές επιπτώσεις από την αποκατάσταση

Ανεξάρτητα από την μέθοδο εξόρυξης που χρησιμοποιήθηκε, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα με την αποκατάσταση των λατομείων είναι η έλλειψη κεφαλαίων για την πραγματοποίησή της. Χωρίς αμφισβήτηση, όμως, υπάρχουν πολλά οφέλη που καθιστούν τη διαδικασία αποκατάστασης ιδανική λύση.

5.2.1 Περιβάλλον

Η αποκατάσταση μειώνει τις διαβρώσεις του εδάφους και την απορροή ιζημάτων, αποτρέποντας την υποβάθμιση του εδάφους και προστατεύοντας κοντινά υδάτινα σώματα από ρύπανση. Τα έργα αποκατάστασης λατομείων συχνά ενσωματώνουν πρακτικές βιώσιμης χρήσης γης, όπως η δημιουργία υγροτόπων και η διαχείριση των υδάτων, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα του νερού.

5.2.2 Βιοποικιλότητα

Η αποκατάσταση λατομείου μπορεί να βοηθήσει στην υποστήριξη ή ακόμα και στη βελτίωση της βιοποικιλότητας μιας περιοχής. Τα λατομεία επηρεάζουν κυρίως το τοπίο, αφήνοντας το γυμνό, ωστόσο η αποκατάσταση επιτρέπει την ανάκτηση του εδάφους της αλλοιωμένης ζώνης, η οποία συνεπάγεται τη σταδιακή και μερική αποκατάσταση της χλωρίδας και της πανίδας. Μερική επειδή, ακόμα κι αν αποκατασταθεί μια περιοχή δεν θα επανέλθει ξανά στην αρχική της κατάσταση, πριν γίνει δηλαδή λατομική περιοχή. Με άλλα λόγια οι ίδιες οι συνθήκες που επικρατούν δεν θα επιτρέψουν την επαναφορά των ειδών, επομένως θα αλλάξουν και τα είδη που θα κατοικούν στην περιοχή.

5.2.3 Οικονομικές επιπτώσεις

Η αποκατάσταση του λατομείου δεν είναι αποκλειστικά περιβαλλοντική προσπάθεια, μπορεί επίσης να αποφέρει οικονομικά οφέλη. Οι αποκαταστημένες περιοχές μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ως χώροι αναψυχής ή για γεωργία. Μέσω της διαφοροποίησης της χρήσης γης, είναι δυνατό να βελτιωθεί η τοπική οικονομία, να δημιουργηθούν ευκαιρίες απασχόλησης και νέες ροές εσόδων. Η διαδικασία της αποκατάστασης λατομείων μπορεί επίσης να ενισχύσει την αξία των ακινήτων και να προσελκύσει επενδύσεις, ενισχύοντας περαιτέρω την οικονομία των τοπικών περιοχών.

5.2.4 Κοινωνική Ευημερία

Η αποκατάσταση των λατομείων επεκτείνει τη θετική της επίδραση στις τοπικές κοινωνίες. Με τη μετατροπή των πρώην λατομείων σε λειτουργικούς χώρους, οι κοινότητες αποκτούν



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



πρόσβαση σε χώρους αναψυχής, μονοπάτια της φύσης και χώρους πρασίνου. Αυτές οι ανέσεις βελτιώνουν τη συνολική ποιότητα ζωής, προάγοντας τη σωματική και ψυχική ευεξία των κατοίκων. Επιπλέον, τα έργα αποκατάστασης λατομείων περιλαμβάνουν συχνά συμμετοχή της κοινότητας, παρέχοντας ευκαιρίες για συνεργασία, εκπαίδευση και αίσθηση κοινότητας.

Μπορούν επίσης να αποκτήσουν μια νέα χρήση, διαφορετική από αυτή που είχαν προηγουμένως, είτε πρόκειται για γεωργία, δασοκομία, προστατευόμενο φυσικό χώρο, αναψυχή ή και πολιτιστική. Βέβαια το πώς θα χρησιμοποιηθεί η γη θα αποφασιστεί σύμφωνα με τις ανάγκες των κοντινών πληθυσμών, για την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας ή απλώς για την προσέλκυση τουρισμού στην περιοχή. Όπως ειπώθηκε, ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη της αποκατάστασης είναι η επαναφορά ενός περιβάλλοντος, κατάλληλου για την χλωρίδα και την πανίδα και ωφέλιμου για τον άνθρωπο.

5.3 Προτεραιότητες αποκατάστασης

Στην περίπτωση των εγκαταλελειμμένων λατομείων θα πρέπει να προηγηθεί μία κατηγοριοποίηση ώστε να δοθεί προτεραιότητα σε εκείνα που παρουσιάζουν τους μεγαλύτερους κινδύνους για την υγεία του πληθυσμού και το περιβάλλον. Ωστόσο υπάρχουν πολλοί παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται τα προγράμματα αποκατάστασης, επομένως είναι δύσκολη η λήψη απόφασης σχετικά με το ποια λατομεία πρέπει να αποκατασταθούν πρώτα. Δεν υπάρχει κατευθυντήρια γραμμή σχετικά με αυτό, αλλά υπάρχουν μελέτες που παρουσιάζουν διαφορετικές θεωρίες που μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη μοντέλων απόφασης που ιεραρχούν τα εγκαταλελειμμένα ή ανενεργά λατομεία με βάση τους πιθανούς κινδύνους αυτών και προτείνουν τις καταλληλότερες εναλλακτικές λύσεις αποκατάστασης (Environment Earth Science, 2014).

Εκτός από τους οδηγούς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ιεράρχηση μεταξύ διαφορετικών περιπτώσεων εγκαταλελειμμένων λατομείων υπάρχουν ορισμένα μοντέλα που βοηθούν στην αξιολόγηση των φυσικών και περιβαλλοντικών κινδύνων σε εγκαταλελειμμένα λατομεία, όπως η μέθοδος Delphi και η διαδικασία αναλυτικής ιεραρχίας (AHP). Είναι δύο πολύ γνωστές τεχνικές που μπορούν να είναι χρήσιμες για τη βαθμονόμηση μοντέλων αποφάσεων και τη βαθμολογία και κατάταξη εναλλακτικών μεθόδων. Αυτά τα μοντέλα αναπτύχθηκαν ως διαδικασία λήψης αποφάσεων από τους Kubit, Pluhar και De Graff (2015).

Από τη μία πλευρά, η μέθοδος Delphi είναι μια συστηματική τεχνική λήψης αποφάσεων που βασίζεται σε μια ομάδα ειδικών. Η μέθοδος λαμβάνει υπόψη την τεχνογνωσία ανθρώπων ειδικών στο αντικείμενο και την μετουσιώνει σε έναν αλγόριθμο που χρησιμοποιείται στη λήψη αποφάσεων. Οι ειδικοί απαντούν πρώτα σε ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τη σχετική σημασία των παραμέτρων του μοντέλου απόφασης. Λαμβάνουν μια ανώνυμη περίληψη των



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



απαντήσεων και τους δίνεται η δυνατότητα να αναθεωρήσουν τις απαντήσεις τους αφού εξετάσουν το εύρος των απαντήσεων.

Αυτή η τεχνική ορίζεται ως μια μέθοδος δόμησης μιας ομαδικής διαδικασίας επικοινωνίας που είναι αποτελεσματική στο να επιτρέψει σε μια ομάδα, στο σύνολό της, να αντιμετωπίσει ένα σύνθετο πρόβλημα. Το Making a Delphi συνίσταται στην εκλογή μιας ομάδας εμπειρογνομόνων από τους οποίους ζητείται η γνώμη τους για θέματα που αφορούν τις μελλοντικές εξελίξεις. Οι εκτιμήσεις των εμπειρογνομόνων γίνονται σε διαδοχικούς γύρους, ανώνυμα, με ζητούμενο την επίτευξη της όσο το δυνατόν μεγαλύτερης μεταξύ τους συναίνεσης, αλλά με μέγιστη αυτονομία από την πλευρά των συμμετεχόντων. Αυτό σημαίνει ότι η μέθοδος Delphi προχωρά μέσω των ερωτοαποκρίσεων των ειδικών με τη βοήθεια διαδοχικών ερωτηματολογίων προκειμένου να φανούν συγκλίσεις απόψεων και να εξαχθούν συμπεράσματα για πιθανές συνέπειες.

Από την άλλη πλευρά, το AHP είναι μια κοινή τεχνική που χρησιμοποιεί συγκρίσεις ανά ζεύγη μεταξύ παραμέτρων για να εκχωρήσει παράγοντες στάθμισης παραμέτρων σε ένα μοντέλο απόφασης. Ο χρήστης καθορίζει τους παράγοντες στάθμισης παραμέτρων με βάση τη σχετική σημασία τους, την «ένταση της σημασίας» κατά τη διάρκεια κάθε σύγκρισης κατά ζεύγη. Και οι δύο μέθοδοι που αναφέρονται είναι απλές, εύχρηστες και ευρέως αποδεκτές, αλλά παρόλα αυτά, αρκετές αξιολογήσεις που έχουν γίνει μέχρι στιγμής καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι κανένα υπάρχον μοντέλο δεν κατάφερε να προσφέρει ένα αρκετά αξιόλογο οδικό χάρτη για την αποκατάσταση λατομείων.

Είναι γνωστό ότι χρειάζονται μεθοδολογικά εργαλεία για την ιεράρχηση των προγραμμάτων αποκατάστασης. Μερικά από αυτά τα εργαλεία βασίζονται σε λογισμικό Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS), το οποίο εισήγαγε περιβαλλοντικούς και κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, καθώς και συλλογές χαρτών επικινδυνότητας (Mavrommatis and Menegaki, 2017). Ωστόσο, σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, υπάρχουν διαφορετικές γραμμές που πρέπει να ακολουθηθούν για να δοθεί προτεραιότητα στο έργο αποκατάστασης σε ένα λατομείο, αλλά ανάλογα με την περιοχή όπου βρίσκεται το ορυχείο, αποκλίνουν η μία από την άλλη. Παρόλο που τα υπάρχοντα μοντέλα βασίζονται ως επί το πλείστον σε κινδύνους για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και τη δημόσια ασφάλεια που είναι δυνατό να εντοπιστούν σε ένα εγκαταλελειμμένο ορυχείο, ωστόσο παρουσιάζουν έλλειψη διαφάνειας και βαθμονόμησης του μοντέλου (Kubit, Pluhar and De Graff 2015).

Σε άρθρο των Μαυρομμάτη και Μενεγάκη (2017) αναπτύσσεται η μεθοδολογία Visibility Ranking Index, η οποία εξηγεί πώς εκτιμάται η ορατότητα των εργασιών επιφανειακής εξόρυξης σε σχέση με το ενδιαφέρον που παρουσιάζει οι κοντινές περιοχές. Για την εκτίμηση του VRI χρειάζεται ο ποσοτικός προσδιορισμός τεσσάρων επιλεγμένων επιμέρους δεικτών και συγκεκριμένα:



- ☐ η Ένταση Παρατήρησης,
- ☐ η Έκθεση Ανασκαφών,
- ☐ η Σχετική Ορατότητα και
- ☐ η Σχετική Επιφάνεια.

Κάθε δείκτης πρέπει να ποσοτικοποιείται, σύμφωνα με το ειδικό νομοθετικό πλαίσιο της περιοχής εστίασης, τον πληθυσμό στα ενδιαφερόμενα μέρη και το μέγεθος του πληθυσμού, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συντελεστής στάθμισης της οπτικής επίδρασης στις περιοχές. Στην περίπτωση της Μήλου που περιγράφεται στο προαναφερθέν άρθρο, είναι ένα νησί στο οποίο ο τουρισμός είναι η κύρια πηγή εισοδήματος, και λόγω αυτής της κατάστασης και όσον αφορά την περιοχή, ο οπτικός αντίκτυπος είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ιεράρχηση των δραστηριοτήτων αποκατάστασης.

Ένας άλλος τρόπος για να δοθεί προτεραιότητα στις δραστηριότητες αποκατάστασης, είναι η ανάπτυξη χαρτών επικινδυνότητας που μπορούν να βοηθήσουν στην πρόκληση.

(Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/277970917_A_model_for_prioritizing_sites_and_reclamation_methods_at_abandoned_mines)

5.4 Μέθοδοι

Η αποκατάσταση των ανενεργών λατομείων απαιτεί ένα συνεκτικό πλάνο που θα λαμβάνει υπόψη την κατάσταση της περιοχής πριν την εκμετάλλευση. Το πλάνο αυτό πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη μορφολογία, τη βλάστηση, τη βιοποικιλότητα, το υπέδαφος, την τοπογραφία και το υδρογραφικό δίκτυο, καθώς και τις επιπτώσεις της εκμετάλλευσης.

Υπάρχουν δύο γενικές μέθοδοι αποκατάστασης: η φυσική, που αφήνει την περιοχή να αναγεννηθεί φυσικά, και η τεχνητή, που προϋποθέτει την παρέμβαση του ανθρώπου. Σε περιοχές με εξορυκτική δραστηριότητα, η φυσική αποκατάσταση είναι πολλές φορές αδύνατη και απαιτείται η ενεργή παρέμβαση του ανθρώπου.

Η απομάκρυνση και η συλλογή της φυτικής γης του εδάφους είναι μια σημαντική πτυχή για την επιτυχή επίτευξη της τελικής αποκατάστασης της περιοχής. Αυτός είναι ο λόγος που χρειάζεται καλός σχεδιασμός των διαφόρων φάσεων του έργου. Μεταξύ των μελετών που θα γίνουν για τη λειτουργία και την αποκατάσταση του λατομείου συνιστάται η εκπόνηση μελέτης για την πανίδα και τη χλωρίδα που ζει στην περιοχή καθώς και μελέτης για την μελλοντική προοπτική του λατομείου μετά την περιβαλλοντική αποκατάσταση, λαμβάνοντας υπόψη το συγκοινωνιακό δίκτυο της περιοχής και των κοντινούς οικισμούς.

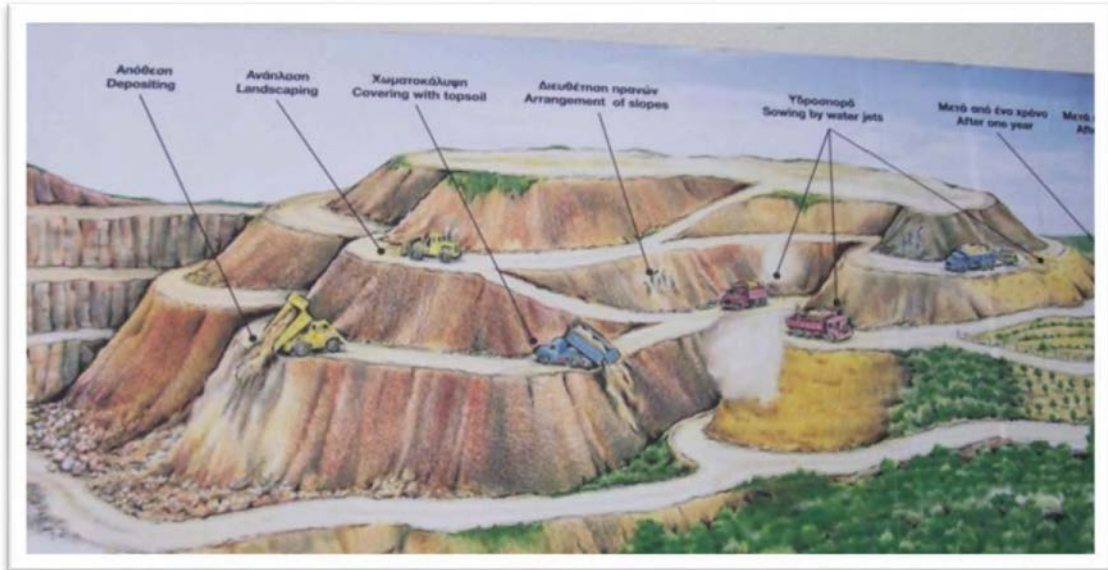
Μετά από ανάλυση των παραμέτρων, αποφασίζεται η μέθοδος αποκατάστασης και η χρήση της νέας κατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία και τη βλάστηση. Η προσοχή



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



επίσης επικεντρώνεται στην αποφυγή προβλημάτων όπως η διάβρωση, και στη στήριξη της βλάστησης μέσω εργασιών όπως η άρδευση.



Εικόνα 2: Σχηματική διάταξη σταδιακής αποκατάστασης χώρου επιφανειακής εξόρυξης (Πηγή: www.oryktosploutos.net)

Η παραπάνω εικόνα εμφανίζει διάφορες εργασίες που εμπλέκονται στη δημιουργία του θεμελίου, όπως η εναπόθεση υλικών, η ανάπλαση της περιοχής, η κάλυψη του εδάφους και η τακτοποίηση πλαγιών. Επιπλέον, η εγκατάσταση βλάστησης, συμπεριλαμβανομένης της υδροσποράς, είναι επίσης μέρος της διαδικασίας.

Για τη διαμόρφωση του νέου τοπίου, γίνονται επιχωματώσεις για την τροποποίηση της τοπογραφίας. Αυτά τα αναχώματα είναι γεμάτα με υλικά όπως απορρίμματα κατεδάφισης και άλλους διαθέσιμους πόρους. Προκειμένου να αποφευχθεί η διάβρωση και η ολίσθηση, ενώ επιτυγχάνεται ένα φυσικό οπτικό αποτέλεσμα, οι πλαγιές διαμορφώνονται προσεκτικά ανάλογα με την κλίση του πρανούς. Η επιλογή των γωνιών κλίσης εξαρτάται από παράγοντες όπως: ο τύπος του βράχου και του εδάφους, η τοπογραφία της τοποθεσίας και οι διαθέσιμοι πόροι.

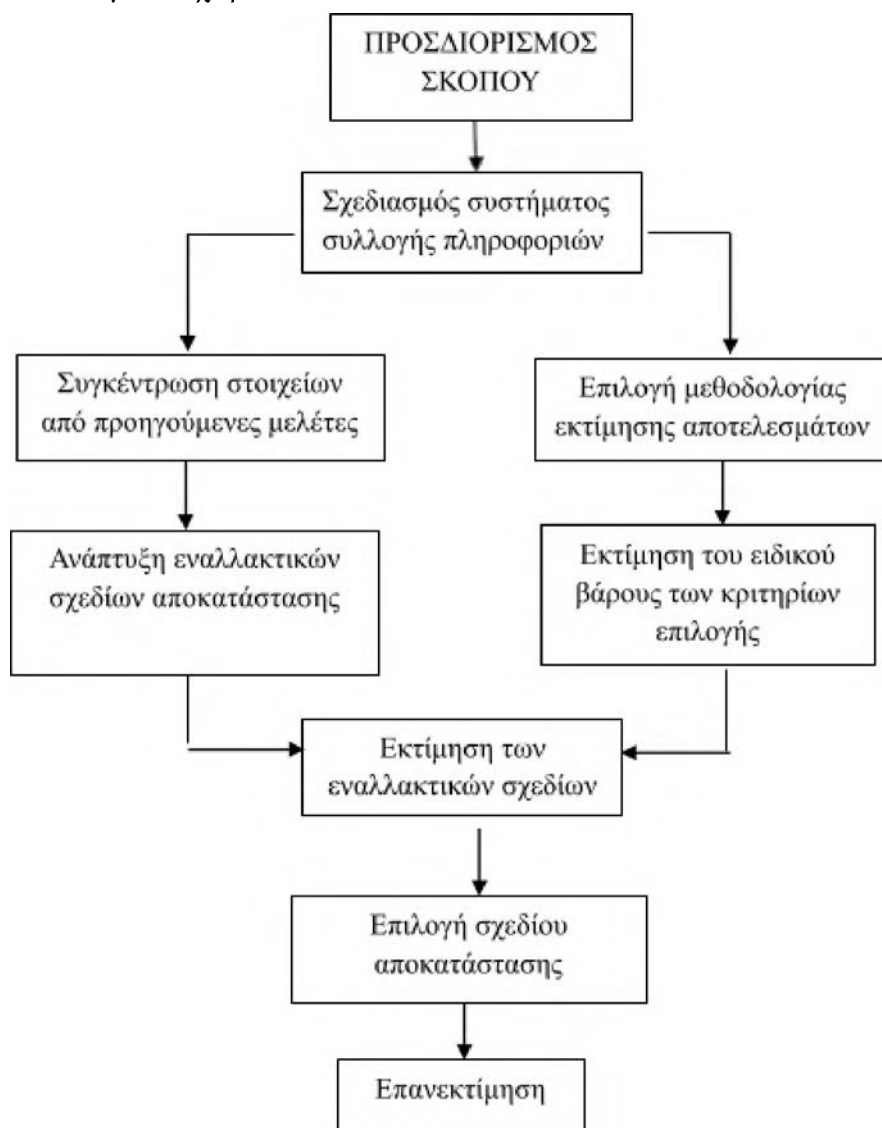
Μετά τη διαδικασία εναπόθεσης, το επόμενο βήμα περιλαμβάνει τη φάση της ανάπλασης, και διορθώνονται τυχόν ατέλειες που προκύπτουν από τις εναποθέσεις. Για να διευκολυνθεί η ανάπτυξη της βλάστησης, προστίθεται ένα στρώμα γόνιμου εδάφους διαστάσεων 20-50 cm. Η επιλογή των φυτικών ειδών για αυτή την αποκατάσταση βασίζεται στην προσαρμοστικότητά τους στις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής. Επιπρόσθετα, τα επίπεδα εκμετάλλευσης των βαθμίδων αποκαθίστανται με τη μέθοδο διατρημάτων ελαφριάς γόμωσης.



Οι κατάλληλες τεχνικές και μέθοδοι αποκατάστασης εξαρτώνται από τον τύπο του λατομείου, τις τοπικές συνθήκες και τον τελικό στόχο της αποκατάστασης. Παρακάτω περιγράφονται μερικές από τις συνήθεις τεχνικές και μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση λατομείων:

5.5 Μεθοδολογία μελέτης αποκατάστασης χώρου εκμετάλλευσης

Στο πρώτο σχήμα δίνεται η μεθοδολογία μελέτης αποκατάστασης ανενεργών μεταλλευτικών- λατομικών χώρων.



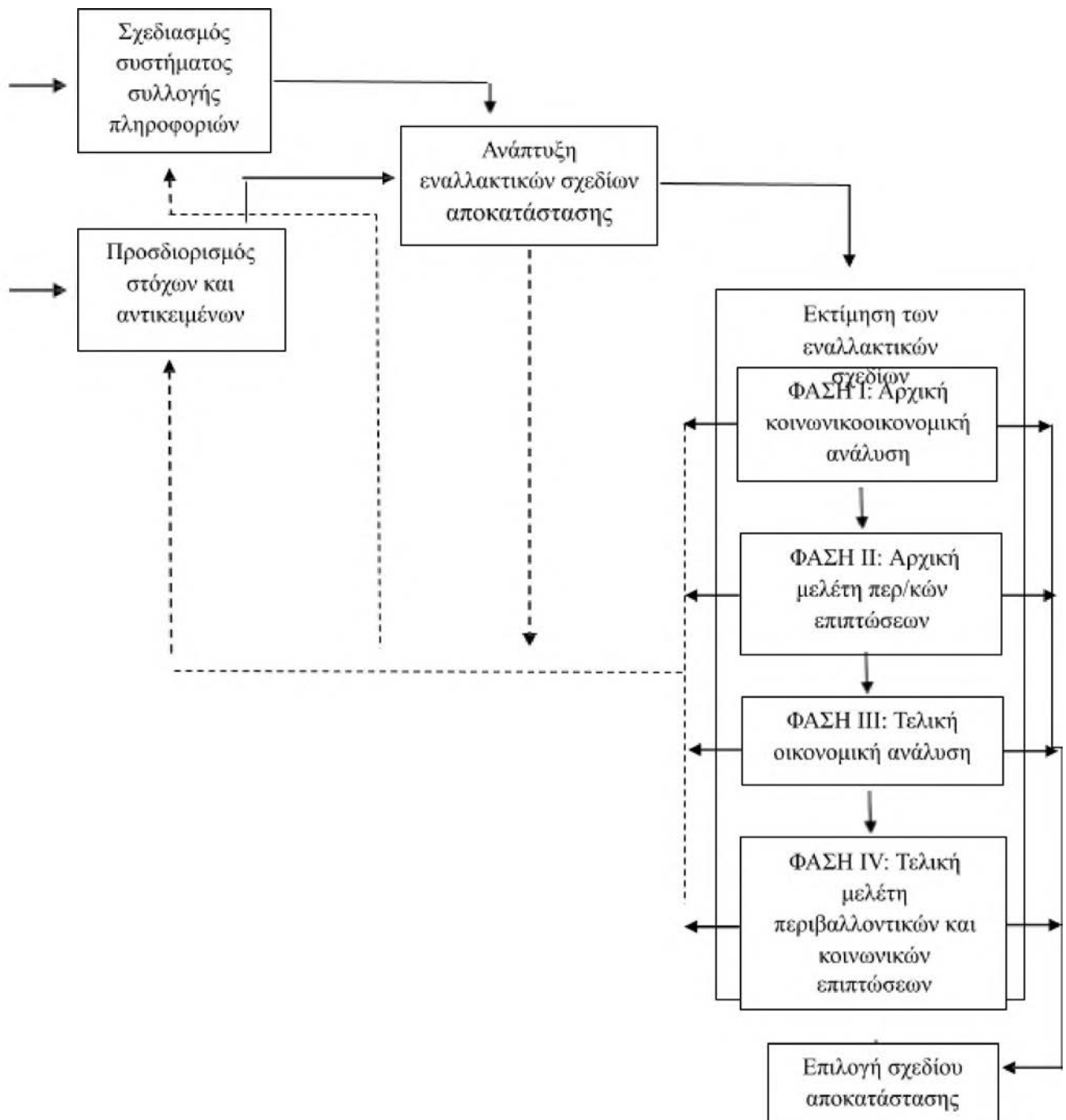
Σχήμα 3: Μεθοδολογία μελέτης αποκατάστασης ανενεργών μεταλλευτικών-λατομικών χώρων



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



Στο δεύτερο σχήμα, η μεθοδολογία εκτίμησης εναλλακτικών χρήσεων γης



Σχήμα 4: Μεθοδολογία εκτίμησης εναλλακτικών χρήσεων γης



Όπως αναφέρθηκε σε μία από τις προηγούμενες ενότητες υπάρχουν διαφορετικές τελικές χρήσεις για τις οποίες ένα έργο αποκατάστασης μπορεί να γίνει, ανάλογα με τις ανάγκες της περιοχής που βρίσκεται. Λόγω αυτού του γεγονότος, ορισμένες από τις επεμβάσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως δεν απαιτούνται, καθώς δεν υπάρχει αποκατάσταση που να είναι ίδια με άλλες, υπάρχουν πολλοί περιορισμοί που κάνουν τη διαδικασία που ακολουθείται διαφορετική σε κάθε περίπτωση. (Καλιαμπάκος Ειδικά θέματα περιβαλλοντικής μεταλλευτικής και λατομικής τεχνολογίας Εκδόσεις Ε.Μ.Π)

5.6 Μέτρα αποκατάστασης

5.6.1 Κατεδάφιση κατασκευών

Το σχέδιο αποκατάστασης θα πρέπει να εξετάζει εάν τα κτίρια και οι εγκαταστάσεις που κατασκευάστηκαν κατά τη διάρκεια της ωφέλιμης ζωής της μονάδας μπορούν να έχουν κάποια χρήση ή θα πρέπει να κατεδαφιστούν.

5.6.2 Απομάκρυνση του εδάφους στην αρχή των λατομικών δραστηριοτήτων

Το στρώμα του επιφανειακού εδάφους πρέπει να αφαιρεθεί σωστά. Αυτό το απόθεμα φυτικής γης θα να χρησιμοποιηθεί στην τελική αποκατάσταση. Σε περίπτωση που το απόθεμα αυτό δεν εξασφαλίζει τη δημιουργία στρώσης πάχους τουλάχιστον 25 cm στην τελική αποκατάσταση, πρέπει να γίνει μεταφορά φυτικής γης από αλλού.

Ο σωστός χειρισμός του εδάφους απαιτεί την εφαρμογή, στο μέτρο του δυνατού, προληπτικών μέτρων για τη διατήρηση των αρχικών του χαρακτηριστικών:

- Η φέρουσα ικανότητα του εδάφους και η δύναμη αναρρόφησης πρέπει να υπολογίζονται για την αποφυγή υπερβολικής συμπίκνωσης λόγω του βάρους του εξοπλισμού μεταφοράς.
- Οι εργασίες σε υγρά εδάφη θα πρέπει να αποφεύγονται καθώς τα ξηρά εδάφη έχουν πιο κατάλληλα φέροντα χαρακτηριστικά για τη διέλευση κινητού εξοπλισμού και αποτρέπεται η συμπίκνωση.
- Συλλογή φυτών (θάμνων, λιβαδιών κ.λπ.) από το έδαφος, μαζί με το στρώμα του φυτικού εδάφους, για να εμπλουτιστεί αυτό με την οργανική του ουσία.

5.6.3 Συλλογή εδάφους

Κάθε τύπος εδάφους πρέπει να ομαδοποιηθεί χωριστά για να διατηρήσει τα αρχικά του χαρακτηριστικά. Αυτή η επέμβαση είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού η επιτυχία της θα εξαρτηθεί από τη διαθεσιμότητα επαρκών υλικών για μελλοντική αποκατάσταση. Το ιδανικό είναι ο χρόνος αναμονής μεταξύ της αφαίρεσης του εδάφους και της ανασύστασής του να είναι ο ελάχιστος, αν και σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι δυνατό.



Οι σωροί της φυτικής γης θα πρέπει να αποτεθούν σε μέρος μακριά από τη διέλευση φορτηγών και κινητού εξοπλισμού καθώς και σε σχετικά επίπεδες περιοχές για εξασφάλιση σταθερότητας. Η εναπόθεση τους θα πρέπει να γίνει χωρίς συμπίεση για διατήρηση της βιολογικής δραστηριότητας σε αυτούς. Η κλίση των σωρών πρέπει να είναι τουλάχιστον 4% ώστε να επιτρέπει την εκκένωση της περίσσειας νερού σε περίπτωση βροχών.

5.6.4 Αποκατάσταση βαθμίδων

Αρχικά, για την αποκατάσταση των βαθμίδων εξομαλύνεται το φρύδι κάθε βαθμίδας με τη δημιουργία μιας μικρής βαθμίδας, μειώνοντας έτσι τις πιθανότητες εμφάνισης διαβρωτικών φαινομένων στην από κάτω βαθμίδα. Σε αυτό το σημείο βοηθάει, επίσης, η φύτευση μικρών θάμνων. Στη συνέχεια για να είναι δυνατή η εγκατάσταση βλάστησης, πρέπει να καλυφθούν τα δάπεδα των βαθμίδων με φυτική γη. Η τελική χρήση της ανασκαφόμενης περιοχής προσδιορίζει την διαμόρφωση τελικού δαπέδου (πλατείας), το οποίο, επίσης, απαιτεί κάλυψη με φυτική γη ικανοποιητικού πάχους.

Με την αποκατάσταση βαθμίδων μειώνεται η αισθητική αλλοίωση του τοπίου. Οι βαθμίδες όμως παρουσιάζουν αρκετές δυσκολίες κατά την αποκατάσταση, αυτό οφείλεται:

- Στη μορφολογία του εδάφους των πρανών.
- Στην κλίση και το ύψος.
- Στη γονιμότητα των εδαφών στα μέτωπα και στα δάπεδα των βαθμίδων.
- Στις υψηλές θερμοκρασίες των μετώπων, σε συνδυασμό με το ύψος και την χαμηλή υγρασία, αναστέλλει την ανάπτυξη των φυτών.
- Στο υψόμετρο που βρίσκεται το λατομείο, άρα και ισχυροί άνεμοι, ειδικά την χειμερινή περίοδο.

Μετά την εξόφληση κάθε βαθμίδας ακολουθεί η ανασύσταση του εδάφους. Η ανασύσταση του εδάφους αποτελεί ουσιαστικό μέρος της συνολικής αποκατάστασης, αφού η γονιμότητα και η ανάπτυξη της προς εμφύτευση βλάστησης θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από αυτή την επέμβαση.

Αφού πραγματοποιηθεί η ανασύσταση του εδάφους, συνιστάται η σπορά ή η φύτευση το συντομότερο δυνατό, με τα ακόλουθα οφέλη:

- Οι ρίζες συμβάλλουν στη σταθεροποίηση του εδάφους.
- Βελτιωμένη φέρουσα ικανότητα.
- Προωθεί τη βιολογική δραστηριότητα και τον εμπλουτισμό θρεπτικών συστατικών.



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



- Προστασία από ολίσθηση.
- Η αρχική οικολογική ισορροπία αποκαθίσταται.
- Η γη προστατεύεται από τη διάβρωση και την ερημοποίηση.

5.6.5 Επιλογή ειδών

Μια αποκατάσταση εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από τη σωστή επιλογή των φυτικών ειδών, την επιλογή των καταλληλότερων μεθόδων και τη περιοχή φύτευσης. Επομένως, τα είδη των σπόρων ή των δέντρων πρέπει να επιλέγονται με βάση:

- την προβλεπόμενη τελική χρήση,
- την ανάγκη για νερό και θρεπτικά συστατικά,
- τον επιθυμητό ρυθμό ανάπτυξης και
- τους οικολογικούς παράγοντες της περιοχής (τύπος κλίματος, κατάσταση εδάφους).

Εκτός αυτού, είναι, επίσης, απαραίτητο να ληφθούν υπόψη: η κατηγορία και τα χαρακτηριστικά του εδάφους (υγρασία, υφή, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, οξύτητα κ.λπ.) όπως και διαβρωτικοί παράγοντες, η παρουσία αρπακτικών και η δυσκολία τοποθέτησης.

Είναι προφανές ότι σκοπός της αποκατάστασης είναι ότι η βλάστηση που εμφυτεύεται, να μπορεί επιβιώσει. Για το λόγο αυτό, πρέπει να εξεταστούν διάφορες περιπτώσεις όπως για παράδειγμα η περίπτωση εισαγωγής ασυνήθιστων ή απροσάρμοστων εξωτικών ειδών που θα μπορούσαν να διαταράξουν την ισορροπία του οικοσυστήματος. Ένας άλλος βασικός παράγοντας για την επιτυχία της αναβλάστησης είναι η προσεκτική επιλογή του χρόνου φύτευσης για να εξασφαλιστεί η επιβίωση του είδους. Στα μεσογειακά κλίματα, η καλύτερη εποχή είναι τέλη καλοκαιριού και αρχές φθινοπώρου, λίγο πριν ή μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Σε δροσερές περιοχές ή ωκεάνια κλίματα, η περίοδος μπορεί να επεκταθεί στα τέλη του χειμώνα και στις αρχές της άνοιξης.

Η σπορά των ποωδών φυτών είναι απαραίτητη για να σταματήσουν την αποφυγή διαβρωτικών διεργασιών, να αποφευχθεί ο πολλαπλασιασμός της σκόνης και να αυξηθεί η σταθερότητα των εδαφών. Η πυκνότητα και η κατανομή της φυτικής κάλυψης που έχει δημιουργηθεί πρέπει να προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος.

Στην περίπτωση υγροτόπων, πρέπει να φυτευτούν εκ νέου με αναδυόμενα και πλωτά φυτά ή υδρόβια φυτά σε περιθωριακές περιοχές βάθους έως δύο μέτρων.



5.6.6 Αποκατάσταση των αποθέσεων των στερίων

Στις αποθέσεις, οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι:

- Αποστρογγύλωση γωνιωδών γεωμετρικών μορφών και δημιουργία ομαλότερων κλίσεων (<65%). Με την τεχνική αυτή γίνεται ευκολότερη η φύτευση, εμπλουτίζονται οι χαμηλότερες ζώνες με λεπτομερές υλικό, μειώνονται τα διαβρωτικά φαινόμενα και οι κατολισθήσεις, καθώς και καλύτερη συνοχή υλικών. Η χρήση πλεγμάτων συμβαίνει στις περιπτώσεις που δεν έχουν δημιουργηθεί βαθμίδες και να μειωθεί ο οπτικός αντίκτυπος του μεταλλικού πλέγματος, συνήθως κατασκευάζονται φυτικά καλύμματα. Στην περίπτωση οριζόντιων επιφανειών δημιουργείται κλίση 2-3% προς το εσωτερικό της απόθεσης.
- Χρήση μηχανημάτων αναμόχλευσης μέχρι τα 30-40 cm βάθος για την μείωση της συμπίεσης στην επιφάνεια του εδάφους από τα διάφορα μηχανήματα και οχήματα.
- Επικάλυψη αποθέσεων που αποτελούνται κυρίως από χονδρόκοκκα υλικά χρησιμοποιώντας στείρα υλικά με υψηλή περιεκτικότητα σε λεπτομερή υλικό (<2mm).
- Κάλυψη με φυτική γη της απόθεσης εάν η περιεκτικότητα του λεπτομερούς υλικού είναι πολύ χαμηλή. Μια άλλη μέθοδος για τη σταθερότητα είναι η εκσκαφή αυλακιών όπου εισάγονται κλαδιά και ρίζες για την εμφύτευση ορισμένων ειδών δέντρων, όπως ιτιές ή λεύκες. Χρησιμοποιείται συχνά σε εκείνες τις πλαγιές που έχουν σημαντική κλίση.

Με τις παραπάνω επεμβάσεις στόχος είναι η αποφυγή δημιουργίας συμμετρικών σχημάτων, ευθύγραμμων στοιχείων και η επανάληψη ίδιων σχημάτων.

(Κασσιός, 1979 Η τεχνική των επικαλύψεων στην ανάλυση και σύνθεση του χώρου και το σχεδιασμό του)

5.6.7 Διαμόρφωση των πρανών

- Τα πρανή των αποθέσεων επιδιώκεται να είναι κατ' ελάχιστον σε σχέση 1:5 έως 2:1
- Για πρανή μεγάλων ανοιγμάτων (>50 μέτρων), η κατασκευή ενδιάμεσης βαθμίδας πλάτους 3-4 μέτρα με εσωτερική κλίση 8-10% και κλίση απορροής βαθμίδας 3 -5%.
- Για να αποφεύγονται προβλήματα διαβρώσεων λαμβάνονται υπόψη και τα εξής:
 - ✓ Για ύψος πρανού 120 μέτρων η κλίση του να είναι 2%.
 - ✓ Για ύψος πρανού 60 μέτρων η κλίση του να είναι 8%.
 - ✓ Για ύψος πρανού 30 μέτρων η κλίση του να είναι 10%.
 - ✓ Για ύψος πρανού 13 μέτρων η κλίση του να είναι 14-24%



- Τα πρανή θα πρέπει να αφήνονται να σταθεροποιηθούν για μια χρονική περίοδο και αφού διορθωθούν τυχόν διαβρωτικοί οδοί απορροής με τη χρήση ξυλόπλεκτων φραγματίων, να επιστρώνονται με φυτευτικό έδαφος.
- Θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο εφαρμογής γεωφασμάτων ή ειδικού υλικού κάλυψης (mulch) όπως: αχυροκάλυψη, Encarmat, νάilon, λεπτά δίκτυα κλπ., πριν ή μετά την επικάλυψη των πρανών με φυτευτικό έδαφος ή και εφαρμογή υδροσποράς.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, εφαρμόζεται τεχνητή γήρανση για τη μείωση των οπτικών επιπτώσεων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται μίγματα οξειδίων, υγρών οξέων ή ψεκάσμενων σταθεροποιητικών.

(Πηγή: <https://ikee.lib.auth.gr/record/288499/files/GRI-2017-18912.pdf>)

5.6.8 Μεθοδολογία επαναβλάστησης

Σπορά

Η φύτευση σπόρων σε μια γη που έχει προετοιμαστεί προηγουμένως, διαδίδοντάς τους εναέρια, με εκπομπή ή σε σειρά, 5 έως 15 γραμμάρια σπόρων ανά τετραγωνικό μέτρο χορηγούνται για θάμνους και ξυλώδη είδη και από 30 έως 40 γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο για τα ποώδη είδη.

Κύριος στόχος της είναι η δημιουργία μιας χαμηλής και πυκνής βλάστησης ικανής να προστατεύει το έδαφος από διάβρωση, κατολισθήσεις, εξωτερικές θερμοκρασίες κ.λπ.. Στην περίπτωση σποράς σε σειρές, γίνεται σε εδάφη μαλακού ανάγλυφου όπου περνάει τρακτέρ μόνο μια φορά και τοποθετούνται σπόροι σε αυλάκια που έχουν ανοιχτεί. Τέλος, η χειρωνακτική σπορά είναι απλούστερη και φθηνότερη, αλλά είναι απαραίτητη η εναπόθεση των σπόρων στο έδαφος (Τζεφέρης Π., 2009).

Υδροσπορά

Η υδροσπορά αποτελεί την πιο ελκυστική μέθοδο καθώς καλύπτονται μεγάλες εκτάσεις με μικρό κόστος και σε μικρό χρονικό διάστημα. Η υδροσπορά είναι μια εξειδικευμένη μέθοδος ευρυσποράς που επινοήθηκε για ασταθείς, κεκλιμένες και δυσπρόσιτες ή απρόσιτες επιφάνειες (Πηγή: <http://www.amiandos.eu/>, <http://www.terra-nova.gr/ydro-spara/>).

Είναι μια τεχνική που συνίσταται στον ψεκάσμό ενός μείγματος νερού και σπόρων με άλλα προαιρετικά πρόσθετα όπως σταθεροποιητικά ή λιπάσματα σε υψηλή πίεση στην επιφάνεια του εδάφους. Συνήθως, το μείγμα αποτελείται από ψυχανθή και αγρωστώδη, επειδή έχουν βαθύ και πλούσιο ριζικό σύστημα και έτσι βελτιώνεται και η δέσμευση αζώτου από το έδαφος. Η προτεινόμενη αναλογία είναι 60% αγρωστώδη και 40% ψυχανθή.



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Τα αποτελέσματα της υδροσποράς εξαρτώνται από την ποιότητα του εδάφους και για την καλή κατανομή της βλάστησης επάνω στις επιφάνειες, πρέπει να εφαρμόζεται διπλή σπορά. Για την επιτυχία της σποράς ακόμα ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι οι βροχοπτώσεις (Πηγή: <http://www.amiandos.eu/>).

Για την επιλογή κατάλληλης μεθόδου υδροσποράς θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά του εδάφους και της περιοχής. Σε πρανή με μικρό μήκος και κλίσεις καθώς και ευνοϊκές συνθήκες εδάφους κι υγρασίας χρειάζεται μόνο μια απλή υδροσπορά. Όσο μειώνεται η υγρασία, αυξάνεται το μήκος, η κλίση του πρανούς και η περιεκτικότητά σε άργιλο του εδάφους, χρησιμοποιείται η μέθοδος της υδραυλικής υδροσποράς. Στην περίπτωση που εμφανιστούν και συμπτώματα αστάθειας τότε χρησιμοποιούνται κατάλληλα γεωφράσματα και η μέθοδος υδραυλικής υδροσποράς.



Εικόνα 3 Αυτοκινούμενο όχημα υδροσποράς

(<https://www.oryktosploutos.net/>)



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



Εικόνα 4: Παράδειγμα

Υδροσποράς

(<http://www.amiandos.eu/>)

5.6.9 Άλλες εναλλακτικές λύσεις επαναβλάστησης

Μια άλλη τεχνική που μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί είναι η τοποθέτηση βιοδιασπώμενων ρολών, αποτελούμενων από ρολά υφάσματος από προ-σπορευμένες φυσικές ίνες που προστατεύουν το έδαφος από τη διάβρωση και αποκαθιστούν τη φυτική κάλυψη. Η επακόλουθη αποσύνθεση του υφάσματος επιτρέπει και τη λίπανση του εδάφους.

Οι τεχνητοί χλοοτάπητες, μπορούν να είναι μια άλλη επιλογή. Οι εν λόγω τάπητες «κόβονται» για να τα μεταφερθούν σε άλλο μέρος, με ανθεκτικά είδη που απαιτούν μικρή ποσότητα νερού και λίγη συντήρηση. Είναι ένας γρήγορος τρόπος ανάκτησης πλαγιών μικρής κλίσης, αν και έχουν πολύ υψηλό κόστος.

(https://www.researchgate.net/publication/291279421_Roll_of_ecofriendly_geotextiles_in_controlling_soil_erosion)

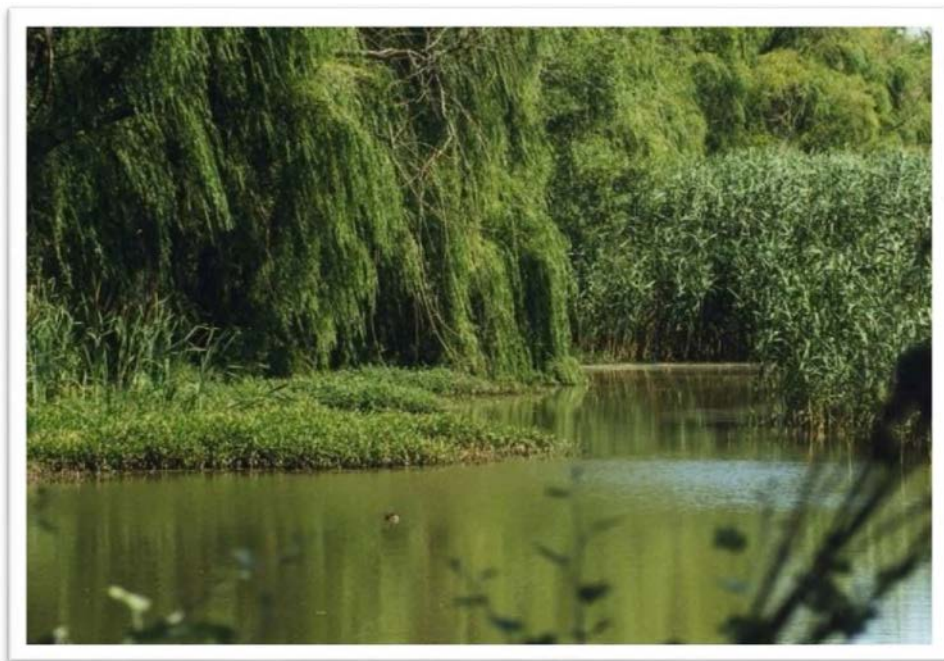
Τέλος, η πιο παραδοσιακή επιλογή είναι η απευθείας φύτευση όταν οι συνθήκες στην περιοχή επεξεργασίας δεν είναι κατάλληλες για να βλαστήσουν οι σπόροι. Αποτελείται από την τοποθέτηση φυτών σε τρύπες που έχουν προετοιμαστεί για αυτό και μερικές φορές μπορεί να συνδυαστεί με την υδροσπορά των ποωδών ειδών που επιτρέπουν την εμφάνιση φυτικού



καλύμματος που αποτρέπει τα διαβρωτικά φαινόμενα στις πλαγιές (https://www.researchgate.net/publication/280874025_Is_direct_seeding_a_biologically_viable_strategy_for_restoring_forest_ecosystems_Evidences_from_a_meta-analysis).

5.7 Παραδείγματα αποκατάστασης λατομείων στον ελληνικό χώρο

5.7.1 Υδροβιότοπος και Πάρκο Αναψυχής στο ορυχείο του Κύριου Πεδίου Πτολεμαΐδας, έργο της «ΔΕΗ Α.Ε.»



Εικόνα 5: Υδροβιότοπος και Πάρκο Αναψυχής στο ορυχείο του Κύριου Πεδίου Πτολεμαΐδας

(https://www.huffingtonpost.gr/entry/latomeia-kai-orecheia-metatrepontai-se-xenodochia-kai-choroes-anapseches_gr_5a97c529e4b09c872bb1513d)

Η ΔΕΗ Α.Ε. στο εξοφλημένο ορυχείο της του Κύριου Πεδίου Πτολεμαΐδας έχει δημιουργήσει λίμνες αξιοποιώντας τα υπόγεια αναβλύζοντα ύδατα και τις αποθέσεις του ορυχείου, με αποτέλεσμα στα σημεία αυτά να δημιουργούνται υδροβιότοποι.



5.8 Λοιπές χρήσεις

5.8.1 Αποκατάσταση λατομείων στο λεκανοπέδιο της Αθήνας - Θέατρο Λυκαβηττού

Το 1964, εν μέσω των στρατηγικών προσπαθειών του ΕΟΤ για την προώθηση του τουρισμού, ο λόφος του Λυκαβηττού χαρακτηρίστηκε ως Τοπόσημο-Αξιοθέατο, οδηγώντας στη φιλόδοξη ιδέα της ίδρυσης ενός υπαίθριου θεάτρου για παραστάσεις και εκδηλώσεις στο πλαίσιο του Φεστιβάλ Αθηνών. Αυτή η πρωτοβουλία είχε στόχο την «τοπική αποκατάσταση» της περιοχής και τοποθετήθηκε προσεκτικά για την επίτευξη αυτού του στόχου. Το Θέατρο του Λυκαβηττού, που βρίσκεται στις πλαγιές του παλαιού Λατομείου, σχεδιάστηκε από τον αρχιτέκτονα Τάκη Ζενέτο.

Η κατασκευή αυτού του θεάτρου αντιμετώπισε ταυτόχρονα τρεις ξεχωριστές προκλήσεις:

- την αναζήτηση να μετακινηθεί το κλασικό δράμα πέρα από τα όρια του κρατικού θεάτρου,
- την αναγκαιότητα δημιουργίας ενός χώρου για τις αυξανόμενες δραστηριότητες του νεοσύστατου Φεστιβάλ Αθηνών και
- την απαίτηση να επισκευαστεί η πληγείσα ανακούφιση που προκαλείται από τα λατομεία στον πυρήνα του το αττικό τοπίο.



Εικόνα 6: Θέατρο Λυκαβηττού

<https://constructionmag.gr/theatro-lykavittou-me-epeigouses-diadikasies-entos-tou-iounio-u-i->

[epilogi-anadochou/](https://constructionmag.gr/theatro-lykavittou-me-epeigouses-diadikasies-entos-tou-iounio-u-i-epilogi-anadochou/)



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Το Θέατρο χρησίμευσε ως ένας πολιτιστικά σημαντικός χώρος περιφερειακής σημασίας, φιλοξενώντας εκδηλώσεις και παραστάσεις που προσέλκυσαν μεγάλο πλήθος, μέχρι που σταμάτησε να λειτουργεί το 2008 λόγω δομικής ανεπάρκειας.

https://hppc.gr/wpcontent/uploads/2019/07/5_ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ_II_ΠΑΡΑΔΩΛΗΛΑ_ΕΡΓΑ_ΔΟ_Φ_ΟΥ_ΔΥΚΑΒΗΤΤΟΥ.pdf

5.8.2 Βύρωνας: Χώρος πολιτιστικών και αθλητικών δραστηριοτήτων

Κατά την δεκαετία του '80 δημιουργήθηκαν σταδιακά στον χώρο των παλαιών λατομείων τα Θέατρα Βράχων, αθλητικές εγκαταστάσεις, όπως γήπεδα ποδοσφαίρου και μπάσκετ καθώς και ένα σχολικό συγκρότημα (<https://dasarxeio.com/2021/06/21/98365/>).



Εικόνα 7: Βύρωνας Χώρος πολιτιστικών και αθλητικών δραστηριοτήτων

(<https://www.documentonews.gr/article/se-poion-anikei-to-theatro-vraxon-h-dikas-tiki-diamaxi-piso-apo-ton-istoriko-xoro-politismoy-reportaz/>)



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



5.8.3 Αποκατάσταση λατομείου Αλούλα

Η αποκατάσταση του λατομείου ξεκίνησε το 1949, με στόχο την μετατροπή του σε ένα χώρο αναψυχής και πολιτισμού. Έτσι λοιπόν σήμερα έχει δημιουργηθεί ένα μουσείο λατομικής χρήσης, συνδυάζοντας φύση και πολιτισμό.



Εικόνα 8: Λατομικό κτίσμα στην περιοχή Αλούλα.

(<http://www.mixanitouxronou.gr/aloula-to-egkataleimmeno-latomeio-tis-pentelis-poy-diamorfothike-se-ypaithrio-moyseio/>)



5.8.4 Λατομείο Διονύσου

Το λατομείο βρίσκεται στην περιοχή του Διονύσου Αττικής και εξορύσσονται επίγεια και υπόγεια λευκό και ημίλευκο μάρμαρο.



Εικόνα 9: Λατομείο Διονύσου

(<https://www.dionyssomarble.com/el/>

06/08/2022)

Τον Ιούνιο του 2015 φιλοξένησε το παγκόσμιο διαγωνισμό του Red Bull X-Fighters free style Motorcross. Για την αναδιαμόρφωση του λατομείου που ήταν μήκος 350 μέτρα, πλάτος 230 μέτρα και βάθος 230 μέτρα χρησιμοποιήθηκαν 12.000 κυβικά μέτρα χώματος.

Αυτή η περίπτωση αποκατάστασης, που θα μπορούσε να την αποκαλέσει κανείς και ως προσωρινή αποκατάσταση, αποτελεί μια εξαίρεση αφού σε αντίθεση με άλλες αποκαταστάσεις το λατομείο γύρισε ξανά στην κανονική λειτουργία του. Ωστόσο η επιτυχία της συγκεκριμένης εκδήλωσης προσφέρει μια λύση για πολλά λατομεία που παραμένουν ανεκμετάλλευτα.



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Εικόνα 10: Event Red Bull X-Fighters στο λατομείο Διονύσου

(<https://www.newsauto.gr/news/to-red-bull-x-fighters-live-sto-newsauto/>
06/08/2022)

5.9 Χρήση εγκαταλειμμένων λατομείων για την ανακύκλωση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις - Αποκατάσταση ανενεργού λατομείου «Κυριακού»

Τα τελευταία χρόνια έχουν ψηφιστεί διατάξεις και έχουν ανακύψει ζητήματα που συσχετίζουν την χωροθέτηση εγκεκριμένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ σε ανενεργά λατομεία με σκοπό την παράλληλη ανάπτυξη μιας νέας οικονομικής δραστηριότητας αλλά και την περιβαλλοντική αποκατάσταση των χώρων αυτών.

- Ν. 4030/2011 (ΦΕΚ Α' 249) (άρθρο 40 για τα ΑΕΚΚ)
- Ν.4001/2011 (ΦΕΚ Α'179) (άρθρο 181 για ΑΕΚΚ)
- Ν.4280/2014 (ΦΕΚ Α' 159) (άρθρο 52 παρ. 4 για ΑΕΚΚ)
- Ν. 4710/2020 (ΦΕΚ Α' 142) (άρθρο 55 Αποκατάσταση ανενεργών λατομείων)

Με το άρθρο 55 παράγραφος 1 του Ν. 4710/2020, αντικαταστάθηκαν οι παράγραφοι 1 έως 3 του άρθρου 40 του Ν. 4030/2011 (Α'249). Πιο συγκεκριμένα:

Σύμφωνα με την παράγραφο 1, η οποία παραμένει ουσιαστικά αναλλοίωτη σε σχέση με αυτήν του Ν. 4030/2011, επιτρέπεται η εγκατάσταση μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις σε ανενεργά λατομεία με σκοπό την αποκατάσταση



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



του φυσικού τοπίου και περιβάλλοντος αυτών, ανεξαρτήτως του ιδιοκτησιακού καθεστώτος τους. Η λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των ΑΕΚΚ σε λατομεία δεν πρέπει να παρατείνεται πέραν του χρόνου αποκατάστασης του λατομείου που ορίζεται με τη σύμβαση ανάθεσης του αναδόχου.

Σύμφωνα με την παράγραφο 2 για την αποκατάσταση των ανενεργών λατομείων επιτρέπεται η χρήση της περίσσειας εκσκαφών που προέρχονται από την κατασκευή ιδιωτικών και δημοσίων έργων, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που έχουν ανατεθεί με σύμβαση παραχώρησης, καθώς και των αδρανών καταλοίπων που προέρχονται από την κατασκευαστική δραστηριότητα δημόσιων και ιδιωτικών έργων και προκύπτουν από τις μονάδες επεξεργασίας των ΑΕΚΚ. Η αποκατάσταση των ανενεργών λατομείων που ανήκουν στο Δημόσιο, στους Ο.Τ.Α. και στα Ν.Π.Δ.Δ. γίνεται με μέριμνα των εγκεκριμένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ, κατόπιν ανάθεσης από την αρμόδια Αποκεντρωμένη Διοίκηση ή Ο.Τ.Α. ή Ν.Π.Δ.Δ.. Στην περίπτωση που στα διοικητικά όρια των ανωτέρω αρχών λειτουργούν περισσότερα από ένα εγκεκριμένα συστήματα, τα ενδιαφερόμενα εγκεκριμένα συστήματα συμπράττουν υποχρεωτικά μεταξύ τους. Οι δαπάνες μελετών και εργασιών αποκατάστασης βαρύνουν τα προαναφερόμενα συστήματα ΑΕΚΚ. Μετά από τη σύναψη της σύμβασης παραχώρησης το εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ υποβάλλει αίτημα για περιβαλλοντική αδειοδότηση.

Με την παράγραφο 3 προστέθηκε ο όρος σύμφωνα με τον οποίον τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ υποχρεούνται να καταβάλουν τέλος υπέρ του Πράσινου Ταμείου, το οποίο διατίθεται αποκλειστικά για την αποκατάσταση του φυσικού τοπίου και περιβάλλοντος των ανενεργών λατομείων, τα οποία δεν έχουν παραχωρηθεί σε συστήματα. Αυτός ο όρος δεν υπήρχε στον Ν. 4030/2011

Το άρθρο 55 του Ν. 4710/2020, επέφερε ουσιώδεις αλλαγές στο άρθρο 40 του Ν. 4030/2011. Το άρθρο 40 περιείχε ασάφειες και δημιούργησε προβλήματα στην εφαρμογή της νομοθεσίας λόγω του ότι προέβλεπε την προκήρυξη διαγωνισμού από την οικεία Αποκεντρωμένη Διοίκηση για την ανάθεση της αποκατάστασης του εκάστοτε λατομείου σε εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ χωρίς να γίνεται μνεία στο περιεχόμενο των όρων της διακήρυξης. Μάλιστα η εγκατάσταση των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης θα διενεργείτο επί τη βάσει εγκεκριμένης μελέτης και σύμφωνα με την απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, δηλαδή θα έπρεπε να έχει εκπονηθεί η μελέτη και να έχει εκδοθεί η ΑΕΠΟ πριν από τη διακήρυξη της δημοπρασίας χωρίς όμως να αποσαφηνίζεται ποιος θα εκπονούσε την μελέτη.

Με τις νέες διατάξεις, η διαδικασία γίνεται σαφέστερη, η αποκατάσταση πραγματοποιείται κατόπιν ανάθεσης από την αρμόδια Αποκεντρωμένη Διοίκηση σε εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ, και όχι κατόπιν διαγωνισμού, όπως προβλεπόταν αρχικά, και το εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ είναι αυτό το οποίο αναλαμβάνει την εκπόνηση της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων και υποβάλλει αίτημα για περιβαλλοντική αδειοδότηση μετά από τη σύναψη της σύμβασης παραχώρησης.



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Ένα τέτοια παράδειγμα αποκατάστασης είναι η περίπτωση του λατομείου Κυριακού. Το λατομείο αυτό θα είναι το πρώτο ανενεργό λατομείο στην Αττικής που θα αποκατασταθεί, βάσει του νέου Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων 2020-2030 του Υπουργείου Π.ΕΝ. Με αυτό τον τρόπο, θα επιτευχθούν δύο στόχοι, αυτός της αποκατάστασης του λατομικού χώρου καθώς και αυτός της ορθής διαχείρισης των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων.



Εικόνα 11: ΥΠΕΝ: Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργού λατομείου «Κυριακού»
([ΥΠΕΝ: Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργού λατομείου «Κυριακού» - Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος](#))



6 Μελέτη περίπτωσης: Λατομείο Εξόρυξης Βιομηχανικού Ορυκτού της «Α.Ε. ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ» στη θέση «Καλύβα Βρύση» του Δήμου Πατρέων

6.1 Εισαγωγή

Για την υποστήριξη της τσιμεντοβιομηχανίας στο Δρέπανο Αχαΐας, δημιουργήθηκαν και δημιουργούνται λατομεία στην γύρω περιοχή, κυρίως για την παραγωγή ασβεστόλιθου. Ένα από αυτά που ξεκίνησε την λειτουργία του το 1997 ήταν το Λατομείο Εξόρυξης Βιομηχανικού Ορυκτού στη θέση «Καλύβα Βρύση». Σήμερα η πρώην λατομική περιοχή έχει αποκατασταθεί.

6.2 Θέση και Τεχνική Περιγραφή

Το λατομείο αδρανών υλικών λειτουργούσε από το 1997 έως και το 2017 και τροφοδοτούσε με βιομηχανικό ορυκτό (φλύσχη) το εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου στο Δρέπανο Αχαΐας. Ο λατομικός χώρος είχε έκταση 198.359,83 m² και η όλη εκμετάλλευση της εκσκαφής γινόταν από το ανώτερο υψόμετρο των +300 m, προς το κατώτερο +180 m

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τα γεωλογικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών που την καλύπτουν και έχοντας υπόψη την εύρεση της απλούστερης τεχνικά, ασφαλέστερης, οικονομικότερης αλλά και περιβαλλοντικά ορθής λύσης ως προς τον τρόπο εκμετάλλευσης, θεωρήθηκε ως καταλληλότερη η μέθοδος εξόρυξης και εν γένει εκμετάλλευσης αυτή των ορθών βαθμίδων.

Η μέθοδος εξόρυξης και εν γένει εκμετάλλευσης, σε όλα τα στάδια της εκμετάλλευσης έγινε με την χρήση μηχανικής εξόρυξη και δεν έγινε καμία χρήση εκρηκτικών υλών. Η κλίση του πρανούς της κάθε βαθμίδας (στον πόδα αυτής), ήταν 59°. Δημιουργήθηκαν δηλαδή 24 βαθμίδες ύψους 5 m, στα υψόμετρα +300, +295, + 290, +285, +280, ... +185 και +180 m που θα είναι και η τελική πλατεία του λατομείου . Κατά την φάση της εκμετάλλευσης οι βαθμίδες είχαν ελάχιστο πλάτος 12 m για την ασφαλή λειτουργία και κίνηση των μηχανημάτων. Ενώ στην φάση της εξόφλησης το πλάτος των βαθμίδων ήταν 6 m.

Τέλος στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι τα υψόμετρα δαπέδου των βαθμίδων και της πλατείας είναι ενδεικτικά και φυσικά όχι απόλυτα σταθερά σε όλο το μήκος των βαθμίδων καθώς λόγω της κλίσεως και του μήκους τους θα παρουσιάζουν διαφορές της τάξης των ± 2 μέτρων.

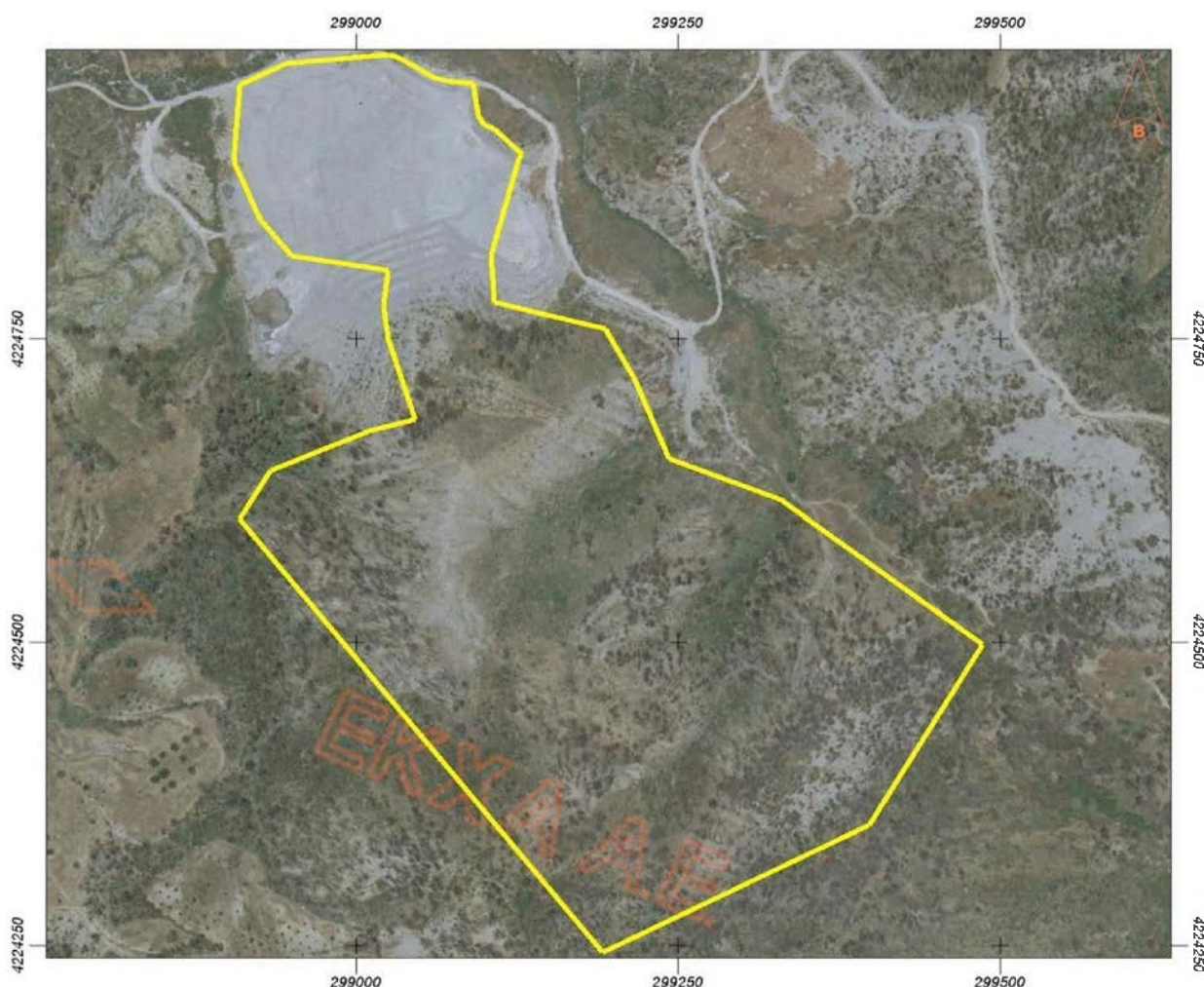
Η εκμετάλλευση όπως και η αποκατάσταση επεκτάθηκε στο μεγαλύτερο τμήμα του λατομικού χώρου και η έκταση που αποκαταστάθηκε καταλαμβάνει το 85 % περίπου του συνόλου της έκτασης του λατομείου.



6.2.1 Ποσοτικές παράμετροι εκμετάλλευσης

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των στρωμάτων φλύσχη στην λατομική έκταση, παρουσιάζουν μεγάλη ομοιογένεια. Το χαρακτηριστικό αυτό έχει μεγάλη σημασία για την Τσιμεντοβιομηχανία, διότι δεν απαιτούνται ειδικές δαπανηρές εγκαταστάσεις ομογενοποίησης του φλύσχη, πριν τροφοδοτηθεί στο κύκλωμα παραγωγής.

Το πιο σημαντικό ποιοτικό στοιχείο είναι η περιεκτικότητά του σε οξείδιο του αργιλίου Al_2O_3 . Ο φλύσχος, σε σύγκριση με άλλα αργιλοχώματα, που ευρίσκονται πιο κοντά στο εργοστάσιο τσιμέντου, έχει αυξημένο ποσοστό Al_2O_3 και έτσι αποφεύγεται η προσθήκη βωξίτη στις Α' ύλες.



Εικόνα 12:Απόσπασμα από το ΕΚΧΑ με τη θέση του λατομικού χώρου



6.3 Κατάσταση του περιβάλλοντος στην περιοχή

6.3.1 Κλιματικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά

Ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη χλωρίδα και τη βλάστηση μιας περιοχής είναι το κλίμα. Στοιχεία που προσδιορίζουν το κλίμα είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, οι βροχοπτώσεις, η κατανομή τους κατά τη διάρκεια του έτους, και η ηλιοφάνεια.

Οι κλιματικοί παράγοντες και οι μεταβολές τους επιδρούν, άμεσα ή έμμεσα, στη γεωγραφική κατανομή ενός είδους, στη φυσιολογία του, καθώς και σε άλλες φυσιολογικές διεργασίες, όπως στην άνθηση και την καρποφορία. Το κλίμα στην παραλιακή και πεδινή ζώνη είναι τυπικά μεσογειακό, αλλά καθώς ανεβαίνουμε προς τους ορεινούς όγκους, μεταβάλλεται σε ηπειρωτικό, με ήπιο και δροσερό καλοκαίρι και πιο βαρύ χειμώνα.

Σύμφωνα με την κλιματική ταξινόμηση κατά Thornthwaite, η περιοχή κατατάσσεται στον κλιματικό τύπο C1SB3'α' όπου οι συμβολισμοί δηλώνουν:

C1 ξηρό κλίμα

S μέτριο πλεόνασμα ύδατος κατά το

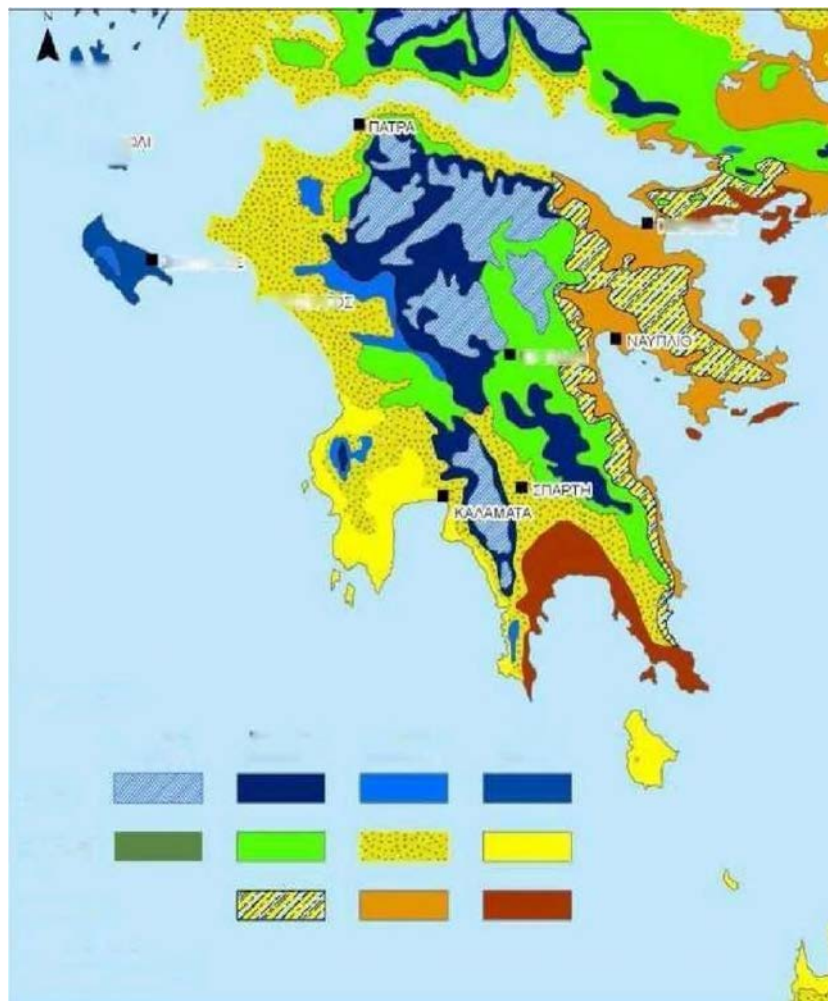
χειμώνα B3' μεσόθερμο τύπο

α' μικρό ποσοστό θερμικής δραστηριότητας το θέρος

Συνηθισμένο είναι το φαινόμενο της χιονόπτωσης στην ορεινή ζώνη του Παναχαϊκού, καθώς και οι παγωνιές που ακολουθούν την πτώση του χιονιού ή το φύσημα των βορείων ψυχρών ανέμων. Οι βροχοπτώσεις είναι έντονες κατά την περίοδο Οκτωβρίου – Απριλίου και λιγοστές την περίοδο Μαΐου – Σεπτεμβρίου.



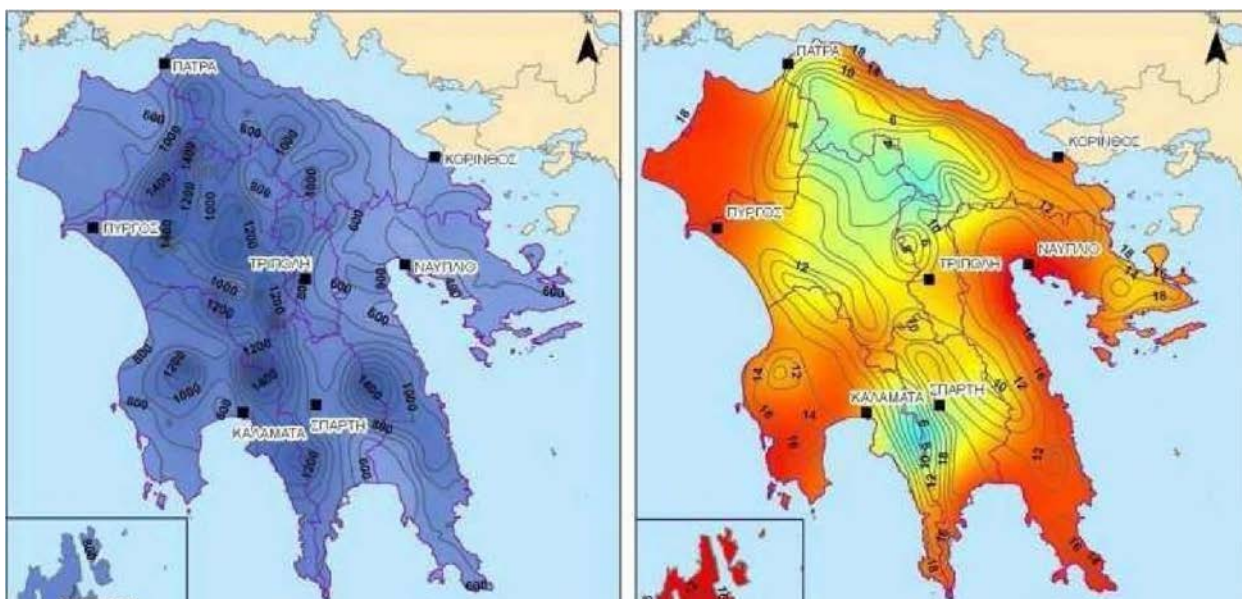
Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



Εικόνα 13: Χάρτης βιοκλιματικών ορόφων για την περιοχή της Πελοποννήσου



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Εικόνα 14: Κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στην Πελοπόννησο

Άνεμοι

Επικρατούν τόσο σε συχνότητα όσο και σε ένταση οι Ν.Δ. (15,41%) και εν συνεχεία οι Δυτικοί (10,73%). Ακολουθούν οι Βόρειοι (10,39%) και οι Βορειοανατολικοί (9,31%). Σπανιότερα εμφανίζονται οι Βορειοδυτικοί (6,44%) οι οποίοι όμως είναι ιδιαίτερα ισχυροί έως θυελλώδεις. Οι άνεμοι αυτοί ενώ εμφανίζονται ως Β-Δυτικοί είναι Ν-Δυτικοί μεγάλης σφοδρότητας οι οποίοι πέφτουν στα απέναντι όρη της Αιτωλοακαρνανίας και ανακλώνται ως Β-Δυτικοί. Οι άνεμοι αυτοί λόγω της κατεύθυνσης τους δημιουργούν θαλασσοταραχή. Το ποσοστό νηνεμίας σε συχνότητα και σε ετήσια βάση είναι 24,85% και κυμαίνεται από 17% τον Ιανουάριο μέχρι 38% τον Αύγουστο.

6.3.2 Κλιματολογικά στοιχεία και Αύξηση φυτών.

Με βάση τα όσα έχουμε αναφέρει προκύπτει ότι δεν υφίστανται οριακές κλιματολογικές καταστάσεις για την φυσική βλάστηση. Έχοντας υπόψη ότι η ποώδης βλάστηση αρχίζει την βιολογική της δραστηριότητα όταν η μέση τιμή των ελάχιστων θερμοκρασιών παραμένει πάνω από τους 5 °C, ενώ για την υψηλή βλάστηση η τιμή αυτή παραμένει πάντοτε πάνω από τους 10 °C περίπου, καθορίζουμε σαν έναρξη της βλαστικής περιόδου για την ποώδη βλάστηση τον μήνα Απρίλιο ενώ για την υψηλή (δάσος), τον μήνα Ιούνιο με βάση τα στοιχεία των πινάκων. Πλην όμως από σχετικές παρατηρήσεις ενώ για την ποώδη βλάστηση δεν προκύπτει σημαντική απόκλιση από τις πραγματικές συνθήκες, θεωρούμε ότι για την υψηλή



βλάστηση, η έναρξη της βλαστικής δραστηριότητας συμβαίνει τουλάχιστον ένα μήνα νωρίτερα. Τελειώνοντας σημειώνουμε ότι οι μέγιστες θερμοκρασίες ουδέποτε ξεπέρασαν το ανώτατο ανεκτά όριο της αφομοίωσης που είναι η τιμή των 45°C - 50°C. Σημειώνουμε δε ότι η άριστη τιμή της θερμοκρασίας για την αφομοίωση είναι αυτή των 20°C - 30°C.

6.4 Μορφολογικά και Τοπιολογικά χαρακτηριστικά

Ο λατομικός χώρος βρίσκεται σε λοφώδη περιοχή με έντονο πολυσχιδές ανάγλυφο. Τα υψόμετρα της ευρύτερης περιοχής κυμαίνονται μεταξύ +305 και +145 μέτρα. Το λατομείο ευρίσκεται σε μέσο υψόμετρο +225 m περίπου με γενικό προσανατολισμό Ανατολικό.

Ανάγλυφο

Το ανάγλυφο του χώρου και της ευρύτερης περιοχής είναι λοφώδες με κλίσεις μέτριες έως ισχυρές (~48 %). Το εύρος των υψών του λατομικού χώρου κυμαίνεται μεταξύ +305 και +145 μέτρα, δηλαδή η μέγιστη υψομετρική διαφορά χαμηλότερου και υψηλότερου σημείου της έκτασης είναι 160 μέτρα.

Το τοπίο στην ευρύτερη περιοχή, εστιάζεται στις οπτικές ιδιότητες του περιβάλλοντος, εμπεριέχοντας όλα τα χαρακτηριστικά, ανθρωπογενή, φυσικά, βιολογικά, τα οποία έχουν οπτική και οικολογική οντότητα. Η ποιότητα του οπτικού τοπίου εξάγεται από την άθροιση οικολογικών, πολιτισμικών και ψυχολογικών παραγόντων (Αργιαλάς Δ. κ.α., 2005).

Τα φυσικά στοιχεία του τοπίου στην περιοχή της δραστηριότητας περιλαμβάνουν:

- τα στοιχεία πεδινής περιοχής, με εξέχον στοιχείο τις καλλιέργειες ελαιοδένδρων στις περιοχές ήπιου αναγλύφου.
- τα στοιχεία δασικού περιβάλλοντος που αναπτύσσονται στις λοφικές εξάρσεις και λοφικά υβώματα (όπως και στην περιοχή του λατομείου), καθώς και κατά μήκος των μικρορεμάτων.

Τα χερσαία φυσικά τοπιολογικά χαρακτηριστικά στις περιοχές ήπιου αναγλύφου, έχουν υποστεί σημαντικές αλλοιώσεις και καταστροφές, οι οποίες επέφεραν τον περιορισμό ή κατά θέσεις και τον αφανισμό της φυσικής βλάστησης, λόγω των γεωργικών καλλιεργειών αλλά και άλλων ανθρώπινων υποδομών και δραστηριοτήτων (δρόμοι, αγροικίες, κατοικίες). Αντίθετα στις επικλινείς ζώνες των λοφικών εξάρσεων και υβωμάτων η κατάσταση είναι σαφώς καλύτερη, με τα κυριότερα προβλήματα να εντοπίζονται στις πίεςεις που δέχεται η φυσική βλάστηση από πυρκαγιές.

Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Το έδαφος, θεωρείται ένας πολύ σημαντικός και πλουτοπαραγωγικός πόρος. Λόγω της λιθολογίας δημιουργείται εδαφικός ορίζοντας μικρού πάχους. Το πάχος του εδαφικού ορίζοντα αυξάνει στις μορφολογικές ταπεινώσεις και στις απολήξεις του υδρογραφικού δικτύου λόγω



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



συσσώρευσης υλικών αποσάθρωσης και στερεοπαροχών. Ο τύπος εδάφους που απαντάται στην περιοχή μελέτης (σύμφωνα με το Χάρτη Εδαφικών Ενώσεων της Ελλάδος, Εθνική Επιτροπή κατά της Ερημοποίησης, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2004 - Τροποποιημένη) είναι:

Leptosols (LP):

Κύρια Τυπολογική Μονάδα: Eutric Leptosol (LPeu)

Συνυπάρχουσες Τυπολογικές Μονάδες: Lepto-eutric Regosol, Eutric Cambisol, Haplic Phaeozem.

Μητρικό Υλικό: Φλύσχης, Σχιστόλιθοι

Ποιότητα: Χαμηλή.

Ευαισθησία Ερημοποίησης: Πολύ υψηλή Αειφόρες

Εδαφοπονικές χρήσεις: Δάσος ελεγχόμενη βοσκή

Περιορισμοί για μη Εδαφοπονικές χρήσεις: Ισχυροί

6.5 Φυσικό περιβάλλον

6.5.1 Χλωρίδα

Η περιοχή από φυτοκοινωνιολογική άποψη (υψόμετρο 145 - 200 μ.) ανήκει στην Ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia ilicis*) στον αυξητικό χώρο (*Adrachno - Quercetum ilicis*). Στην υποζώνη αυτή βρίσκεται το άριστο (*optimum*) της ανάπτυξης της *Pinus halepensis*, καθώς και της *Pinus brutia*. Η καλλιέργεια της ελιάς ευρίσκεται στα όριά της και η καλλιέργεια των εσπεριδοειδών περιορίζεται για την υποζώνη αυτή μόνο στη Δυτική Ελλάδα, όπου πολλές φορές διατρέχουν κινδύνους από παγετούς. Η αμπελουργία βρίσκει εδώ άριστες συνθήκες, κυρίως για παραγωγή πρώιμων επιτραπέζιων σταφυλιών.

Ο κυριότερος τύπος οικοτόπου (φυσικής βλάστησης) που απαντάται στην περιοχή μελέτης είναι η Λιβαδική βλάστηση και οι Θαμνώνες της Ανατολικής Μεσογείου.

α. Λιβαδική βλάστηση Πρόκειται για αυτοφυή ποώδη βλάστηση με ετήσιο κύκλο ανάπτυξης. Τα κυριότερα είδη είναι: *urtica* (τσουκνίδα) *chicotium* (ραδικιά), *Trifolium* (τριφύλλι), *Cynodon dactylon* (αγριάδα), *Chrysanthenum* (μαργαρίτες), *crepis*, *Anemone Coronaria*, *onopordum* (γαϊδουράγκαθο) κ.ά.

β. Θαμνώνες της Ανατολικής Μεσογείου. Πρόκειται για διαπλάσεις αειφύλλων-σκληροφύλλων με κυρίαρχο είδος το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), το οποίο εμφανίζεται με την μορφή αδιαπέραστου θαμνώνα ή με μορφή χαμηλού υποβαθμισμένου θαμνώνα.



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Στην περιοχή του λατομικού χώρου απαντώνται κυρίως διαπλάσεις αιφυλλών σκληροφύλλων, υποβαθμισμένες λόγω παλαιότερης πυρκαγιάς (2007)

6.5.2 Πανίδα

Οι σημαντικότεροι οικοτόποι που χρησιμεύουν για την κατοικία της πανίδας είναι:

- Οι Θαμνώνες της Ανατολικής Μεσογείου που καλύπτουν και την περιοχή της δραστηριότητας.
- Οι Θάμνοι κατά μήκος των ορίων των ιδιοκτησιών.
- Η βλάστηση που αναπτύσσεται κατά μήκος των

υδατορεμάτων. Στην περιοχή απαντώνται είδη:

- με μόνιμη παραμονή στην περιοχή (κυρίως τα θηλαστικά).
- με εποχική παρουσία (ορνιθοπανίδα).
- που προσεγγίζουν την περιοχή μόνο για αναζήτηση τροφής (κυρίως αρπακτικά).

Λόγω της υποβάθμισης της βλάστησης και την καταστροφή των βιοτόπων των ζωικών ειδών (από πυρκαγιές και εκχερσώσεις), καθώς και την λαθροθηρία, έχει υποβαθμιστεί και η πανίδα. Πάντως τόσο η μελετούμενη έκταση όσο και η ευρύτερη περιοχή δεν αποτελούν σημαντικό χώρο διαμονής ενδημικών ειδών

Τα ασπόνδυλα που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή, απαρτίζονται κυρίως από αρθρόποδα, διάφορα είδη αραχνών και σκορπιούς.

Τα σπονδυλωτά αντιπροσωπεύονται από μεγάλη ποικιλία πουλιών (σποροφάγα, εντομοφάγα, παμφάγα, ημερόβια και νυχτόβια αρπακτικά) και θηλαστικά (χειρόπτερα, εντομοφάγα, φυτοφάγα, τρωκτικά και μικρά σαρκοφάγα). Επίσης υπάρχουν πολλά είδη τρωκτικών.

Όσον αφορά τα θηλαστικά τα κυριότερα είδη που συναντώνται είναι: Αλεπού (*Vulpes vulpes*), Σκαντζόχοιρος (*Erinaceus concolor*), Τυφλοπόντικας, Λαγός (*Lepus europeus*), Μαυροποντικός (*Rattus rattus*), Ασβός (*Meles meles*), Νυφίτσα (*Mustela nivalis*), κ.α. Επίσης συναντώνται μικρά θηλαστικά (είδη μικρών τρωκτικών), τα οποία τρέφονται με καρπούς και έντομα.

Τέλος όσον αφορά στα ερπετά, αυτά είναι Δενδρογαλιά, Τυφλίτης, Σαΐτα, Οχιά.

Τα κυριότερα είδη ορνιθοπανίδας που καταγράφονται στην περιοχή μελέτης είναι τα εξής:

- μπεκάτσα
- κίσσα
- τσίχλα
- χελιδόνι



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



- κορακοειδή (τα οποία αφθονούν).

Τα κυριότερα ερπετά και αμφίβια που συναντώνται είναι:

- οχιές (δηλητηριώδεις και μη)
- δενδρογαλιά
- σαλαμάνδρες
- διάφορα είδη

σαυρών Έντομα

Τα έντομα είναι η πιο πολυάριθμη ομάδα έμβιων όντων, αλλά και η λιγότερο ερευνημένη. Στην περιοχή μελέτης, συναντώνται διάφορες κατηγορίες εντόμων, όπως ορθόπτερα, κολεόπτερα (σκαθάρια), λεπιδόπτερα (πεταλούδες) και υμενόπτερα (μυρμήγκια). Οι περισσότερες πεταλούδες εμφανίζονται την άνοιξη. Τα μυρμήγκια παίζουν κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας, καθώς καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες φυτοφάγων εντόμων, προστατεύοντας έτσι τα δέντρα που τα φιλοξενούν. Κάθε παλιό δέντρο έχει ένα στρατό μυρμηγκιών που το φυλάσσουν.

6.5.3 Ετήσιες μεταβολές στο φυσικό περιβάλλον

Οι εποχιακές αλλαγές στο κλίμα και τα καιρικά φαινόμενα επηρεάζουν τη διανομή και τη δραστηριότητα των διάφορων ειδών. Καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, οι κλιματικοί παράγοντες, όπως το φως, η υγρασία και η θερμοκρασία, παρουσιάζουν μεταβολές. Αυτές οι μεταβολές έχουν σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη της βλάστησης και στη μορφολογία των φυτικών ειδών της περιοχής.

Τα φρυγανικά είδη παρουσιάζουν την ικανότητα να τροποποιούν τη μορφή των φύλλων τους και τη συμπεριφορά τους ανάλογα με την εποχή, καθώς είναι φυτά εποχιακώς διμορφικά. Καθώς το καλοκαίρι φέρνει ζέστη και ξηρασία, τα φρυγανικά φυτά αντικαθιστούν τα φύλλα τους με νέα, τα οποία έχουν χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να αντέχουν την καλοκαιρινή ξηρασία. Αυτά τα φύλλα είναι μικρότερα, κιτρινωπά, με πυκνό τρίχωμα και μηχανική δομή, και διαθέτουν στόματα μόνο στην κάτω επιφάνεια. Ο μεταβολισμός τους προσαρμόζεται στις συνθήκες της ξηρασίας του καλοκαιριού. Στο φθινόπωρο, τα καλοκαιρινά φύλλα πέφτουν και εμφανίζονται νέα χειμερινά φύλλα, μεγάλα και πράσινα, με στόματα και στις δύο επιφάνειες σε πολλές περιπτώσεις. Η ικανότητα του φυτού να εναλλάσσει αυτά τα χαρακτηριστικά δείχνει ότι διαθέτει γενετική πληροφορία για αμφοτέρους τις καταστάσεις, τις οποίες εκφράζει αναλόγως των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Με την άφιξη της άνοιξης, όταν πολλά φυτά αρχίζουν να ανθίζουν, παρατηρείται και η αύξηση των πουλιών και εντόμων που προσελκύονται από αυτά. Τα λουλούδια αναπτύσσουν ειδικά χαρακτηριστικά για να προσελκύσουν τα έντομα που τα επικονιάζουν. Τα χρώματα που κυριαρχούν στη φύση είναι εκείνα που είναι πιο ελκυστικά για τα έντομα, τα οποία, εκτός από



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



τις πεταλούδες, δεν αντιλαμβάνονται το κόκκινο. Γι' αυτό, οι αποχρώσεις του λευκού, του κίτρινου και του ιώδους είναι πιο συχνές. Στην ίδια περίοδο που οι προνύμφες των εντόμων μετατρέπονται σε ενήλικα, επιστρέφουν επίσης τα μεταναστευτικά πουλιά που τρέφονται με έντομα, καθώς υπάρχει μεγάλη αφθονία τροφής.

Σε περιοχές με φυλλοβόλα πλατύφυλλα δέντρα, τα αγριολούλουδα που αναπτύσσονται στο έδαφος, όπως οι ανεμώνες (*Anemone blanda*), τα ορχεοειδή (*Orchis* sp), οι ίριδες (*Iris unguicularis*) και οι μαργαρίτες (*Bellis* sp), ανθίζουν πριν την πλήρη ανάπτυξη των φύλλων των δέντρων. Επίσης, η πρόωγη ανάπτυξη των φύλλων στα μικρότερα φυτά και τα δέντρα του μεσαίου και κατώτερου δενδρώδους ορόφου αποτελεί μια στρατηγική προσαρμογής για τη βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου ηλιακού φωτός.

Κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, όταν οι καρποί των βελανιδιών, των πουρναριών και της κουμαριάς είναι ώριμοι, παρατηρείται η εμφάνιση διαφόρων ζώων, όπως κίσσες και τρωκτικά, που τους χρησιμοποιούν ως τροφή. Ορισμένα από αυτά τα ζώα αποθηκεύουν τους καρπούς για να εξασφαλίσουν την τροφή τους κατά τους ψυχρούς μήνες του χειμώνα. Σε περιόδους όπου υπάρχει αφθονία τροφής, οι πληθυσμοί των μικρών θηλαστικών αυξάνονται γρήγορα και κατόπιν μειώνονται ξανά στα κανονικά τους επίπεδα. Αμέσως μετά τις πρώτες βροχές, αρχίζουν να ανθίζουν πολλά φυτικά είδη, όπως κυκλάμινα (*Cyclamen graecum*), κολχικά (*Colchicum autumnale*) και *Spiranthes autumnalis*. Παράλληλα, στο βελονοδάσος, εμφανίζονται διάφορα είδη μανιταριών, κυρίως σε περιοχές με σκιά, υψηλή υγρασία και άφθονο οργανικό υλικό. Μερικά από αυτά τα μανιτάρια είναι βρώσιμα, ενώ άλλα είναι τοξικά. Ορισμένα από τα μανιτάρια δημιουργούν μυκόριζες με τις ρίζες των βελανιδιών. Αυτές οι μυκητιακές δομές περιβάλλουν τα ριζικά τριχίδια των δέντρων και βοηθούν στην απορρόφηση θρεπτικών ουσιών από το έδαφος. Η σχέση αυτή είναι συμβιωτική, καθώς τα δέντρα επωφελούνται από την καλύτερη απορρόφηση νερού και ιχνοστοιχείων, ενώ τα μανιτάρια εξασφαλίζουν θρεπτικά συστατικά από το δέντρο. Τα δέντρα που σχηματίζουν μυκόριζα έχουν επίσης μεγαλύτερη αντοχή σε παθογόνους μύκητες που ενδέχεται να προσβάλουν τις ρίζες τους. Παρ' όλα αυτά, δεν είναι όλες οι σχέσεις μεταξύ μανιταριών και δέντρων θετικές. Υπάρχουν μανιτάρια που προκαλούν την αποσύνθεση ή νέκρωση τμημάτων του δέντρου. Αυτοί οι παθογόνοι μύκητες, αν και επιβλαβείς για το δέντρο, μπορούν να συμβάλλουν στην ισχυροποίηση του φυσικού οικοσυστήματος απομακρύνοντας τα αδύναμα ή τα άρρωστα φυτά.

Με την άφιξη του χειμώνα, όταν τα φύλλα από τα φυλλοβόλα δέντρα έχουν πέσει, διάφορα είδη επιφύτων, όπως περιδόφυτα, βρυόφυτα και λειχήνες, εμφανίζονται στα δέντρα, όπως οι μεγάλες βελανιδιές. Τα πράσινα βρύα σχηματίζουν πυκνές στρώσεις στους κορμούς των δέντρων αυτών. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η παραγωγή οργανικής ύλης στο οικοσύστημα εξαρτάται κυρίως από αυτούς τους οργανισμούς. Όλες αυτές οι αλλαγές στο οικοσύστημα αποτελούν προσαρμογές που εξυπηρετούν τις λειτουργίες του και διασφαλίζουν την ομαλή του λειτουργία.



6.6 Ανθρωπογενείς πιέσεις στο περιβάλλον

6.6.1 Υπάρχουσες πηγές ρύπανσης ή άλλες πιέσεις προς το περιβάλλον

Οι βασικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται κατά θέσεις σε ακτίνα 2.000 μέτρων περιμετρικά του χώρου, είναι η γεωργική και η κτηνοτροφική. Τα καλλιεργήσιμα είδη μπορούν να χαρακτηρισθούν ως ήπια καθώς για την ανάπτυξη και την φροντίδα τους δεν απαιτείται εκτεταμένη χρήση λιπασμάτων. Η λατομική έκταση, όπως αναφέρθηκε είναι δημόσια δασική έκταση και συνορεύει με δασικές εκτάσεις. Στα βόρεια της έκτασης εντοπίζονται κυρίως οι γεωργικά καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Επίσης, η αραιή οικιστική ανάπτυξη και η έλλειψη αποχετευτικού δικτύου, έχει ως αποτέλεσμα την διάθεση των οικιακών αποβλήτων σε απορροφητικούς βόθρους και επομένως την πρόκληση αστικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα την μικροβιολογική επιβάρυνση και φόρτιση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων με οργανικά φορτία.

Όσον αφορά την ευρύτερη περιοχή μελέτης, πηγές ρύπανσης καταγράφονται από:

- τη γεωργική δραστηριότητα
- την κτηνοτροφική δραστηριότητα
- τη διάθεση των οικιακών αποβλήτων σε απορροφητικούς βόθρους
- τη λειτουργία ελαιοτριβείων και μεταποιητικών μονάδων αγροτικών προϊόντων, χωρίς βιολογικούς καθαρισμούς και στοιχειώδεις περιβαλλοντικές υποδομές.
- τη ΒΙΠΕ Πατρών
- τους αέριους ρύπους από τα αστικά κέντρα και τα οδικά δίκτυα (βιομηχανία, αυτοκίνητα, κλπ).

6.6.2 Εκμετάλλευση φυσικών πόρων (ορυκτές πρώτες ύλες, δασικός πλούτος, υδάτινοι πόροι, γεωργική γη κ.λπ.)

Η λατομική και γύρω περιοχή έχει υποστεί σημαντικές ανθρωπογενείς πιέσεις και ειδικότερα:

- πραγματοποιείται αξιοποίηση υπόγειων υδάτων για αρδευτικούς σκοπούς, μέσω έργων υδροληψίας (κυρίως φρέατα).
- Η γεωργική γη δέχεται πιέσεις από τις καλλιέργειες και το έδαφος σταδιακά καθίσταται φτωχότερο.
- Ο δασικός πλούτος έχει περιοριστεί σημαντικά λόγω της δημιουργίας καλλιεργήσιμης γης και των πυρκαγιών. Παρ' όλα αυτά πραγματοποιείται υλοτόμηση με σκοπό την εμπορία ξυλείας.



- Εξορύξεις πρώτων υλών παρατηρούνται στην περιοχή μελέτης μόνο από την TITAN ΑΕ. (απόληψη αργιλικού υλικού).

6.7 Εργασίες αποκατάστασης του χώρου επέμβασης

Η επέμβαση έγινε σε ολόκληρη την έκταση του λατομικού χώρου. Η συνολική έκταση των 198.359,83m² έχει κατανεμηθεί σε μορφές λατομικής δραστηριότητας όπως παρακάτω :

1. Βαθμίδες εκμετάλλευσης: 89.906,36 m²
2. Πλατείες: 79.823,01m²
3. Επιφάνεια ιδιωτικής
4. Επιφάνεια εκτός εκμετάλλευσης: 17.328,48 m² έκτασης: 11.301,98 m²

Λόγω του μεγέθους των επιφανειών, της μεθόδου εκμετάλλευσης, της μη ύπαρξης στείρων υλικών, και τέλος λόγω της διάρκειας της εκμετάλλευσης που εκτιμάται 48-ετής, τα μέτωπα εξόρυξης που αποκαταστάθηκαν αρχικά είναι αυτά των ανώτερων βαθμίδων σε πρώτη φάση.

Εντός της πρώτης διετίας από την αδειοδότηση της εκμετάλλευσης του λατομικού χώρου φυτεύτηκε η πρώτη πράσινη ζωή. Στη συνέχεια η αποκατάσταση του όλου χώρου γίνεται σε τέσσερις 12-ετής περιόδους με έναρξη των επόμενων εργασιών μετά από 4 - 5 χρόνια περίπου της πρώτης αποκατάστασης και επανάληψη των εργασιών σταδιακά. Φυσικά η όλη υπόθεση της σταδιακής αποκατάστασης θα προσαρμόζεται και στην πρόοδο των εργασιών.

Λόγω του προτεινόμενου τρόπου εκμετάλλευσης που είναι απόρροια των κοιτασματολογικών συνθηκών και των επιφανειακών κλίσεων, η σταδιακή αποκατάσταση περιλαμβάνει :

Α.) Αποκατάσταση των βαθμίδων εκμετάλλευσης με την σειρά που εξοφλούνται. Μετά την εξόφληση - εγκατάλειψη βαθμίδας εκμετάλλευσης ξεκινούν οι εργασίες αποκατάστασής της. Κατ' αρχήν διαστρώνονται τα στείρα, τοποθετείται το χώμα και μετά ακολουθούν οι φυτεύσεις.

Β.) Η τελευταία φάση περιλαμβάνει την αποκατάσταση ενός τελευταίου μετώπου της κατώτερης βαθμίδας εκμετάλλευσης καθώς και την διαμόρφωση, διάσπρωση κλπ όλων των υπόλοιπων τυχόν υπαρχόντων στείρων (υποπροϊόντων), και την αποκατάστασή τους, όπως και της κύριας πλατείας του λατομείου.

6.7.1 Επιδιωκόμενο αποτέλεσμα

Η βασική επιδίωξη για την αποκατάσταση του χώρου είναι η επαναφορά του σε μία φυσική ισορροπία κατά το μέτρο του δυνατού, χωρίς την εμφάνιση ή έστω επιδιώκεται η άμβλυνση των αποτελεσμάτων της εκμετάλλευσης

Η αποκατάσταση της βλάστησης και γενικά του τοπίου ακολουθεί την πρόοδο των εργασιών εξορύξεως από τα ψηλότερα υψόμετρα στα χαμηλότερα. Κάθε μέτωπο που εξοφλείται



ετοιμάζεται για δενδροφύτευση. Κάθε χρόνο δενδροφυτεύονται οι βαθμίδες που εξοφλούνται και δοκιμάζονται νέες τεχνικές αποκατάστασης (π.χ. υδροσπορές, κ.λπ.) ώστε να βελτιώνεται αισθητικά το αποτέλεσμα των έργων αποκατάστασης.

Τα έργα αποκαταστάσεως αποσκοπούν σε :

- Επαναφορά του χώρου σε μία φυσική ισορροπία.
- Προστασία του χώρου από διαβρώσεις.
- Εξαφάνιση της οπτικής αλλοιώσεως του χώρου λόγω της επεμβάσεως.
- Αποδοτικότερη χρήση της γης.

6.7.2 Τρόποι επαναφοράς της βλάστησης

Από έρευνες που πραγματοποίησε η Δασική Υπηρεσία του Οhaio των Η.Π.Α. για την επανίδρυση της βλάστησης σε λατομεία και μεταλλεία, διαπιστώθηκε ότι ο συνδυασμός δενδρώδους βλάστησης με ποώδη και κυρίως με είδη της οικογένειας ψυχανθών (Leguminosae) ελαττώνει τη διάβρωση του εδάφους και βοηθάει στην προσαρμογή, διαβίωση και αύξηση των δένδρων. Επίσης διαπιστώθηκε ότι ο συνδυασμός φυλλοβόλων και κωνοφόρων είναι ο πιο κατάλληλος. Παίρνοντας υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν και τις συνθήκες εδάφους που δημιουργούνται, χρησιμοποιούνται τα είδη :

A.) Για την αναχλόαση, η σπορά τριφυλλιού.

B.) Για την αναδάσωση τα είδη : ψευδακακία, Χαλέπιος Πεύκη, κυπαρίσσι και σπάρτου.

Τα φυτά αυτά είναι λιτοδίαιτα με μεγάλη προσαρμοστική ικανότητα (ιδίως η ψευδακακία) και αναπτύσσονται σε ποικιλία εδαφών, μέχρι άγονων, ξηρών και αβαθών.

Επιφάνειες βαθμίδων

Ο χώρος των βαθμίδων που έχουν ήδη εξοφληθεί από την παλιά εκμετάλλευση, έχει αποκατασταθεί σε μεγάλο τμήμα του. Έχουν ήδη γίνει φυτεύσεις με πεύκα και κυπαρίσσια. Δυστυχώς τμήμα των αποκατασταθέντων βαθμίδων καταστράφηκε με τις πυρκαγιές που έπληξαν προ λίγων ετών τη περιοχή.

Η αποκατάσταση των βαθμίδων έγινε με τον ίδιο τρόπο όπως και οι προηγούμενες με τα ίδια φυτευτικά είδη και με την ίδια, μέχρι σήμερα μεθοδολογία :

Κατά μήκος των βαθμίδων και ανά 3 m ανοίγονται λάκκοι διαστάσεων 0,5 X 0,5 X 0,5 m, οι οποίοι στη συνέχεια πληρώνονται με χώμα και σε κάθε έναν απ' αυτούς προστίθεται 0,5 κιλά φωσφοροκαλλίουχο λίπασμα. Οι εργασίες αυτές στη συνέχεια ελέγχονται από τον γεωπόνο της εταιρείας. Για την σταθεροποίηση των πρανών στις βαθμίδες φυτεύονται φυτά ποωδών με πυκνό επιφανειακό ριζικό σύστημα π.χ. σπάρτο, δεντρολίβανο, μηδική σε συνδυασμό με τη



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



μέθοδο της υδροσποράς που εφαρμόζεται τελευταία στα λατομεία της εταιρείας. Η άρδευση γίνεται κατά την ξηροθερμική περίοδο με αυτοκίνητο υδροφόρο όχημα και σύστημα τροφοδοσίας με μπεκ τεχνητής βροχής.

Στα ιδιόκτητα (μη δασικά τμήματα), τμήματα φυτεύονται καρποφόρα δένδρα, αμυγδαλιές και κυρίως ελιές, ενώ στα δασικά, όπως αναφέρθηκε τμήματα φυτεύονται πεύκα, ακακία και κυπαρίσσια.

Επίσης σε επιλεγμένα σημεία δοκιμάστηκε η μέθοδος της υδροσποράς στα πρανή με επιλεγμένα είδη σπόρων κάθε φορά.

Η αναλογία φύτευσης των φυτάρων θα είναι 1:1 και μείξη καθ' ομάδας. Τα είδη αυτά προτείνονται για τη μεγάλη ανθεκτικότητα που παρουσιάζουν στις ειδικές συνθήκες της περιοχής, αλλά ταυτόχρονα και για τα πολύ καλά αποτελέσματα της συγκράτησης του εδάφους. Η εγκατάσταση της ψευδακακίας δύναται να επεκτείνεται ελεύθερα κατά ποσότητα και σύμφωνα με τις υποδείξεις των τοπικών δασικών αρχών.

Επιφάνειες πλατείας

Μετά την πλήρη διαμόρφωσή της, ακολούθησε η παρακάτω μεθοδολογία για την εγκατάσταση της βλάστησης. Όλη η επιφάνεια της διαμορφωμένης πλατείας μετά το πέρας της διαμορφώσεως:

- Οργανώθηκε σε μεγάλο βάθος.
- Λιπάνθηκε με 300 kg / στρέμμα. φωσφοροκαλλιούχο λίπασμα, για να αποκτήσει το έδαφος γονιμότητα και μετά παρέλευση τουλάχιστον 6 μηνών.
- Φυτεύτηκαν ψυχανθή όπως ο βίκος ή τα κουκιά.
- Ξαναοργώθηκε την εποχή της ανθοφορίας των ψυχανθών, ώστε να επιτευχθεί πλήρης λίπανση του εδάφους.

Μετά το πέρας των εργασιών αυτών ο χώρος της πλατείας θα είναι έτοιμος για την εγκατάσταση της μόνιμης καλλιέργειας (π.χ. αμπελώνος ή ελαιώνος) στις ιδιόκτητες εκτάσεις ή για την φύτευση των δενδρυλλίων στην δασική.

6.7.3 Συντήρηση αποκατασταθέντων χώρων

Λόγω των έντονων ξηροθερμικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή κύρια φροντίδα μετά την φύτευση είναι το πότισμα. Απαιτούνται τουλάχιστον 3 έως 4 αρδεύσεις ανά μήνα κατά την καλοκαιρινή περίοδο τα τρία (-3-) πρώτα έτη μετά την φύτευση τους με περίπου 20 ltr νερό ανά δένδρο και ανά άρδευση. Ανάλογα βέβαια με τις κλιματολογικές συνθήκες οι αρδεύσεις μπορούν να αυξομειωθούν. Το πότισμα θα γίνεται κατά τους ξηρούς μήνες του έτους δηλαδή Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Συνολικά δηλαδή απαιτούνται περίπου 20 αρδεύσεις ανά έτος.



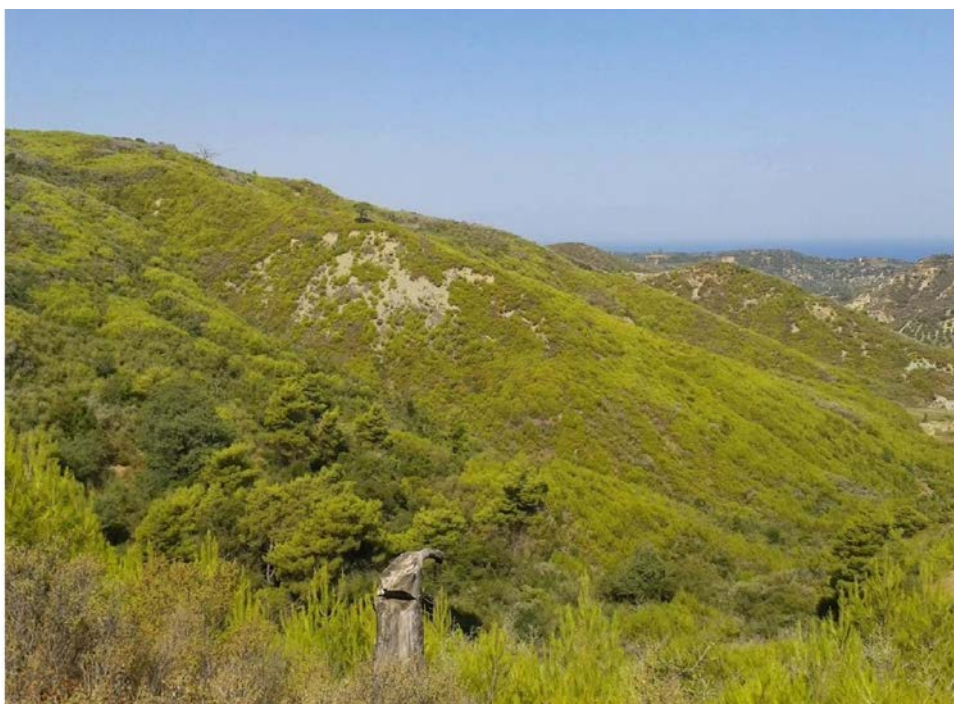
Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Σε περίπτωση βέβαια που η ξηροθερμική περίοδος αρχίσει νωρίτερα ή διαρκέσει περισσότερο τα ποτίσματα, εάν κριθεί απαραίτητο, θα αρχίσουν και αυτά νωρίτερα ή θα παρατείνονται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από αυτό που αναφέρεται παραπάνω. Για τα ποτίσματα και την μεταφορά του νερού στην περιοχή χρησιμοποιείται φορτηγό βυτιοφόρο χωρητικότητας 20 τόνων. Προαιρετικά μπορεί να γίνει και λίπανση των νεοφυτευμένων φυτών ώστε να αποκτήσουν ικανοποιητική ευρωστία όσο το δυνατό πιο γρήγορα αλλά και να περιορισθούν οι απώλειες στο ελάχιστο δυνατό.

Περιφράξεις

Μετά την εγκατάλειψη του χώρου έγινε πλήρης περίφραξη του χώρου με σύρμα και πασσάλους για προστασία από την βοσκή και την ασφάλεια της εκσκαφής και τυχόν διερχόμενων. Κατά την διάρκεια της εκμετάλλευσης και της αποκατάστασης έγιναν σταδιακά οι απαραίτητες περιφράξεις σύμφωνα με την πρόοδο των μετώπων της εκμετάλλευσης τόσο για λόγους ασφαλείας όσο και για λόγους προστασίας των νεοφυτευόμενων δένδρων και θάμνων όχι μόνο από την βόσκηση, αλλά γενικότερα από την διέλευση των μεγαλύτερων ειδών πανίδας στον μελετούμενο χώρο.



Εικόνα 15: Νοτιοανατολική Άποψη του λατομικού χώρου



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελληνικό χώρο



Εικόνα 16: Αποψη του λατομικού χώρου. Στο βάθος ο Πατραϊκός κόλπος.



7 Συμπεράσματα

Η αποκατάσταση των λατομείων αποτελεί έναν θεμελιώδη άξονα για τη βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων, καθώς η λειτουργία τους έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και τη βιοποικιλότητα. Οι νέες στρατηγικές αποκατάστασης καλούνται να υιοθετήσουν καινοτόμες λύσεις που εναρμονίζουν την προστασία του περιβάλλοντος με την κοινωνική αποδοχή, ενώ παράλληλα προάγουν την οικονομική ανθεκτικότητα.

Με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, καινοτόμων περιβαλλοντικών πρακτικών και την ενεργή συμμετοχή της κοινωνίας, η αποκατάσταση των λατομείων μπορεί να λειτουργήσει ως κινητήριο μοχλός ανάπτυξης. Παράλληλα, μπορεί να μειώσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, να αναδείξει τη βιωσιμότητα και να δημιουργήσει νέες οικονομικές ευκαιρίες τόσο για τις τοπικές κοινωνίες όσο και για την ευρύτερη περιοχή. Για να είναι επιτυχημένη μια αποκατάσταση πρέπει να βασίζεται σε συστηματική αξιολόγηση και να λαμβάνει υπόψη συγκεκριμένες παραμέτρους.

7.1 Αποκατάσταση Βιοποικιλότητας

Μία από τις βασικότερες σύγχρονες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση λατομείων είναι η ανάδειξη της βιοποικιλότητας. Τα ανενεργά ή εγκαταλελειμμένα λατομεία μπορούν να μετατραπούν σε πλούσια φυσικά οικοσυστήματα, συμβάλλοντας στην αποκατάσταση και την ενίσχυση της χλωρίδας και της πανίδας.

- **Δημιουργία οικοσυστημάτων:** Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει αναδασώσεις, ανάπτυξη φυσικών λιμνών ή υγροτόπων, ώστε να δημιουργηθούν βιότοποι ικανοί να φιλοξενήσουν την άγρια ζωή.
- **Προστασία απειλούμενων ειδών:** Η αποκατάσταση εστιάζει στη δημιουργία κατάλληλων βιοτόπων που ενισχύουν την επιβίωση απειλούμενων ή ενδημικών ειδών.

7.2 Φυσικές Τεχνικές Αναδιαμόρφωσης του Τοπίου

Η αποκατάσταση τοπίων μέσω φυσικών τεχνικών αποτελεί μια προσέγγιση που δίνει προτεραιότητα στην ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση και στην αποφυγή χρήσης βαρέων μηχανημάτων όπου είναι δυνατόν. Αυτές οι μέθοδοι αξιοποιούν φυσικές διαδικασίες για την αναδημιουργία του τοπίου με τρόπο βιώσιμο και περιβαλλοντικά φιλικό.

- **Φυτική διαδοχή:** Εφαρμόζονται φυτικά είδη που ενισχύουν τη φυσική αναγέννηση του εδάφους, προάγοντας την επαναφορά της τοπικής βλάστησης και την ισορροπία του οικοσυστήματος.
- **Φυσική αναδιαμόρφωση:** Η διαδικασία επιτρέπει τη φυσική διάβρωση και τις γεωμορφολογικές αλλαγές να εξελιχθούν με ελεγχόμενο τρόπο, ώστε το τοπίο να αναδιαμορφωθεί φυσικά και να αποκτήσει σταδιακά νέα, ισορροπημένη μορφή.



7.3 Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Η αξιοποίηση των ανενεργών λατομείων για την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση που ενισχύει τη βιώσιμη ανάπτυξη και τη μετάβαση σε καθαρές μορφές ενέργειας.

- **Φωτοβολταϊκά πάρκα:** Οι μεγάλες εκτάσεις των ανενεργών λατομείων μπορούν να μετατραπούν σε ενεργειακούς κόμβους με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ, αξιοποιώντας στο έπακρο την ηλιακή ακτινοβολία.
- **Αιολική ενέργεια:** Σε περιοχές με ευνοϊκές συνθήκες ανέμου, τα ανενεργά λατομεία μπορούν να φιλοξενήσουν ανεμογεννήτριες, συμβάλλοντας στην παραγωγή πράσινης και καθαρής ενέργειας.

7.4 Προοπτικές για Αξιοποίηση στη Βιομηχανία και τον Τουρισμό

Η αναδιαμόρφωση ανενεργών λατομείων ανοίγει τον δρόμο για καινοτόμες χρήσεις που μπορούν να ενισχύσουν την τοπική οικονομία, βελτιώνοντας παράλληλα την κοινωνική αποδοχή και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

- **Βιομηχανικές εγκαταστάσεις:** Ορισμένα λατομεία μπορούν να μετατραπούν σε κατάλληλους χώρους για τη δημιουργία βιομηχανικών μονάδων ή αποθηκευτικών εγκαταστάσεων, αξιοποιώντας τις ήδη υπάρχουσες υποδομές και τη στρατηγική τους τοποθεσία.
- **Τουρισμός και αναψυχή:** Τα ανενεργά λατομεία μπορούν να μεταμορφωθούν σε χώρους αναψυχής και τουριστικού ενδιαφέροντος, όπως πάρκα περιπέτειας, μονοπάτια πεζοπορίας ή αναρρίχησης. Επιπλέον, μπορούν να φιλοξενήσουν μουσεία που αναδεικνύουν τη γεωλογική και ιστορική σημασία τους.

7.5 Συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας

Η αποκατάσταση λατομείων δεν αποτελεί μόνο τεχνικό εγχείρημα, αλλά μια διαδικασία που ενισχύει τη συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών και των κοινωνικών φορέων. Η κοινωνική αποδοχή, η διαφάνεια και η ενεργός εμπλοκή των πολιτών είναι απαραίτητες για την επιτυχή υλοποίηση των έργων αποκατάστασης.

- **Συνεργασία με τις τοπικές κοινωνίες:** Η διαμόρφωση του μέλλοντος των αποκαταστημένων λατομείων γίνεται μέσα από διάλογο και συνεργασία με τις τοπικές κοινότητες. Η συμμετοχή τους εξασφαλίζει την ευθυγράμμιση των έργων με τις ανάγκες και τις προτεραιότητες της περιοχής.
- **Πολιτιστική αναγέννηση:** Τα ανενεργά λατομεία μπορούν να μετατραπούν σε χώρους πολιτιστικών και καλλιτεχνικών δραστηριοτήτων, αναδεικνύοντας την ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά του τόπου. Έτσι, συμβάλλουν στη διατήρηση της τοπικής ταυτότητας και στη δημιουργία νέων σημείων ενδιαφέροντος.



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Για την επίτευξη αυτών των στόχων, είναι απαραίτητη η καθοριστική παρέμβαση του κράτους στην αναθεώρηση των κριτηρίων αποκατάστασης των λατομείων και στην ενίσχυση της εφαρμογής των νέων καινοτόμων προοπτικών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω νομοθετικών ρυθμίσεων, κινήτρων, πολιτικών και πρωτοβουλιών που θα ενισχύσουν τη βιωσιμότητα τόσο σε περιβαλλοντικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο.

Με τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων, η αποκατάσταση των λατομείων μπορεί να αποτελέσει ένα πρότυπο βιώσιμης διαχείρισης φυσικών πόρων και να αποτελέσει κινητήριο δύναμη για την τοπική και εθνική ανάπτυξη.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α.Ε. ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ TITAN (2017), Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Θέμα : «Λατομείο Εξόρυξης Βιομηχανικού Ορυκτού 198.359,83 m² της «Α.Ε. ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ TITAN» στη θέση «Καλύβα Βρύση», της Δ. Ε. Μεσσήτιδος (Τ.Κ. Θέας) του Δ. Πατρέων, της Π. Ε. Αχαΐας, της Π. Δ. Ε.»

Γαλατσιανού Α.(2017), Σταθεροποίηση πρανών δασικής οδοποιίας με μεθόδους βιολογικής μηχανικής, Διαθέσιμο στο: <URL: <https://ikee.lib.auth.gr/record/288499/files/GRI-2017-18912.pdf>

ΕΤΑΔ / Λυκαβηττός – ΠΑΝ . ΟΡΑΜΑ / Παράρτημα II, Παράλληλα έργα Λόφου Λυκαβηττού, Διαθέσιμο στο: <URL: https://hppc.gr/wpcontent/uploads/2019/07/5_ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ_II_ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ_ΕΡΓΑ_ΛΟΦΟΥ_ΛΥΚΑΒΗΤΤΟΥ.pdf>

Καλιαμπάκος Δ. (2001), Ειδικά θέματα περιβαλλοντικής μεταλλευτικής και λατομικής τεχνολογίας, Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος (2017) «Περιβαλλοντική αποκατάσταση των λατομείων», Διαθέσιμο στο <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/1335559/file.pdf>

Κασσιός Κ., (2006), Επιπτώσεις στο περιβάλλον και οι Τεχνικοί.

Κασσιός. Κ. (1979), Η τεχνική των επικαλύψεων στην ανάλυση και σύνθεση του χώρου και το σχεδιασμό του.

Κωνσταντινίδης Μ., (2018), Λατομεία και ορυχεία μετατρέπονται σε ξενοδοχεία και χώρους αναψυχής, Διαθέσιμο στο: <URL: https://www.huffingtonpost.gr/entry/latomeia-kai-orecheia-metatrepontai-se-xenodocheia-kai-choroes-anapseches_gr_5a97c529e4b09c872bb1513d>

Μενεγάκη Μ. (2010), Σημειώσεις του Μαθήματος Σχεδιασμός Υπαιθρίων Εκμεταλλεύσεων, Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

Σταματάκης Μ. (2023), Οι Ελληνικές ορυκτές πρώτες ύλες: παρούσα κατάσταση, σύγχρονες τάσεις και προτεινόμενες έρευνες, ΣΜΕ Newsletter, Διαθέσιμο στο: <URL: [Οι Ελληνικές ορυκτές πρώτες ύλες: παρούσα κατάσταση, σύγχρονες τάσεις και προτεινόμενες έρευνες - Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος](#)>

Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων ΣΜΕ, 2022 Newsletter



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



Amiandos.eu, Τεχνική Υδροσποράς, Διαθέσιμο στο: <URL: <http://www.amiandos.eu/>>

Cassios C. (1975), environmental impact studies, Periodiko ecologia vol I, 5 IN Greece

Dasarxeio.com, (2021), Θέατρο Βράχων – Η ιστορία και η περιπέτεια ενός εμβληματικού χώρου της Αττικής, Διαθέσιμο στο: <URL: <https://dasarxeio.com/2021/06/21/98365/>>

Environment Earth Science, (2014) A model for prioritizing sites and reclamation methods at abandoned mines, June 2014 Environmental Earth Sciences.

Kubit, O., Pluhar, C., & De Graff, J. (2014). A model for prioritizing sites and reclamation methods at abandoned mines. Environmental Earth Sciences.

Mavrommatis, E., & Menegaki, M. (2017), Setting rehabilitation priorities for abandoned mines of similar characteristics according to their visual impact: The case of Milos Island, Greece. Journal of Sustainable Mining, Volume 16, Issue 3, <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2017.10.003>

mixanitouxronou.gr, Αλούλα. Το εγκαταλελειμμένο λατομείο της Πεντέλης που διαμορφώθηκε σε υπαίθριο μουσείο. Το θαύμα της εξόρυξης και της μεταφοράς του κορυφαίου μαρμάρου Διαθέσιμο στο: <URL: <http://www.mixanitouxronou.gr/aloyla-to-egkataleimmeno-latomeio-tis-pentelis-poy-diamorfothike-se-ypaithrio-moyseio/>>

Newsauto, (2015), «Μαρμαρωμένος» θεατής Διαθέσιμο στο: <URL <https://www.newsauto.gr/news/marmaromenos-theatis/>>

organicznaturalpaint.co.uk, (2024), The Impact of Quarrying: Cause and Effect Διαθέσιμο στο: <URL <https://organicznaturalpaint.co.uk/blogs/the-impact-of-quarrying-cause-and-effect/>>

Orykta.gr, www.orykta.gr/oryktes-protos-yles-tis-ellados/metalleytika-orykta/50-xouditis

orykta.gr/, Υπαίθριες Επιφανειακές εκμεταλλεύσεις, Διαθέσιμο στο: <URL <https://www.orykta.gr/ekmetalleusi-emploutismos/ypaithries-epifaniakes-ekmetalleyseis>>

oryktosploutos.net, (2021), ΥΠΕΝ: Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργού λατομείου «Κυριακού» Διαθέσιμο στο: <URL: [ΥΠΕΝ: Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργού λατομείου «Κυριακού» - Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος](#)>

researchgate.net, (2014), A model for prioritizing sites and reclamation methods at abandoned mines, Διαθέσιμο στο: <URL https://www.researchgate.net/publication/277970917_A_model_for_prioritizing_sites_and_reclamation_methods_at_abandoned_mines>



Ειρήνη Χάντζιου
Περιβαλλοντική αποκατάσταση ανενεργών λατομείων
στον ελλαδικό χώρο



researchgate.net, (2015), Is Direct Seeding a Biologically Viable Strategy for Restoring Forest Ecosystems? Evidences from a Meta-analysis, Διαθέσιμο στο: <URL https://www.researchgate.net/publication/280874025_Is_direct_seeding_a_biologically_viable_strategy_for_restoring_forest_ecosystems_Evidences_from_a_meta-analysis

researchgate.net, (2008), Roll of ecofriendly geotextiles in controlling soil erosion, Διαθέσιμο στο: <URL https://www.researchgate.net/publication/291279421_Roll_of_ecofriendly_geotextiles_in_controlling_soil_erosion

terra -nova. gr, Υδροσπορά, Διαθέσιμο στο: <URL <http://www.terra-nova.gr/ydrospara/ydrospara>