

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΧΕΔΙΟ ΚΛΕΙΣΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

6.1. Στόχοι του σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης.....	1-1
6.1.1. Γενικά.....	1-1
6.1.2. Στόχοι του σχεδιασμού κλεισίματος.....	1-1
6.1.3. Προγραμματισμός σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης.....	1-5
6.2. Σχέδιο κλεισίματος υπαίθριου μεταλλείου.....	2-1
6.2.1. Γενικά.....	2-1
6.2.2. Αποτροπή πρόσβασης σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα.....	2-1
6.2.3. Ασφαλής απομάκρυνση εξοπλισμού και υλικών.....	2-1
6.2.4. Ευστάθεια και διάβρωση πρανών.....	2-2
6.2.5. Διαχείριση επιφανειακών απορροών μεταλλείου και η χημική σύστασή τους.....	2-2
6.2.6. Ενέργειες κλεισίματος.....	2-3
6.2.7. Τελικές χρήσεις γης.....	2-7
6.2.8. Τεκμηρίωση επιτυχίας κλεισίματος.....	2-7
6.3. Σχέδιο κλεισίματος εργοστασίου επεξεργασίας και βοηθητικών εγκαταστάσεων.....	3-1
6.3.1. Γενικά.....	3-1
6.3.2. Ασφαλής παύση λειτουργίας κύριων και βοηθητικών εγκαταστάσεων Εργοστασίου Επεξεργασίας.....	3-3
6.3.3. Ασφαλής αποσυναρμολόγηση - κατεδάφιση κύριων και βοηθητικών εγκαταστάσεων.....	3-3
6.3.4. Διαχείριση επιφανειακών υδάτων.....	3-4
6.3.5. Ενέργειες κλεισίματος.....	3-4
6.3.6. Τεκμηρίωση επιτυχίας κλεισίματος.....	3-6
6.4. Ενέργειες κλεισίματος χώρων απόθεσης μεταλλευτικών στείρων.....	4-1
6.4.1. Γενικά.....	4-1
6.4.2. Διαχείριση μεταλλευτικών στείρων.....	4-1
6.4.3. Διαχείριση επιφανειακών υδάτων.....	4-3
6.4.4. Ενέργειες κλεισίματος.....	4-3
6.5. Ενέργειες κλεισίματος Εγκατάστασης Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας (Ε.Δ.Α.Ε.).....	5-1
6.5.1. Γενικά.....	5-1
6.5.2. Ευστάθεια της Ε.Δ.Α.Ε.....	5-1
6.5.3. Χημική σταθερότητα αποβλήτων επεξεργασίας.....	5-1
6.5.4. Διαχείριση επιφανειακών υδάτων.....	5-2
6.5.5. Ενέργειες κλεισίματος.....	5-3
6.5.6. Τελικές χρήσεις γης.....	5-6
6.5.7. Τεκμηρίωση επιτυχίας κλεισίματος.....	5-6
6.6. Περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής του Έργου.....	6-1
6.6.1. Στόχοι και αογές της αποκατάστασης.....	6-1

6.6.2. Θεμελιώδη θέματα σχετικά με επαναφορά βλάστησης	6-2
6.6.3. Κριτήρια επιτυχίας	6-6
6.6.4. Εργασίες περιβαλλοντικής αποκατάστασης	6-7
6.6.5. Συντήρηση της αποκατεστημένης βλάστησης.....	6-13
6.6.6. Τεκμηρίωση επιτυχίας αποκατάστασης.....	6-15
6.6.7. Κόστος περιβαλλοντικής αποκατάστασης.....	6-15
6.7. Περιβαλλοντική παρακολούθηση.....	7-1
6.8. Συνολικό χρονοδιάγραμμα εργασιών και κόστος κλεισίματος	8-1

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 6.1-1. Κριτήρια κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης του Έργου Περάματος .1-4	
Πίνακας 6.2-1. Ποσότητες απόθεσης οξειδωμένων και θειούχων μεταλλευτικών στείρων εντός του μεταλλείου	2-5
Πίνακας 6.3-1. Κτίρια και κύριος εξοπλισμός εργοστασίου επεξεργασίας	3-1
Πίνακας 6.4-1. Προγραμματισμένη παραγωγή μεταλλευτικών στείρων υπαίθριου μεταλλείου	4-2
Πίνακας 6.4-2. Διαχείριση παραγόμενων μεταλλευτικών στείρων.....	4-3
Πίνακας 6.5-1. Ισοζύγιο Υδάτων της περιοχής επέμβασης.....	5-5
Πίνακας 6.5-2. Απαιτούμενοι όγκοι υλικών για την εφαρμογή τα μεθόδου σύνθετου γεωφραγμού (Capillary Break) στην εγκατάσταση διαχείρισης αποβλήτων επεξεργασίας.....	5-5
Πίνακας 6.6-1. Περιοχές επέμβασης για φυτοτεχνικούς χειρισμούς.....	6-3
Πίνακας 6.6-2. Παράμετροι εδαφών - γαιοϊκανότητα φυτικής γης.....	6-7
Πίνακας 6.6-3. Επιλογή φυτοτεχνικού χειρισμού σε κάθε επιμέρους επέμβαση	6-12
Πίνακας 6.6-4. Κόστος περιβαλλοντικής αποκατάστασης.....	6-16
Πίνακας 6.8-1. Συνολικές δαπάνες κλεισίματος Έργου	8-1

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 6.1-1. Σχηματικό διάγραμμα ενεργειών σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης περιοχής άμεσης επέμβασης.	1-5
Σχήμα 6.1-2. Χρονοδιάγραμμα σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης Έργου Περάματος	1-7
Σχήμα 6.2-1. (α) Ανάγλυφο βαθμίδων τελικής εκσκαφής μεταλλείου και	2-3
(β) Το ίδιο ανάγλυφο με το Χώρο Γ προσωρινής απόθεσης θειούχων μεταλλευτικών στείρων και το Χώρο Δ' εμφάνισης της θειούχου μεταλλοφορίας, όπου και ο χώρος μόνιμης απόθεσης θειούχων μεταλλευτικών στείρων	2-3
Σχήμα 6.2-2. Κάτοψη (α) και ενδεικτικές τομές (β) υπαίθριου μεταλλείου μετά το κλείσιμο και τα έργα επιχωμάτωσης	2-6
Σχήμα 6.3-1. Κάτοψη περιοχής εργοστασίου επεξεργασίας σύμφωνα με το σχεδιασμό κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης.....	3-2
Σχήμα 6.5-1. Χαρακτηριστική σύνθεση ενός συστήματος στεγανοποιητικού επικαλύμματος εδαφών με τη χρήση της μεθόδου σύνθετου γεωφραγμού (Capillary Break).....	5-3
Σχήμα 6.5-1. Σχηματική αναπαράσταση του προτεινόμενου τελικού αναγλύφου της Ε.Δ.Ε.Α.	5-7
Σχήμα 6.6-1. Μαύρη Πεύκη (<i>Pinus nigra</i>)	6-3
Σχήμα 6.6-2. Θαμνώδη είδη	6-9
Σχήμα 6.7-1. Απεικόνιση του σχεδίου παρακολούθησης ενός έργου Αποκατάστασης.....	7-1
Σχήμα 6.8-1. Χρονοδιάγραμμα σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης Έργου Περάματος	8-3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΧΕΔΙΟ ΚΛΕΙΣΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

6.1. Στόχοι του σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης

6.1.1. Γενικά

Στην παρούσα ενότητα της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Έργου Περάματος, περιγράφονται τα βασικά στοιχεία του σχεδιασμού για την περίοδο μετά το πέρας της εξορυκτικής δραστηριότητας, «κλείσιμο», και την περιβαλλοντική αποκατάσταση των περιοχών επέμβασης του Έργου Περάματος. Ο σχεδιασμός αυτός έγινε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από την κείμενη Ελληνική νομοθεσία και τα ισχύοντα διεθνώς για ανάλογα έργα. Ακόμη, με βάση τον προτεινόμενο σχεδιασμό προϋπολογίστηκε το συνολικό κόστος του κλεισίματος και της περιβαλλοντικής αποκατάστασης του Έργου.

6.1.2. Στόχοι του σχεδιασμού κλεισίματος

Ο προτεινόμενος σχεδιασμός κλεισίματος και αποκατάστασης προβλέπει μια σειρά από ενέργειες για την ολοκλήρωση της εξορυκτικής δραστηριότητας, το ασφαλές κλείσιμο των επί μέρους εγκαταστάσεων του όλου παραγωγικού συγκροτήματος και την περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής επέμβασης του Έργου, με γνώμονα τόσο τις υφιστάμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, όσο και αυτές που αναμένεται ότι θα προκύψουν όταν θα έχει ολοκληρωθεί η παραγωγική περίοδος του Έργου.

Οι δραστηριότητες του κλεισίματος και της περιβαλλοντικής αποκατάστασης για το Έργο Περάματος, διακρίνονται στις παρακάτω κύριες κατηγορίες:

1. Κλείσιμο υπαιθρίου μεταλλείου.
2. Κλείσιμο εργοστασίου επεξεργασίας και βοηθητικών εγκαταστάσεων.
3. Κλείσιμο χώρων απόθεσης μεταλλευτικών στείρων .
4. Κλείσιμο Εγκατάστασης Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας (Ε.Δ. Α. Ε.).
5. Περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής του Έργου.

Για κάθε κατηγορία επισημαίνονται τα βασικά θέματα σχετικά με την παύση της παραγωγικής δραστηριότητας, τα απαιτούμενα κριτήρια δράσης και τις ενέργειες κλεισίματος.

Τα βασικά θέματα του σχεδιασμού κλεισίματος και αποκατάστασης περιλαμβάνουν:

- Τις προτεινόμενες τελικές χρήσεις γης.
- Τη διαδικασία παύσης της παραγωγικής δραστηριότητας, την αποσυναρμολόγηση – κατεδάφιση του εργοστασίου επεξεργασίας και των βοηθητικών του εγκαταστάσεων, την αναμόρφωση του αναγλύφου με χρήση οξειδωμένων στείρων, επικάλυψη με φυτική γη, επαναφύτευση και αποκατάσταση της περιοχής, στην πρότερή της κατάσταση.
- Τη διαδικασία κλεισίματος του μεταλλείου, για το οποίο προβλέπονται τα ακόλουθα:
 - Για το βαθύτερο σημείο της εκσκαφής (+125m. ά.ε.θ):

- Διάστρωση και συμπίεση αργιλικού υλικού, πάχους τουλάχιστον **0,5m**, για τη διαμόρφωση του πυθμένα του χώρου υποδοχής των θειούχων στείρων, στο βαθύτερο σημείο της εκσκαφής (**+125m. ά.ε.θ**).
- Διάστρωση και συμπίεση αργιλικού υλικού, στα πρανή του χώρου υποδοχής των θειούχων στείρων για την δημιουργία ομαλής επιφάνειας, πάχους τουλάχιστον **30cm**.
- Διάστρωση στον πυθμένα και τα πρανή συστήματος στεγάνωσης, που θα περιλαμβάνει είτε γεωσυνθετική αργιλική επίστρωση BENTOFIX πολύ χαμηλής διαπερατότητας (**1×10^{-11} m/sec**), είτε γεωμεμβράνη με HDPE, διαπερατότητας **1×10^{-14} m/sec** και πάχους **1,5 mm**
- Μεταφορά των θειούχων μεταλλευτικών στείρων από το χώρο της προσωρινής απόθεσης, και απόθεση αυτών πάνω στο σύστημα στεγάνωσης, με συμπίεση και πλήρωση των κοιλοτήτων εκσκαφής των βαθμίδων **+125 m.α.ε.θ** έως **+145 m.α.ε.θ**.
- Διάστρωση, στην ομαλή οριζόντια επιφάνεια που θα προκύψει (οροφή), συστήματος στεγάνωσης, που θα περιλαμβάνει είτε γεωσυνθετική αργιλική επίστρωση BENTOFIX πολύ χαμηλής διαπερατότητας (**1×10^{-11} m/sec**), είτε γεωμεμβράνη με HDPE, πάχους **1,5 mm**
- Σύνδεση των συστημάτων στεγάνωσης των πρανών με τα αντίστοιχα της οροφής, ώστε να εξασφαλίζεται ο πλήρης εγκιβωτισμός των θειούχων στείρων.
- Επικάλυψη των αναδιαμορφωμένων χώρων με στρώμα οξειδωμένων στείρων και ακολούθως τοποθέτηση στρώματος φυτικής γης και περιβαλλοντική αποκατάσταση με υδροσπορά.
- Για το χώρο του μεταλλείου που εμφανίζεται θειούχος μεταλλοφορία:
 - Διάστρωση και συμπίεση αργιλικού υλικού, πάχους τουλάχιστον **20 cm**, για τη διαμόρφωση των οριζόντιων βαθμίδων.
 - Διάστρωση και συμπίεση αργιλικού υλικού, στα πρανή, πάχους τουλάχιστον **20cm**, για την δημιουργία ομαλής επιφάνειας.
 - Διερεύνηση διάστρωσης της ομαλής επιφάνειας που θα προκύψει με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (guniting)
 - Επικάλυψη του αναδιαμορφωμένου αναγλύφου με στρώμα οξειδωμένων στείρων και ακολούθως τοποθέτηση στρώματος φυτικής γης και περιβαλλοντική αποκατάσταση με υδροσπορά.
- Για το χώρο του μεταλλείου που δεν εμφανίζεται θειούχος μεταλλοφορία και μέχρι το φρύδι της βαθμίδας υψομέτρου **170m ά.ε.θ**, στο ανατολικό τμήμα του μεταλλείου, αναδιαμόρφωση του χώρου των βαθμίδων όπου οι κλίσεις ξεπερνούν το 60%, με πλήρωση με οξειδωμένα στείρα, ώστε η τελική κλίση να μην ξεπερνά το **55%**.
- Επικάλυψη των υπόλοιπων βαθμίδων του μεταλλείου με φυτική γη, στο πλαίσιο της αποκατάστασης των απότομων βαθμίδων.
- Αποκατάσταση της περιοχής του χώρου προσωρινής απόθεσης θειούχων στείρων κατ'αντιστοιχία με εκείνη των βαθμίδων εμφάνισης θειούχου μεταλλοφορίας.
- Εξυγίανση των χώρων προσωρινής απόθεσης οξειδωμένων στείρων, αναμόρφωση του αναγλύφου, τοποθέτηση φυτικής γης και αποκατάσταση της βλάστησης στην περιοχή με φύτευση ενδημικών φυτών.

- Την διαδικασία κλεισίματος του Εγκατάστασης Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας με:
 - Την σταδιακή κάλυψη των πρανών των εξωτερικών και εσωτερικών αναχωμάτων της εγκατάστασης με φυτική και εφαρμογή προγράμματος φυτεύσεων για την περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής.
 - Την επικάλυψη της ελεύθερης επιφάνειας των αφυγρασμένων αποβλήτων επεξεργασίας με σύνθετο εδαφικό φραγμό και φυτική γη(μέθοδο του σύνθετου γεωφραγμού ή Capillary Break) και αποκατάσταση της βλάστησης στην περιοχή,
- Τη συνεχή παρακολούθηση και συντήρηση των έργων αποκατάστασης, πριν την παράδοση της περιοχής στο Δημόσιο.

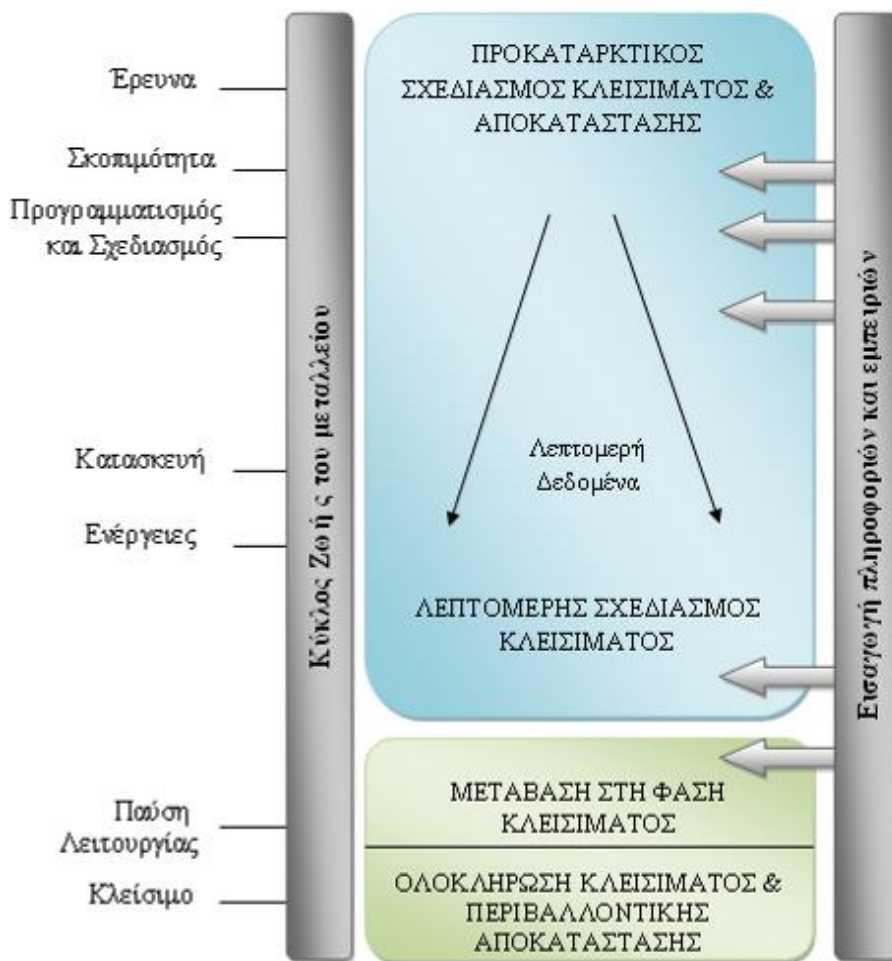
Μακροπρόθεσμος στόχος του σχεδιασμού κλεισίματος και αποκατάστασης είναι η απόδοση της άμεσης περιοχής επέμβασης του Έργου σε μια περιβαλλοντικά συμβατή κατάσταση, που θα απαιτεί την ελάχιστη δυνατή συντήρηση και παρακολούθηση μετά την ολοκλήρωση των εργασιών. Για το σκοπό αυτό, οι σχετικές ενέργειες θα εκτελεστούν σύμφωνα με τα παρακάτω πέντε βασικά κριτήρια, που εφαρμόζονται στην εξορυκτική βιομηχανία (**Πίνακας 6.1-1**)

Πίνακας 6.1-1. Κριτήρια κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης του Έργου Περάματος

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1) Προστασία δημόσιας υγείας και ασφάλειας	Απόδοση της περιοχής δραστηριοποίησης του Έργου σε κατάσταση που δεν θα δημιουργεί κινδύνους για την ασφάλεια και την υγεία των ανθρώπων, της πανίδας, της χλωρίδας και γενικά για την ασφάλεια του περιβάλλοντος.
2) Γεωτεχνική σταθερότητα	Όλες οι παραμένουσες κατασκευές, περιλαμβανομένων των παρεμβάσεων που θα έχουν γίνει στο φυσικό ανάγλυφο της περιοχής του Έργου, θα πρέπει να παρουσιάζουν, γεωτεχνική σταθερότητα, ευστάθεια έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η δημόσια υγεία, η ασφάλεια και η προστασία του άμεσου περιβάλλοντος.
3) Γεωχημική σταθερότητα	Όλα τα παραμένοντα υλικά θα πρέπει να είναι γεωχημικά σταθερά και δεν πρέπει να παρουσιάζουν δυνητικό κίνδυνο για τους μελλοντικούς χρήστες της περιοχής, τη δημόσια υγεία ή το άμεσο περιβάλλον και ειδικά τα εδάφη, τους υδάτινους πόρους, χλωρίδα, πανίδα κ.λ.π..
4) Βιολογική σταθερότητα	Η αποκατάσταση του περιβάλλοντος θα πρέπει να οδηγεί προς την κατεύθυνση ενός αυτοσυντηρούμενου, τυπικού για την περιοχή οικοσυστήματος. Οι στόχοι του προγράμματος αποκατάστασης πρέπει να ανταποκρίνονται στις μελλοντικές χρήσεις γης της περιοχής και η αποκατάσταση πρέπει να στοχεύει στην επαναδημιουργία ασφαλών και σταθερών βιολογικά συνθηκών που θα ενθαρρύνουν τη φυσική αναγέννηση και την ανάπτυξη της βιοποικιλότητας στην περιοχή του Έργου.
5) Υδρολογικό και υδρογεωλογικό περιβάλλον	Το σχέδιο κλεισίματος αποσκοπεί στη πρόληψη της διασποράς των φυσικών ή χημικών ρυπαντών και στη πρόληψη της συνακόλουθης περιβαλλοντικής υποβάθμισης συμπεριλαμβανομένων και των επιφανειακών και υπόγειων νερών στα κατάντη της εγκατάστασης
6) Γεωγραφικές και κλιματικές επιρροές	Το σχέδιο κλεισίματος να συνάδει με τα χαρακτηριστικά της περιοχής όσον αφορά τους κλιματικούς (π.χ. βροχόπτωση, καταιγίδες, ετήσιες ακραίες τιμές) και γεωγραφικούς παράγοντες (εγγύτητα σε κατοικημένες περιοχές, τοπογραφία)
7) Τοπιολογική προσαρμογή	Η αποκατάσταση του περιβάλλοντος θα πρέπει να οδηγεί στην τοπιολογική διαμόρφωση της περιοχής επέμβασης με τρόπο αρμονικά συνδεδεμένο με τα φυσικά χαρακτηριστικά αυτής.
Χρήσεις γης	Η αποκατάσταση αποσκοπεί στην αναβάθμιση των τελικών χρήσεων γης, καθώς και στη συμβατότητά της αποκατάστασης με τη γύρω περιοχή και τις ανάγκες της τοπικής κοινωνίας
Εξασφάλιση πόρων για τις εργασίες κλεισίματος και αποκατάστασης	Απαιτούνται επαρκείς και άμεσα διαθέσιμοι χρηματικοί πόροι ώστε να εξασφαλίζεται η επιτυχής εφαρμογή του σχεδίου κλεισίματος
Κοινωνικοοικονομικοί παράμετροι	Εφαρμογή κατάλληλων μέτρων για τη μεγιστοποίηση του οφέλους που προκύπτει από το κλείσιμο και την αποκατάσταση.

6.1.3. Προγραμματισμός σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης

Ο σχεδιασμός κλεισίματος του Έργου και περιβαλλοντικής αποκατάστασης των περιοχών επέμβασης είναι μια δυναμική διαδικασία, που αρχίζει στην παρούσα φάση (Μ.Π.Ε.) με τον προκαταρκτικό σχεδιασμό, εμπλουτίζεται με την ενσωμάτωση πληροφοριών και εμπειρίας που αποκτάται κατά τη λειτουργία του Έργου (αναθεωρημένοι σχεδιασμοί κλεισίματος) και οριστικοποιείται με την εκπόνηση του λεπτομερούς σχεδιασμού του κλεισίματος και της περιβαλλοντικής αποκατάστασης (Σχήμα 6.1-1).



Σχήμα 6.1-1. Σχηματικό διάγραμμα ενεργειών σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης περιοχής άμεσης επέμβασης.

Πηγή: “Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit” – International Council on Mining & Metals (ICMM, 2008)

Πιο συγκεκριμένα, κατά τη φάση λειτουργίας του Έργου, μπορεί να απαιτηθούν αναθεωρήσεις του προκαταρκτικού σχεδιασμού, στις οποίες θα απεικονίζονται οι αλλαγές στα τεχνικά χαρακτηριστικά του Έργου και ιδιαίτερα αυτές που αφορούν στην ανάπτυξη

του Έργου και στον προγραμματισμό διαχείρισης των εξορυκτικών αποβλήτων του Έργου.

Σε γενικές γραμμές, το Έργο Περάματος λόγω της φύσης του, δεν θα απαιτήσει την εκπόνηση πολλαπλών αναθεωρημένων σχεδιασμών, καθώς δεν αναμένονται σημαντικές αλλαγές στην τάξη μεγέθους των εξορυκτικών εργασιών, ή των τεχνολογιών και μεθόδων που θα εφαρμοσθούν στο μεταλλείο.

Στο πλαίσιο του παρόντος σχεδιασμού, εκτιμάται ότι οι εργασίες κλεισίματος του Έργου Περάματος θα διαρκέσουν **18 μήνες** και η παρακολούθηση της επιτυχίας της αποκατάστασης θα διαρκέσει συνολικά **5 έτη** μετά την ολοκλήρωση των σχετικών εργασιών στις περιοχές που αποκαθίσταται. Η περίοδος αυτή δύναται να τροποποιηθεί ανάλογα με την επίτευξη ή όχι των στόχων του προγράμματος κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης του Έργου.

Το συνολικό προϋπολογιστικό κόστος κλεισίματος του Έργου και περιβαλλοντικής αποκατάστασης των περιοχών επέμβασης, από την έναρξη του Έργου μέχρι την οριστική εγκατάσταση της περιβαλλοντικά αποκατεστημένης περιοχής, ανέρχεται περίπου σε **11,05 εκατ. €**, με **10%** απρόβλεπτα έξοδα, συν **ΦΠΑ 23%**.

ΧΡΥΣΩΡΥΧΕΙΑ ΘΡΑΚΗΣ Α.Μ.Β.Ε.
Μ.Π.Ε. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ & ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΣΤΟ ΠΕΡΑΜΑ Ν. ΕΒΡΟΥ

ΕΡΓΑΣΙΑ		Έτος															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ	Κατασκευές-προπαρασκευή	√	√														
	Εξόφληση			√	√	√	√	√	√	√	√						
ΚΛΕΙΣΙΜΟ	ΥΠΑΙΘΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ											√					
	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ											√	√				
	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ											√					
	ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ											√	√				
	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ											√					
	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ											√	√				
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΔΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	√	√														
	ΕΔΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ											√					
	ΣΤΕΙΡΑ ΥΛΙΚΑ											√					
	ΦΥΤΕΥΣΕΙΣ	Υδροσπορά										√	√				
		Δένδρα										√	√				
		Θάμνοι										√	√				
	ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ		√									√					
	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	Λίπανση													√	√	
		Πότισμα													√	√	
		Σκάλισμα													√	√	
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

Σχήμα 6.1-2. Χρονοδιάγραμμα σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης Έργου Περάματος

6.2. Σχέδιο κλεισίματος υπαίθριου μεταλλείου

6.2.1. Γενικά

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο πλαίσιο της παρούσης μελέτης, το μεταλλείο χρυσού είναι υπαίθριο κλειστής εκσκαφής, έκτασης **143,4 στρ.** Τα ειδικά θέματα που εξετάζονται στη συνέχεια σχετικά με το κλείσιμο του υπαίθριου μεταλλείου του Έργου Περάματος, είναι:

- Αποτροπή πρόσβασης σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα.
- Ασφαλής απομάκρυνση εξοπλισμού.
- Ευστάθεια και διάβρωση πρανών.
- Διαχείριση επιφανειακών απορροών μεταλλείου και η χημική σύσταση τους
- Ενέργειες κλεισίματος.
- Τεκμηρίωση επιτυχίας κλεισίματος.

Ο σχεδιασμός του μεταλλείου προβλέπει την δημιουργία ενός τομέα εκμετάλλευσης από τον οποίο θα προέλθουν **9.378kt** μεταλλεύματος στη διάρκεια των οκτώ (8) ετών λειτουργίας (βλ. **Ενότητα 5.3.1**). Τα παραγόμενα μεταλλευτικά στείρα εκτιμώνται συνολικά σε **2.742kt** από τα οποία το πτωχό μέταλλευμα εκτιμάται σε **318kt** και τα θειούχα μεταλλευτικά στείρα που θα προκύψουν από το **4^ο έτος** παραγωγής και μετά, σε **140kt**.

6.2.2. Αποτροπή πρόσβασης σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα

Η απαγόρευση της ελεύθερης πρόσβασης στην περιοχή της εκσκαφής είναι απαραίτητη για το ασφαλές κλείσιμο και την επιτυχία ενός έργου περιβαλλοντικής αποκατάστασης. Για τον σκοπό αυτό, προβλέπεται η εγκατάσταση περίφραξης ασφαλείας **από δικτυωτό πλέγμα ύψους 1,00 - 1,50m**, που θα φέρει σήμανση για την απαγόρευση πρόσβασης σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλιστεί η προστασία των μηχανημάτων και η προστασία των φυτεύσεων που θα πραγματοποιηθούν στα πλαίσια του προγράμματος περιβαλλοντικής αποκατάστασης, από τυχόν ανεξέλεγκτη βόσκηση, καταπατήσεις και φθορές.

6.2.3. Ασφαλής απομάκρυνση εξοπλισμού και υλικών

Η ασφαλής απομάκρυνση του μεταλλευτικού εξοπλισμού αποτελεί βασική παράμετρο του σχεδίου κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης, εκτός του κινητού εξοπλισμού που θα απαιτηθεί για τις εργασίες αυτές, καθώς και για τον καθαρισμό της περιοχής από υλικά λειτουργίας του μεταλλείου. Ο μεταλλευτικός εξοπλισμός με εμπορική αξία θα καθαριστεί από τυχόν επιφανειακά επικαθίσματα και θα φυλαχθεί σε καθορισμένες περιοχές. Όλα τα έλαια και λιπαντικά από τις περιοχές μεταλλευτικής δραστηριότητας θα εντοπισθούν, θα συσκευασθούν σε δοχεία με κατάλληλη επισήμανση σύμφωνα με την ισχύουσα μεταλλευτική πρακτική και θα μεταφερθούν σε καθορισμένες περιοχές για την αποθήκευσή τους.

6.2.4. Ευστάθεια και διάβρωση πρανών

Για την επιτυχία της περιβαλλοντικής αποκατάστασης, βασικό μέλημα του σχεδιασμού κλεισίματος είναι η διατήρηση σε μακροχρόνια βάση της σταθερότητας των πρανών της υπαίθριας εκσκαφής και η αποφυγή διάβρωσής τους. Σύμφωνα με το σχεδιασμό των βαθμίδων εξόρυξης έχει μελετηθεί η ευστάθεια των πρανών (βλ. **Ενότητα. 5.3.1**), η κλίση των οποίων θα κυμαίνεται από **32°** μέχρι **37°** στο ανατολικό τμήμα και **37,5°** στα υπόλοιπα τμήματα. Τα πετρώματα στα πρανή της εκσκαφής θα συνίστανται κυρίως σε εξαλλοιωμένο αργιλικό ψαμίτη, ηφαιστειακά κροκαλοπαγή και ανδευσιτικά λατυποπαγή. Κατά το κλείσιμο, τα πρανή του μεταλλείου στην περιοχή εμφάνισης της θειούχου μεταλλοφορίας θα εξομαλυνθούν πριν την επικάλυψή τους με οξειδωμένα στείρα, ενώ οι υπόλοιπες βαθμίδες του μεταλλείου θα ενισχυθούν με επικάλυψη με στρώμα οξειδωμένων στείρων με στόχο την διαμόρφωση τελικών κλίσεων έως **25°** (βλ. **Ενότητα. 6.2.4**). Οι κλίσεις αυτές σε συνδυασμό με την φύτευση μειώνουν την πιθανότητα αστοχίας των πρανών και περιορίζουν τη δημιουργία νεροφαγμάτων λόγω επιφανειακής απορροής

Οι παρατηρήσεις πεδίου και οι γεωτεχνικές μετρήσεις σχετικά με τη συμπεριφορά των πετρωμάτων, που θα συγκεντρωθούν κατά την διάρκεια λειτουργίας του Έργου, θα αξιολογηθούν κατάλληλα, ώστε να εξασφαλισθεί η βέλτιστη λύση για την σταθερή, μακροπρόθεσμα, συμπεριφορά των πρανών.

6.2.5. Διαχείριση επιφανειακών απορροών μεταλλείου και η χημική σύστασή τους

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. **Ενότητα 5.2.2**), το κοίτασμα βρίσκεται πάνω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα και δεν αναμένεται εισροή υπόγειων υδάτων εντός της εκσκαφής κατά την εξόρυξη.

Από την εξόρυξη του κοιτάσματος θα αποκαλυφθούν θειούχα πετρώματα στα πρανή της εκσκαφής του μεταλλείου. Κατά συνέπεια, πρέπει να ληφθούν ειδικά μέτρα για τον αποκλεισμό παραγωγής όξινων απορροών. Η λύση που επιλέχθηκε είναι η διάστρωση συστήματος στεγάνωσης πολύ χαμηλής διαπερατότητας και η επικάλυψη με οξειδωμένα μεταλλευτικά στείρα, των βαθμίδων στις οποίες εμφανίζεται θειούχος μεταλλοφορία. Στο πλαίσιο της αξιοποίησης των εξορυκτικών αποβλήτων με πλήρωση κοιλοτήτων εκσκαφής, και πριν την ως άνω επικάλυψη, θα αποτεθούν, με εγκιβωτισμό στο βαθύτερο σημείο της εκσκαφής, τα θειούχα μεταλλευτικά στείρα, που θα μεταφερθούν από το χώρο προσωρινής απόθεσης. Ανάλογη αποκατάσταση θα γίνει και στην περιοχή του χώρου της προσωρινής απόθεσης στείρων, στο ΒΔ τμήμα της εκσκαφής.

Μετά τις εργασίες που αναφέρθηκαν παραπάνω, η ποιότητα των νερών των απορροών στους χώρους της εκσκαφής του μεταλλείου αναμένεται αντίστοιχη με την ποιότητα των επιφανειακών απορροών στη γύρω περιοχή, καθώς το νερά της βροχής δεν θα έρχονται σε επαφή με θειούχα πετρώματα ή μεταλλευτικά στείρα.

Για τη διαχείριση των επιφανειακών απορροών στους χώρους της τελικής εκσκαφής, προβλέπεται η κατασκευή αποστραγγιστικών τάφρων στις βαθμίδες.

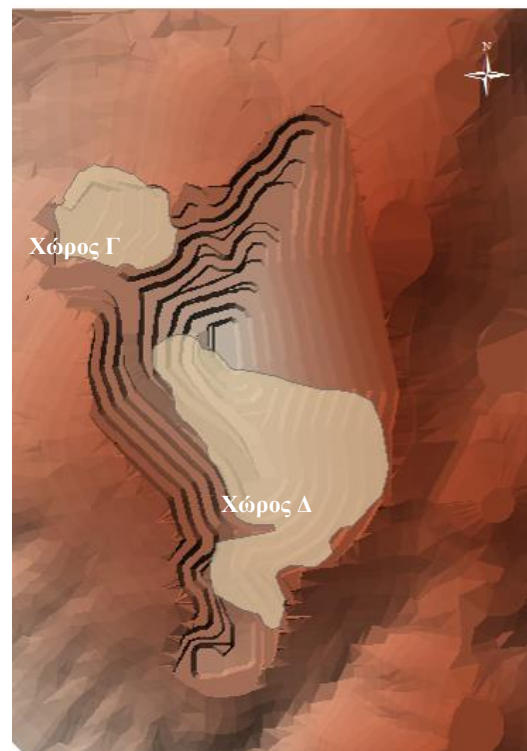
6.2.6. Ενέργειες κλεισίματος

Ο προς αποκατάσταση χώρος του υπαίθριου μεταλλείου περιλαμβάνει τις εξής επιφάνειες:

- Το χώρο της τελικής εκσκαφής, η οποία στην τελική της ανάπτυξη θα έχει μήκος **550 m** και πλάτος μέχρι **350 m**. Για την εξόρυξη του μεταλλεύματος συνολικά θα απαιτηθεί η δημιουργία **25 βαθμίδων των 5m** οι οποίες κατά την εξόφλησή τους θα μεταπέσουν σε βαθμίδες των **10m**.
- Τον **Χώρο Γ'** προσωρινής απόθεσης θειούχων μεταλλευτικών στείρων που θα εναποτεθούν στις ανώτερες βαθμίδες στο ΒΔ τμήμα του μεταλλείου. Σημειώνεται ότι τα θειούχα μεταλλευτικά στείρα αυτά προβλέπεται να μεταφερθούν κατά τις εργασίες κλεισίματος στο βαθύτερο τμήμα του **Χώρου Δ'** στο ΝΑ της εκσκαφής του μεταλλείου, όπου και η εμφάνιση της θειούχου μεταλλοφορίας, (**Σχήμα 6.2-1**).



(α)



(β)

Σχήμα 6.2-1. (α) Ανάγλυφο βαθμίδων τελικής εκσκαφής μεταλλείου και (β) Το ίδιο ανάγλυφο με το Χώρο Γ προσωρινής απόθεσης θειούχων μεταλλευτικών στείρων και το Χώρο Δ' εμφάνισης της θειούχου μεταλλοφορίας, όπου και ο χώρος μόνιμης απόθεσης θειούχων μεταλλευτικών στείρων

Ειδικότερα, μετά την ολοκλήρωση των μεταλλευτικών εργασιών και αφού θα έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία απομάκρυνσης του μη αναγκαίου μεταλλευτικού εξοπλισμού θα πραγματοποιηθούν κατά σειρά οι παρακάτω εργασίες:

Για το βαθύτερο σημείο της εκσκαφής (+125m. ά.ε.θ):

- Διάστρωση και συμπίεση αργιλικού υλικού, πάχους τουλάχιστον **0,5m**, για τη διαμόρφωση του πυθμένα του χώρου υποδοχής των θειούχων στείρων, στο βαθύτερο σημείο της εκσκαφής (+125m. ά.ε.θ).
- Διάστρωση και συμπίεση αργιλικού υλικού, στα πρανή (βαθμίδες) του χώρου υποδοχής των θειούχων στείρων για την δημιουργία ομαλής επιφάνειας, πάχους τουλάχιστον 30cm.
- Διάστρωση στον πυθμένα και τα πρανή συστήματος στεγάνωσης, που θα περιλαμβάνει είτε γεωσυνθετική αργιλική επίστρωση BENTOFIX πολύ χαμηλής διαπερατότητας (1×10^{-11} m/sec), είτε γεωμεμβράνη με HDPE, πάχους **1,5 mm** και διαπερατότητας 1×10^{-14} m/sec.
- Μεταφορά των θειούχων μεταλλευτικών στείρων από το χώρο της προσωρινής τους απόθεσης, που χωροθετείται στις ανώτερες βαθμίδες στο ΒΔ τμήμα της εκσκαφής του μεταλλείου, (Χώρος Γ'), και απόθεσή τους πάνω στο σύστημα στεγάνωσης, με συμπίεση και πλήρωση των κοιλοτήτων εκσκαφής των βαθμίδων +125 m.α.ε.θ έως +145 m.α.ε.θ.
- Διάστρωση, στην ομαλή οριζόντια επιφάνεια που θα προκύψει (οροφή), συστήματος στεγάνωσης, που θα περιλαμβάνει είτε γεωσυνθετική αργιλική επίστρωση BENTOFIX πολύ χαμηλής διαπερατότητας (1×10^{-11} m/sec), είτε γεωμεμβράνη με HDPE, πάχους **1,5 mm**
- Σύνδεση των συστημάτων στεγάνωσης των πρανών με αντίστοιχα της οροφής, ώστε να εξασφαλίζεται ο πλήρης εγκιβωτισμός των θειούχων στείρων.
- Επικάλυψη των αναδιαμορφωμένων χώρων με στρώμα οξειδωμένων στείρων και ακολούθως τοποθέτηση στρώματος φυτικής γης και περιβαλλοντική αποκατάσταση με υδροσπορά.

Χώρος εμφάνισης θειούχου μεταλλοφορίας

- Διάστρωση και συμπίεση αργιλικού υλικού, πάχους τουλάχιστον **20 cm**, για τη διαμόρφωση των οριζόντιων βαθμίδων.
- Διάστρωση και συμπίεση αργιλικού υλικού, στα πρανή, πάχους τουλάχιστον **20cm**, για την δημιουργία ομαλής επιφάνειας.
- Διερεύνηση διάστρωσης της ομαλής επιφάνειας που θα προκύψει με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite)
- Επικάλυψη του αναδιαμορφωμένου αναγλύφου του Χώρου Δ' με στρώμα οξειδωμένων στείρων και ακολούθως τοποθέτηση στρώματος φυτικής γης και περιβαλλοντική αποκατάσταση με υδροσπορά. Η τελική κλίση διαμόρφωσης δεν θα ξεπερνά τις **25°** ή **55%**.

Υπόλοιπο Μεταλλείο

- Για το χώρο του μεταλλείου που δεν εμφανίζεται θειούχος μεταλλοφορία και μέχρι το φρύδι της βαθμίδας υψομέτρου **170m ά.ε.θ.** στο Α τμήμα του μεταλλείου, αναδιαμόρφωση του χώρου των βαθμίδων όπου οι κλίσεις ξεπερνούν το 60%, με πλήρωση με οξειδωμένα στείρα, ώστε η τελική κλίση να μην ξεπερνά το **55%**.
- Επικάλυψη των υπόλοιπων βαθμίδων του μεταλλείου με φυτική γη, στο πλαίσιο της αποκατάστασης των απότομων βαθμίδων

Χώρος προσωρινής απόθεσης θειούχων στείρων

- Αποκατάσταση της περιοχής του χώρου προσωρινής απόθεσης θειούχων στείρων κατ' αντιστοιχία με εκείνη των βαθμίδων εμφάνισης θειούχου μεταλλοφορίας, (δηλ.

εξομάλυνση και διαμόρφωση πρανών βαθμίδων, διατήρηση της στεγάνωσης, επικάλυψη με στρώμα οξειδωμένων στείρων και ακολούθως τοποθέτηση στρώματος φυτικής γης και υδροσπορά για περιβαλλοντική αποκατάσταση περιοχής). Η τελική κλίση διαμόρφωσης δεν θα ξεπερνά τις **12°**.

Για την περιβαλλοντική αποκατάσταση των αναμορφωμένων βαθμίδων της εκσκαφής και την επιτυχία των φυτεύσεων προβλέπεται η τοποθέτηση στρώματος φυτικής γης πάχους 0,30m.

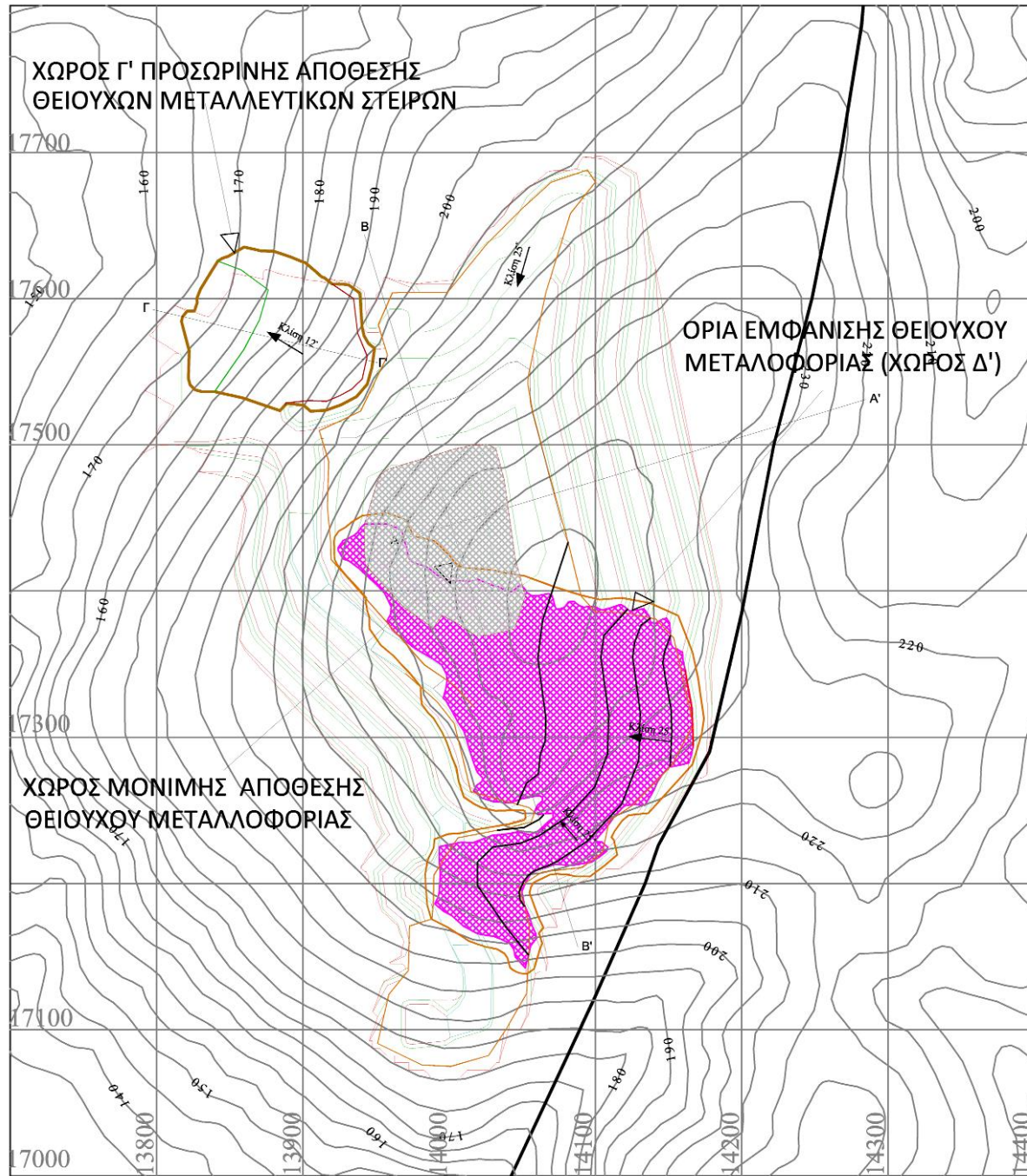
Στον **Πίνακα 6.2-1** παρατίθενται οι ποσότητες των μεταλλευτικών στείρων (οξειδωμένα και θειούχα) που θα χρειασθούν για την αποκατάσταση του υπαίθριου μεταλλείου.

Πίνακας 6.2-1. Ποσότητες απόθεσης οξειδωμένων και θειούχων μεταλλευτικών στείρων εντός του μεταλλείου

Μεταλλευτικά Στείρα	Ποσότητα (kt)
<i>Οξειδωμένα</i>	713
<i>Θειούχα</i>	140

Το γενικό σχέδιο της μορφής του μεταλλείου μετά την τοποθέτηση επιχωμάτωσης του μεταλλείου παρουσιάζεται στο **Σχήμα 6.2-2**.

Οι εργασίες επιχωμάτωσης θα διαρκέσουν περίπου **1 έτος**. Όλες οι παραπάνω δραστηριότητες θα εκτελεστούν κατά τρόπο συστηματικό και ελεγχόμενο, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους κανονισμούς υγιεινής και ασφάλειας που προβλέπονται από τον ΚΜΛΕ.

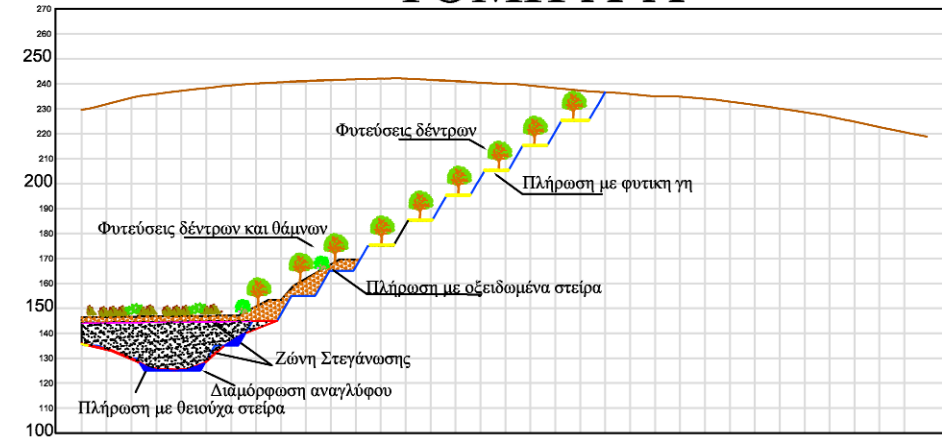


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

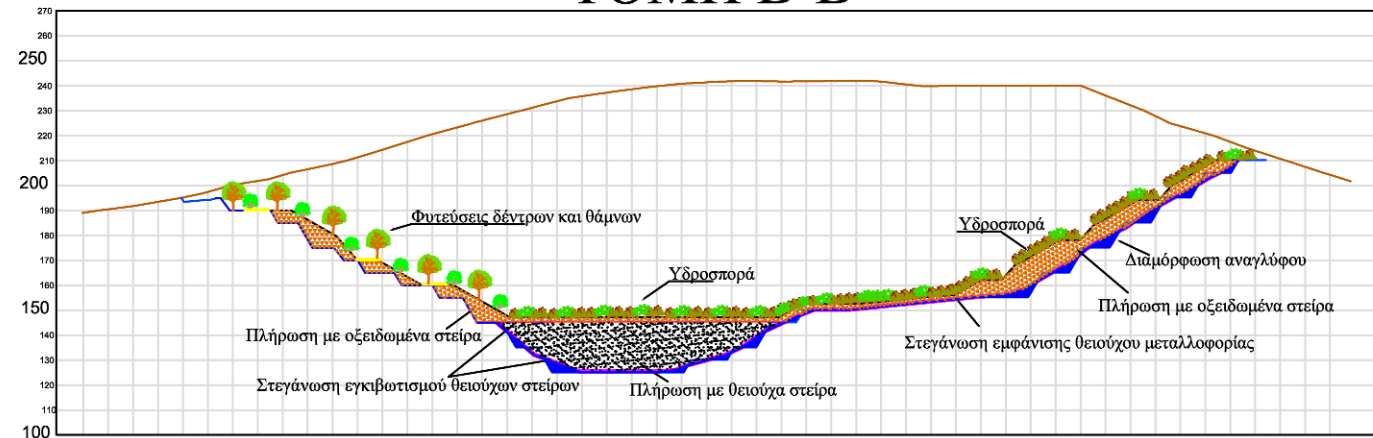
- Όρια μεταλλευτικής δραστηριότητας
- Επικάλυψη με οξειδωμένα μεταλλ. στείρα - εδαφ. υλικό - φυτική γη
- Ισοψηφές
- Μόνιμος χώρος απόθεσης θειούχων μεταλλευτικών στείρων
- Περιοχή εμφάνισης θειούχου μεταλλοφορίας
- Ανατολικό ρήγμα τεκτονικής τάφρου Μαρώνειας

(α)

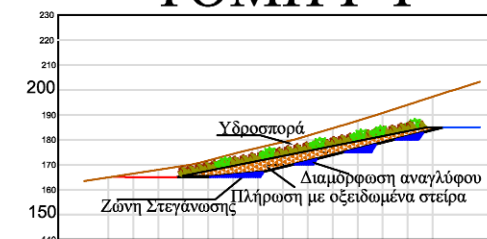
ΤΟΜΗ Α-Α'



ΤΟΜΗ Β-Β'



ΤΟΜΗ Γ-Γ'



(β)

Σχήμα 6.2-2. Κάτοψη (α) και ενδεικτικές τομές (β) υπαίθριου μεταλλείου μετά το κλείσιμο και τα έργα επιχωμάτωσης

6.2.7. Τελικές χρήσεις γης

Ως προς τις τελικές χρήσεις γης, σκοπός είναι η αποκατάσταση της βλάστησης στην προϋπάρχουσα δασική μορφή, ώστε η περιοχή επέμβασης να ενταχθεί αρμονικά στο ευρύτερο περιβάλλον.

6.2.8. Τεκμηρίωση επιτυχίας κλείσιματος

Το επιτυχές κλείσιμο και η αποκατάσταση του τελικού χώρου εκσκαφής θα αξιολογηθεί με βάση:

- Τα αποτελέσματα των ελέγχων ως προς τη φυσική ευστάθεια των αποκατεστημένων πρανών. Οι έλεγχοι αυτοί θα περιλαμβάνουν τοπογραφικές αποτυπώσεις για τον έλεγχο της φυσικής ευστάθειας των πρανών και της διάβρωσης του εδάφους.
- Τα αποτελέσματα των ελέγχων ως προς την ποιότητα των υδάτων.
- Την εκτίμηση της επιτυχίας του προγράμματος περιβαλλοντικής αποκατάστασης.

Οι παραπάνω έλεγχοι και εκτιμήσεις θα εκτελούνται σε ετήσια βάση μέχρι και το **5^ο έτος** (μετά το κλείσιμο του μεταλλείου). Σε περίπτωση κατά την οποία τα παραπάνω αποτελέσματα δεν ανταποκρίνονται στον πενταετή στόχο, που τίθεται με την παρούσα μελέτη, η Εταιρεία δεσμεύεται να εκπονήσει εγκαίρως ειδική μελέτη που θα προσδιορίσει τα πρόσθετα εκείνα μέτρα που θα πρέπει να εφαρμοσθούν για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των έργων αποκατάστασης.

6.3. Σχέδιο κλεισίματος εργοστασίου επεξεργασίας και βοηθητικών εγκαταστάσεων

6.3.1. Γενικά

Για το σχεδιασμό κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης του εργοστασίου επεξεργασίας και των βοηθητικών του εγκαταστάσεων, η περιοχή αυτή υποδιαιρείται σε δύο επί μέρους περιοχές: την **Περιοχή 1** που καταλαμβάνουν οι παραγωγικές (κύριες) εγκαταστάσεις του εργοστασίου και την υπόλοιπη **Περιοχή 2**, που καταλαμβάνουν οι βοηθητικές εγκαταστάσεις του (**Σχήμα 6.3-1**). Στον **Πίνακα 6.3-1** που ακολουθεί αναφέρονται συγκεντρωτικά τα κτήρια και ο κύριος εξοπλισμός της κάθε περιοχής.

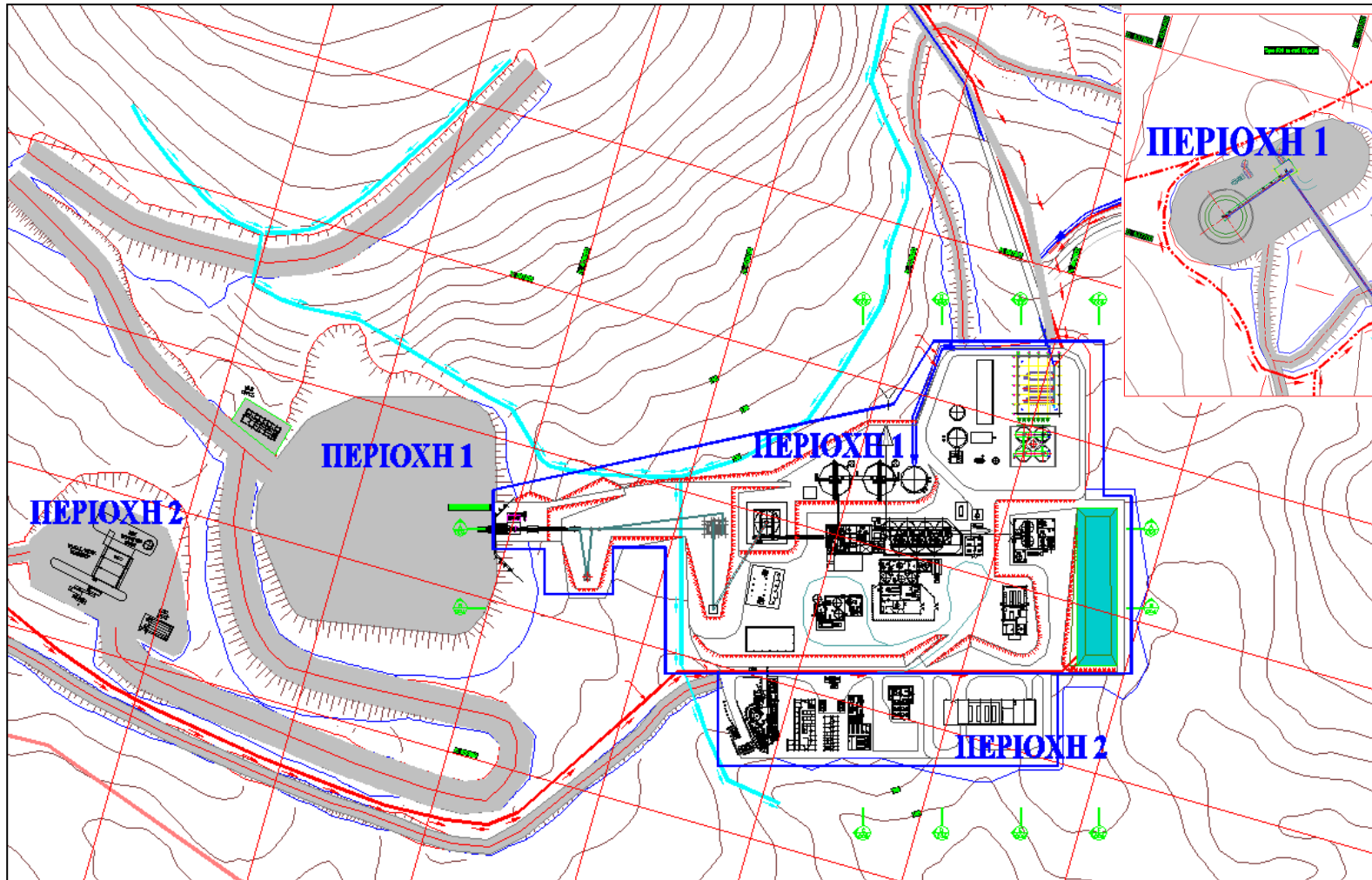
Πίνακας 6.3-1. Κτίρια και κύριος εξοπλισμός εργοστασίου επεξεργασίας

Περιοχή 1 <i>Παραγωγικές Εγκαταστάσεις</i>	Περιοχή 2 <i>Βοηθητικές Εγκαταστάσεις</i>
Σιλό μεταλλεύματος ROM	Κτίριο διοίκησης / Γραφεία
Τριβείο	Αποθήκες
Σιλό τριμμένου μεταλλεύματος	Συνεργείο κινητού εξοπλισμού
Κτίριο λειοτριβήσης	Ηλεκτροτεχνείο και μηχανουργείο
Πυκνωτής / Παχυντής	Εστιατόριο και αποδυτήρια
Κύκλωμα εκχύλισης CILO	Μουσείο και αίθουσα εκπαίδευσης
Κυκλώματα αποφόρτισης / αναγέννησης ενεργού άνθρακα	Ιατρείο
Δεξαμενές νερού	Αναλυτικό εργαστήριο
Φιλτρόπρεσσες	
Ενδιάμεση αποθήκευση αποβλήτων επεξεργασίας	

Τα επιμέρους στάδια για το κλείσιμο των κύριων και βοηθητικών εγκαταστάσεων του εργοστασίου είναι τα ακόλουθα:

- Ασφαλής παύση λειτουργίας των παραγωγικών (κύριων) και βοηθητικών εγκαταστάσεων.
- Ασφαλής αποσυναρμολόγηση - κατεδάφιση εξοπλισμού – κτηρίων των κύριων και βοηθητικών εγκαταστάσεων.
- Διαχείριση επιφανειακών υδάτων.
- Τεκμηρίωση επιτυχίας κλεισίματος.

Κατά το κλείσιμο του Έργου όλες οι δραστηριότητες θα εκτελεστούν με ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθό τρόπο, ακολουθώντας το προκαθορισμένο πρόγραμμα του τελικού σχεδιασμού και εφαρμόζοντας τις προβλεπόμενες διαδικασίες και μεθόδους.



Σχήμα 6.3-1. Κάτοψη περιοχής εργοστασίου επεξεργασίας σύμφωνα με το σχεδιασμό κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης

6.3.2. Ασφαλής παύση λειτουργίας κύριων και βοηθητικών εγκαταστάσεων Εργοστασίου Επεξεργασίας

Σε συνοπτικές γραμμές, ο προτεινόμενος αρχικός σχεδιασμός κλεισίματος του εργοστασίου επεξεργασίας προβλέπει ως κύρια δράση την αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού και την κατεδάφιση των κτιριακών εγκαταστάσεων των Περιοχών 1 και 2 (βλέπε **Ενότητα 6.3.1** και **Σχήμα 6.3-1**). Για το σκοπό αυτό απαιτείται η κατάλληλη προετοιμασία με σημαντικότερη δραστηριότητα την απομάκρυνση όλων των αντιδραστηρίων της επεξεργασίας και των ρυπαντών από τις επιφάνειες του εξοπλισμού, των κτηρίων και των λοιπών κατασκευών. Ο σχετικός χρονικός προγραμματισμός θα διασφαλίσει, ότι η σταδιακή κατάργηση – αποσυναρμολόγηση -απομάκρυνση των διαφόρων επιμέρους στοιχείων του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων θα συντονίζεται, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται ότι όλες οι υπηρεσίες που θεωρούνται χρήσιμες στο πρόγραμμα κλεισίματος, θα διατηρούνται για όσο χρόνο απαιτείται.

Ειδικότερα:

- Μετά την ολοκλήρωση της φάσης της παύσης λειτουργίας, όλα τα πάγια στοιχεία του εξοπλισμού με υψηλή παραμένουσα αξία, θα απογραφούν και θα απομακρυνθούν προς ασφαλή αποθήκευση σε προκαθορισμένες περιοχές, πριν από την τελική τους εκποίηση.
- Όλα τα αποθέματα αντιδραστηρίων επεξεργασίας θα εξαντληθούν, κατά το δυνατόν κατά την περίοδο λίγο πριν το κλείσιμο του εργοστασίου, έτσι ώστε τα παραμένοντα πλεονάσματα να μπορούν να πωληθούν ή να διατεθούν, σύμφωνα με τις διαδικασίες που προβλέπονται από τη διαχείριση των αποθηκών, εντός των δύο πρώτων μηνών του κλεισίματος. Όπου είναι δυνατό, συσκευασμένα αντιδραστήρια θα επιστρέφονται στους προμηθευτές, ως μέρος του προγράμματος διαχείρισης των αποθηκών.
- Ο εξοπλισμός επεξεργασίας του μεταλλεύματος θα καθαριστεί προσεκτικά και θα εκπλυθεί, ώστε να απομακρυνθούν τα τυχόν υπολείμματα λάσπης και ίχνη συσσωρευμένων διαλυμάτων. Όπου κρίνεται απαραίτητο, οι καθαλατώσεις θα απομακρύνονται με φυσικές μεθόδους από τις επιφάνειες του εξοπλισμού. Αντιδραστήρια και άλλα ρυπαντικά φορτία συσσωρευμένα επιφανειακά στον εξοπλισμό, στα κτίρια και στα δάπεδα από σκυρόδεμα θα εξουδετερώνονται, όπου απαιτείται, και θα απομακρύνονται με έκπλυση, με άφθονο νερό. Τα νερά από την έκπλυση θα συλλέγονται στη λίμνη του εργοστασίου και αφού περαστούν από την μονάδα επεξεργασίας νερών, θα διοχετεύονται στη λίμνη συλλογής δυνητικά επιβαρυσμένων νερών.

6.3.3. Ασφαλής αποσυναρμολόγηση - κατεδάφιση κύριων και βοηθητικών εγκαταστάσεων

Η διαδικασία της ασφαλούς αποσυναρμολόγησης του εξοπλισμού και των κατασκευών των παραγωγικών εγκαταστάσεων θα ξεκινήσει όταν θα έχουν ολοκληρωθεί οι σχετικές εργασίες παύσης λειτουργίας. Αρχικά θα τεθεί εκτός λειτουργίας και θα απομονωθεί, (ηλεκτρικά, μηχανολογικά και φυσικά), ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός για την αποφυγή πρόκλησης ατυχημάτων και στη συνέχεια θα καθαρίζεται με επιμέλεια, για την απομάκρυνση των διάφορων διαλυμάτων, πετρελαιοειδών, ορυκτελαίων, κλπ. Η

διαχείριση των συλλεγόμενων χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων θα γίνεται σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία [Π.Δ. 82/2004 (ΦΕΚ 64/Α/02.03.2004)].

Θα δοθεί προτεραιότητα στην αποσυναρμολόγηση του εμπορεύσιμου εξοπλισμού, και στη συνέχεια στη συστηματική απομάκρυνση των λαμαρινο-κατασκευών, των δομικών κατασκευών από χάλυβα και οπλισμένο σκυρόδεμα και των υλικών θεμελίωσης. Η εκτέλεση των παραπάνω εργασιών θα απαιτήσει ενδεδειγμένους ελέγχους σχετικούς με θέματα ασφάλειας, φύλαξης και κόστους.

6.3.4. Διαχείριση επιφανειακών υδάτων

Τα ειδικά θέματα που αφορούν τα επιφανειακά νερά, για τις δραστηριότητες κλεισίματος των εγκαταστάσεων, επικεντρώνονται στην αποφυγή διάβρωσης του εδάφους και την επαφή των επιφανειακών υδάτων με τις ρυπασμένες περιοχές. Κατά την διατήρηση του κυκλώματος του εργοστασίου, τα νερά έκπλυσης των εγκαταστάσεων όσο και οι επιφανειακές απορροές θα κατευθύνονται μέσω της υφιστάμενης τάφρου στη λίμνη νερού του εργοστασίου από όπου θα αντλούνται προς καθαρισμό στην μονάδα επεξεργασίας νερών και από εκεί στη δεξαμενή νερού γενικής χρήσης.

Μετά την κατεδάφιση και απομάκρυνση των εγκαταστάσεων, το ανάγλυφο της περιοχής θα αναδιαμορφωθεί, έτσι ώστε τα επιφανειακά νερά με την ελάχιστη δυνατή διάβρωση του εδάφους να καταλήγουν μέσω μιας κύριας αποστραγγιστικής τάφρου στη λίμνη νερού του εργοστασίου που θα διατηρηθεί και μετά το κλείσιμο του Έργου, με δυνατότητα υπερχείλισης στην λίμνη των δυνητικά επιβαρυνμένων απορροών. Σημειώνεται ότι η λίμνη νερού του εργοστασίου θα καθαριστεί από τα φερτά υλικά που θα συσσωρευθούν κατά τις εργασίες κλεισίματος. Τα υλικά αυτά θα μεταφερθούν και θα αποθεθούν προς εγκιβωτισμό εντός της Ε.Δ.Α.Ε. μαζί με τα απόβλητα της επεξεργασίας.

6.3.5. Ενέργειες κλεισίματος

6.3.5.1. Γενικά

Ο αρχικός προτεινόμενος (στην παρούσα μελέτη) σχεδιασμός κλεισίματος του Έργου Περάματος προβλέπει την ολοκληρωτική αποσυναρμολόγηση των κύριων και βοηθητικών εγκαταστάσεων του εργοστασίου επεξεργασίας και την κατεδάφιση των κτιριακών κατασκευών, ως την πλέον ενδεδειγμένη περιβαλλοντικά επιλογή για την επακόλουθη περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής. Η εναλλακτική λύση διατήρησης ορισμένων κτιρίων και η απόδοσή τους για δημόσια χρήση από τις αρχές ή τους κατοίκους της γύρω περιοχής, προτείνεται να εξετασθεί σε συνεργασία με τους τοπικούς φορείς, πριν την ολοκλήρωση της παύσης λειτουργίας και την έναρξη των εργασιών αποκατάστασης.

6.3.5.2. Διαδικασία παύσης λειτουργίας του εργοστασίου επεξεργασίας

Αρχικό στάδιο του κλεισίματος του εργοστασίου επεξεργασίας (Περιοχή 1); θα αποτελέσει η αλλαγή της τροφοδοσίας του. Κατά το στάδιο αυτό η τροφοδοσία θα γίνεται από τα υπολείμματα της πλατείας απόθεσης του μεταλλεύματος και από υλικά από τον καθαρισμό των εγκαταστάσεων του εργοστασίου. Στην περίπτωση που θα είναι

οικονομικά αποδοτική, προβλέπεται επίσης η επεξεργασία και άλλων υλικών, όπως του φτωχού μεταλλεύματος, που θα είναι αποθηκευμένο σε σωρούς. Η επεξεργασία διαφορετικών τροφοδοσιών θα γίνεται τμηματικά κατά παρτίδες. Οι παραπάνω ενέργειες παρέχουν το πλεονέκτημα της απομάκρυνσης εσωτερικών επικαθήσεων και της έκπλυσης των παραγωγικών κυκλωμάτων.

Μετά την ολοκλήρωση της παραπάνω φάσης, το σιλό μεταλλεύματος ROM, οι θραυστήρες, οι μεταφορικές ταινίες μεταλλεύματος, ο σφαιρόμυλος, οι δεξαμενές και οι σωληνώσεις θα καθαριστούν προσεκτικά, ενώ τα κατάλοιπα του καθαρισμού θα οδηγούνται στον πυκνωτή του κυκλώματος CILO.

Μετά το οριστικό τέλος της παραγωγής, θα εκπλυθούν προσεκτικά με άφθονο νερό ο πυκνωτής, οι δεξαμενές και οι σωλήνες του κυκλώματος CILO. Στη συνέχεια, θα εκπλυθούν προσεκτικά οι εσωτερικοί χώροι όλων των κτιρίων για την απομάκρυνση τυχόν χαλαρών υλικών, που θα έχουν παραμείνει εντός αυτών. Οι μέθοδοι καθαρισμού που θα εφαρμοστούν θα περιλαμβάνουν υδροβολή χαμηλής και υψηλής πίεσης, ενώ η απομάκρυνση των στερεών επικαθημάτων θα γίνεται με χρήση μηχανικών μέσων και χειρωνακτικά. Όλες οι αντλίες των φρεατίων περισυλλογής και ανακύκλωσης διαρροών των επί μέρους παραγωγικών κυκλωμάτων θα είναι διαθέσιμες κατά τη φάση αυτή, προκειμένου να οδηγούν τα προϊόντα του καθαρισμού στον πυκνωτή τροφοδοσίας του κυκλώματος κύανωσης.

Κατά τη φάση παύσης λειτουργίας, θα ληφθεί πρόνοια για τη διατήρηση της ακεραιότητας του εξοπλισμού, ώστε να μη μειωθεί η εμπορική του αξία. Μετά τον καθαρισμό κάθε στοιχείου του εξοπλισμού, θα διακόπτεται η λειτουργία του και θα απομονώνεται, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες διαδικασίες, προκειμένου να ξεκινήσει η αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση των εμπορεύσιμων παγίων στοιχείων του.

6.3.5.3. Σύστημα αντιδραστηρίων

Μετά την παύση της λειτουργίας του εργοστασίου επεξεργασίας, θα υπάρξουν υπολείμματα αντιδραστηρίων εντός των παραγωγικών κυκλωμάτων. Για κάθε ολοκληρωμένο κύκλωμα παρασκευής και διανομής αντιδραστηρίων θα απαιτηθεί εξουδετέρωση, προσεκτική έκπλυση με νερό και αποστράγγιση, σύμφωνα με το σχετικό δελτίο οδηγιών για την ασφαλή διαχείρισή του. Τα προϊόντα της έκπλυσης θα καταλήγουν στη λίμνη νερού του εργοστασίου επεξεργασίας, τα νερά της οποίας θα περάσουν από την μονάδα επεξεργασίας νερών και θα καταλήξουν στη λίμνη συλλογής δυνητικά επιβαρυσμένων νερών. Μόλις ολοκληρωθεί η ως άνω διαδικασία, κάθε επιμέρους κύκλωμα θα απομονώνεται πριν την έναρξη των εργασιών αποσυναρμολόγησής του.

Τα υπόλοιπα καυσίμων, ελαίων και λιπαντικών θα μεταγγίζονται σε μεταλλικά βαρέλια, που θα φέρουν κατάλληλη ετικέτα και θα διατίθενται εκτός της περιοχής του Έργου, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες από την κείμενη νομοθεσία διαδικασίες. Όλες οι δεξαμενές της κατηγορίας αυτής θα καθαριστούν επιμελώς σύμφωνα με τις υποδείξεις των προμηθευτών.

6.3.5.4. Αποσυναρμολόγηση - Κατεδάφιση

Για να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα της αποσυναρμολόγησης και η αξιοποίηση των βοηθητικών εγκαταστάσεων θα γίνει συστηματικός προγραμματισμός και ανάλυση των επί μέρους εργασιών και ο προσδιορισμός των κρίσιμων από πλευράς χρονικού προγραμματισμού εργασιών.

Οι εργασίες αποσυναρμολόγησης - κατεδάφισης θα ξεκινήσουν κυρίως με τον εξοπλισμό και τις κατασκευές των παραγωγικών εγκαταστάσεων. Κατά τις πρώτες φάσεις του κλεισίματος θα διατηρηθούν εν ενεργεία τα συνεργεία συντήρησης και επισκευής, προς διασφάλιση της διαθεσιμότητας του μεταλλευτικού εξοπλισμού, κατά τη διάρκεια των εργασιών αποσυναρμολόγησης – κατεδάφισης και περιβαλλοντικής αποκατάστασης των περιοχών επέμβασης. Κατά την ίδια περίοδο, θα απαιτηθεί η διαθεσιμότητα των αποθηκών. Οι χώροι προσωρινής απόθεσης των διαφόρων υλικών της αποσυναρμολόγησης θα επιλεγθούν και θα οργανωθούν κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει άνεση χώρου και να ανταποκρίνονται στον προβλεπόμενο σύστημα διαχείρισης.

Οι εργασίες θα ολοκληρωθούν με την αποσυναρμολόγηση - κατεδάφιση των βοηθητικών εγκαταστάσεων. Η διαχείριση των υλικών κατεδάφισης θα γίνεται σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (Α.Ε.Κ.Κ.) και τη σχετική ισχύουσα νομοθεσία [Υ.Α. 36259/1757/Ε103/2010 «Μέτρα, όροι και προγράμματα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις»]. Τυχόν επιβάρυνση του εδάφους, κατά τόπους λόγω διαρροών αντιδραστηρίων, πετρελαιοειδών, χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων, κλπ. θα αντιμετωπίζεται σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές.

6.3.6. Τεκμηρίωση επιτυχίας κλεισίματος

Η ασφάλεια της όλης δραστηριότητας αποσυναρμολόγησης – κατεδάφισης του εργοστασίου επεξεργασίας και των βοηθητικών του εγκαταστάσεων θα παρακολουθείται μέσω προγραμματισμένων επιθεωρήσεων και ελέγχων.

Όλος ο εξοπλισμός, οι δεξαμενές και οι σωληνώσεις θα εξεταστούν οπτικά για να διαπιστωθεί ότι δεν υπάρχουν πάνω τους επικαθίσεις στερεών, λάσπης ή διαλυμάτων. Τα αποτελέσματα του οπτικού ελέγχου θα επιβεβαιωθούν με ένα τελικό ξέπλυμα με νερό και μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των απόνερων της έκπλυσης. Η συμμόρφωση με τις περιβαλλοντικές οδηγίες θα διασφαλίζεται με την παρακολούθηση των εργασιών απορρύπανσης, σε συνδυασμό με δειγματοληψία στη θέση εκκένωσης του νερού έκπλυσης.

6.4. Ενέργειες κλεισίματος χώρων απόθεσης μεταλλευτικών στείρων

6.4.1. Γενικά

Ο τρόπος διαχείρισης των μεταλλευτικών στείρων που θα παραχθούν από την εξόρυξη του μεταλλεύματος κατά τη διάρκεια της παραγωγικής λειτουργίας του Έργου, επηρεάζει σημαντικά το σχεδιασμό κλεισίματός του, καθώς και τις προτεινόμενες επιλογές για την αποκατάσταση της περιοχής επέμβασης. Οι παράμετροι οι οποίες πρέπει να εξετάζονται και να λαμβάνονται υπόψη συνδέονται με τη φύση των υλικών των στείρων (σύσταση, δυναμικό γένεσης όξινης απορροής), το ρυθμό παραγωγής τους κατά τη διάρκεια ζωής του Έργου, τις συνολικά αναμενόμενες τελικές ποσότητές τους, καθώς και τους χώρους απόθεσής τους.

Είναι εύλογο ότι, εφόσον μετά το πέρας λειτουργίας του μεταλλείου υφίστανται αποθέσεις στείρων, τίθεται θέμα διαχείρισής τους κατά το κλείσιμο του Έργου που πρέπει να αντιμετωπιστεί στο πλαίσιο του σχετικού σχεδιασμού, καθώς δεν επιτρέπεται η εγκατάλειψη σωρών μεταλλευτικών στείρων στην επιφάνεια του εδάφους, χωρίς τη λήψη ειδικών μέτρων για την περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής επέμβασης. Ειδικότερα, για τη διαχείριση των μεταλλευτικών στείρων λαμβάνεται υπόψη η **ΚΥΑ 39624/2209/Ε103/2009** (ΦΕΚ 2076/Β/25.09.2009) που αφορά τη διαχείριση αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας.

Συνοψίζοντας, τα ειδικά θέματα που εξετάζονται και περιγράφονται σχετικά με το κλείσιμο των χώρων απόθεσης των μεταλλευτικών στείρων του μεταλλείου, είναι τα ακόλουθα:

- Διαχείριση μεταλλευτικών στείρων.
- Διαχείριση επιφανειακών υδάτων.
- Ενέργειες κλεισίματος.

6.4.2. Διαχείριση μεταλλευτικών στείρων

Όπως αναφέρθηκε κατά την περιγραφή του σχεδιασμού του Έργου (**Ενότητα 5.3.1**) και κατά την παρουσίαση του σχεδιασμού κλεισίματος του μεταλλείου (**Ενότητα 6.2.1**), τα μεταλλευτικά στείρα θα διακρίνονται σε οξειδωμένα και θειούχα και θα υφίστανται διαφορετική διαχείριση, καθώς τα θειούχα εξορυκτικά απόβλητα δυνητικά μπορεί να παράγουν όξινη απορροή. Η διάκριση αυτή των μεταλλευτικών στείρων σε οξειδωμένα και θειούχα θα γίνεται οπτικά κατά την εξόρυξη και θα πιστοποιείται από εργαστηριακό έλεγχο (αναλύσεις).

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του μεταλλείου, τα παραγόμενα μεταλλευτικά στείρα από το μεταλλείο συνολικά εκτιμώνται σε **2.742 kt** από τα οποία οι **140 kt** είναι θειούχα μεταλλευτικά στείρα και εμφανίζονται από το **4^ο έτος** παραγωγής και μετά. Το αναλυτικό πρόγραμμα παραγωγής μεταλλευτικών στείρων δίνεται στον **Πίνακα 6.4-1**. Στον ίδιο **Πίνακα** περιλαμβάνονται και οι παραγόμενες ποσότητες πτωχού μεταλλεύματος.

Πίνακας 6.4-1. Προγραμματισμένη παραγωγή μεταλλευτικών στείρων υπαίθριου μεταλλείου

Έτος	Πτωχό μέταλλευμα			Μεταλλευτικά στείρα			Σύνολο
	1,0 g/t < Au > 0,8 g/t			Οξειδωμένα	Θειούχα	Υποσύνολο	Πτωχό μέταλλευμα & Μεταλλευτικά στείρα
	κΤ	Au g/t	Au Ounces	κΤ	κΤ	κΤ	κΤ
1	12	0,84	0	119	0	119	131
2	14	0,84	1.000	214	0	214	228
3	12	0,86	1.000	369	0	369	381
4	29	0,85	2.000	450	3	453	482
5	20	0,85	2.000	419	29	448	469
6	43	0,86	4.000	292	24	316	359
7	84	0,87	6.000	178	17	195	279
8	104	0,87	9.000	242	67	309	412
Συν.	318	0,86	25.000	2.284	140	2.424	2.741

Τα κύρια κριτήρια για την επιλογή των περιοχών απόθεσης των μεταλλευτικών στείρων είναι η απόσταση μεταφοράς τους, ο εύκολος και ασφαλής περιβαλλοντικά έλεγχος των επιφανειακών νερών και η συλλογή και ασφαλής διαχείριση των απορροών τους. Ειδικότερα, στην περιοχή του μεταλλείου, έχουν προβλεφθεί δύο χώροι απόθεσης κοντά στο δρόμο προσπέλασης του μεταλλείου, ένας εξωτερικός για τα οξειδωμένα (**Χώρος Α**) και το φτωχό μέταλλευμα (**Χώρος Β**) συνολικής έκτασης **66 στρ.** και ένας εσωτερικά στις δύο ανώτερες βαθμίδες του μεταλλείου (**Χώρος Γ**) για τα θειούχα μεταλλευτικά στείρα έκτασης **11 στρ.** μετά από κατάλληλη στεγανοποιητική επίστρωση (**Σχήμα 6.4-1**). Εκτιμάται ότι οι χώροι απόθεσης, διαθέτουν επαρκή αποθηκευτική ικανότητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού του Έργου.

Τα θειούχα μεταλλευτικά στείρα θα μεταφερθούν από τον προσωρινό χώρο απόθεσης στο μόνιμο χώρο απόθεσης στο εσωτερικό της εκσκαφής.

Όσον αφορά τη διάθεση των μεταλλευτικών στείρων, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του μεταλλείου, σημαντικές ποσότητες οξειδωμένων μεταλλευτικών στείρων θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των εσωτερικών αναχωμάτων και της εσωτερικής οδοποιίας της Εγκατάστασης Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας (Ε.Δ.Α.Ε.). Μετά την παύση της λειτουργίας του Έργου, η υπολειπόμενη ποσότητα των οξειδωμένων στείρων θα χρησιμοποιηθεί σε εργασίες κλεισίματος και αποκατάστασης κατά τις λεπτομέρειες του **Πίνακα 6.4-2**.

Πίνακας 6.4-2. Διαχείριση παραγόμενων μεταλλευτικών στείρων

Θέση	Μεταλλοφόρα οξειδωμένα (kt) (0,8-1,0 g/t Au)	Οξειδωμένα (kt) (<0,8 g/t Au)	Θειούχα (kt)	Σύνολο (kt)
Κατασκευή εσωτερικών αναχωμάτων Ε.Δ.Α.Ε., κατά τη λειτουργία		1.512		1.512
Κατασκευή εσωτερικής οδοποιίας Ε.Δ.Α.Ε., κατά τη λειτουργία		215		215
Ε.Δ.Α.Ε.: συμμετοχή στην κατασκευή στεγανοποιητικού επικαλύμματος με την μέθοδο του σύνθετου γεωφραγμού., μετά την παύση λειτουργίας	45	6		51
Μεταλλείο: για την αποκατάσταση προσωρινού χώρου απόθεσης θειούχων στείρων		60		60
Μεταλλείο: για αποκατάσταση θειούχων στείρων και εμφανίσεων θειούχου μεταλλοφορίας		260		260
Μεταλλείο: για αποκατάσταση βαθμίδων	223	230		453
Αποκατάσταση εργοστασίου	50			50
Χώροι προσωρινής/τελικής απόθεσης θειούχων στείρων			140	140
Συνολικά εξορυχθέντα στείρα & πτωχό μέταλλευμα	318	2.284	140	2.741

6.4.3. Διαχείριση επιφανειακών υδάτων

Λαμβάνοντας υπόψη τις ειδικές απαιτήσεις για τη διαχείριση των επιφανειακών νερών σε σχέση με το κατάλληλο κλείσιμο του χώρου απόθεσης θειούχων μεταλλευτικών στείρων αποφεύγεται η κατείσδυση των όμβριων υδάτων και συνεπώς η πιθανή εμφάνιση όξινων απορροών.

6.4.4. Ενέργειες κλεισίματος

Οι ενέργειες κλεισίματος αφορούν μόνον τα θειούχα μεταλλευτικά στείρα καθώς τα οξειδωμένα λόγω της αδρανούς φύσης τους χρησιμοποιούνται σε χωματουργικές εργασίες και έργα περιβαλλοντικής αποκατάστασης.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της μεθόδου εναπόθεσης και επικάλυψης των θειούχων μεταλλευτικών στείρων, εντός του υπαίθριου μεταλλείου, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι:

- Μόνιμη τοποθέτηση των θειούχων μεταλλευτικών στείρων, εντός της εκσκαφής του μεταλλείου, στεγάνωση των πρανών της περιοχής εμφανίσεων θειούχου μεταλλοφορίας, και διαμόρφωση του αναγλύφου με επικάλυψη από οξειδωμένα μεταλλευτικά στείρα δημιουργώντας μέγιστη κλίση πρανούς **25°**.

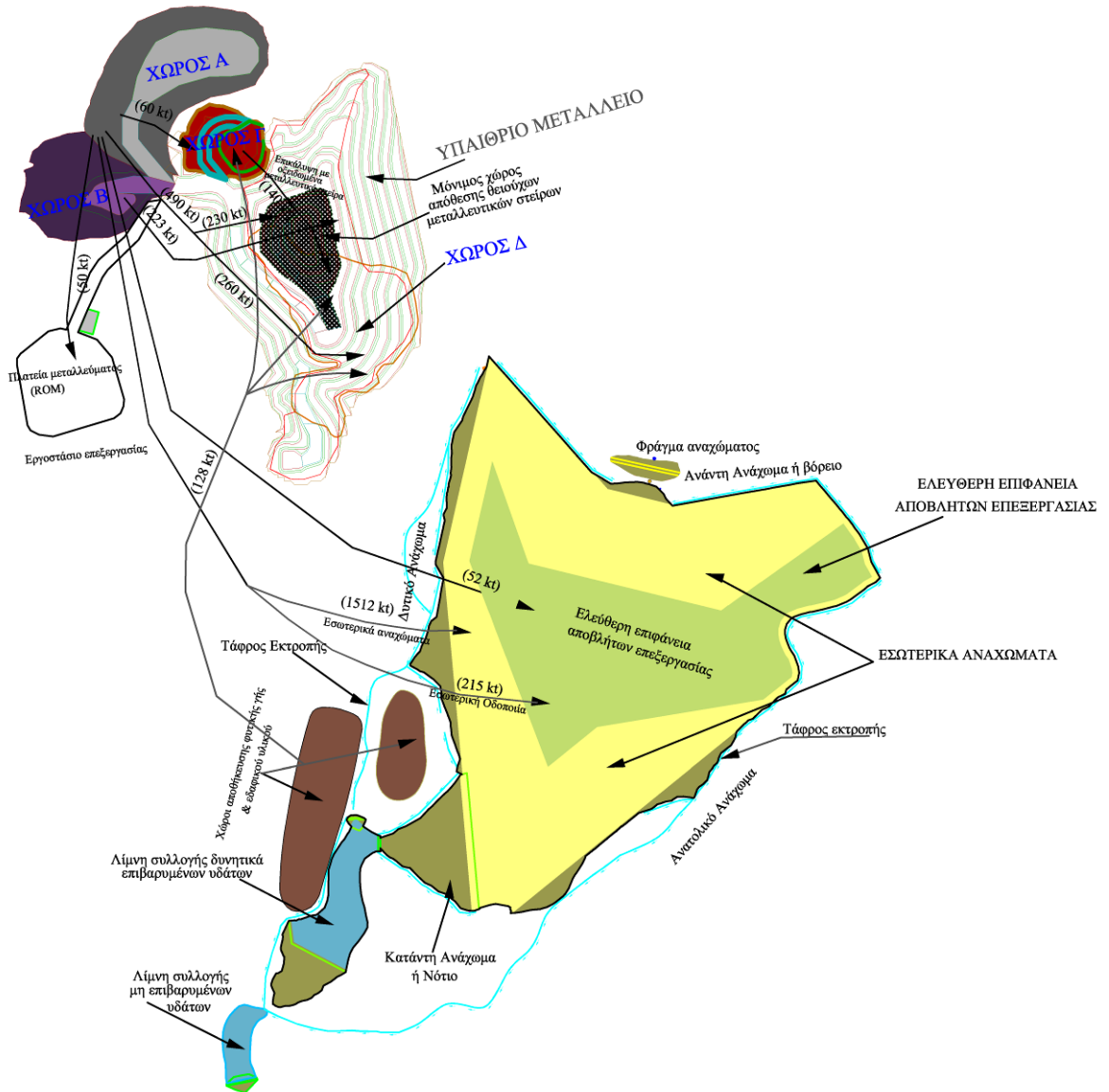
- Συμπύεση των θειούχων μεταλλευτικών στείρων κατά στρώσεις πάχους **0,5m** με προωθητή γαιών, για να μειωθεί ο όγκος, να βελτιωθεί η σταθερότητα και να ελαττωθεί η διαπερατότητά τους.

Τα εν λόγω μέτρα κρίνονται επαρκή για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του φαινομένου της όξινης απορροής.

Τέλος θα γίνει φύτευση με υδροσπορά.

Η ποσότητα εδαφικού υλικού που απαιτείται ανέρχεται συνολικά σε **128kt** και θα προέρθει από τις εργασίες διάσωσης εδαφικού υλικού και φυτικής γης από την περιοχή της εγκατάστασης διαχείρισης αποβλήτων επεξεργασίας. Από την ποσότητα αυτή **27kt** θα απαιτηθούν για το Χώρο Γ΄ προσωρινής απόθεσης των θειούχων στείρων και η υπόλοιπη ποσότητα (**101kt**) για Χώρο Δ΄ εμφάνισης της θειούχου μεταλλοφορίας, και τη θέση της μόνιμης απόθεσης των θειούχων στείρων.

Σχηματική παρουσίαση της παραγωγής και διάθεσης των μεταλλευτικών στείρων και των απαιτούμενων αδρανών υλικών δίνεται στο **Σχήμα 6.4-1**.



Σχήμα 6.4-1. Σχηματική παρουσίαση παραγωγής και διάθεσης μεταλλευτικών στείρων και αδρανών υλικών

6.5. Ενέργειες κλεισίματος Εγκατάστασης Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας (Ε.Δ.Α.Ε.)

6.5.1. Γενικά

Το κλείσιμο και η περιβαλλοντική αποκατάσταση της Εγκατάστασης Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο, σε δαπάνη, στοιχείο του όλου σχεδιασμού κλεισίματος του Έργου. Τα ειδικά θέματα που αντιμετωπίζονται στο πλαίσιο του παρόντος προτεινόμενου σχεδιασμού σχετικά με το κλείσιμο της ως άνω εγκατάστασης είναι τα ακόλουθα:

- Ευστάθεια της Ε.Δ.Α.Ε..
- Χημική σταθερότητα των αποβλήτων επεξεργασίας.
- Διαχείριση επιφανειακών νερών.
- Έρευνα και δοκιμές.
- Τελικές χρήσεις γης.
- Ενέργειες κλεισίματος.

6.5.2. Ευστάθεια της Ε.Δ.Α.Ε.

Η εξασφάλιση της μακροχρόνιας ευστάθειας της Ε.Δ.Α.Ε και των λιμνών συλλογής δυνητικά επιβαρυνμένων και μη απορροών, αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιτυχίας τόσο του σχεδιασμού του Έργου όσο και του σχεδιασμού του προγράμματος κλεισίματος και αποκατάστασης. Παράγοντες που συμβάλουν προς την κατεύθυνση αυτή είναι:

- Σχεδιασμός εγκαταστάσεων με τις κατευθυντήριες συστάσεις του «**Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού**» και της «**Διεθνούς Επιτροπής για Μεγάλα Φράγματα**» (**International Commission on Large Dam -ICOLD**) και με βάση τα πιο αυστηρά κριτήρια που έχουν θεσπιστεί για ανάλογες κατασκευές, όπως το μέγιστο δυνατό σεισμικό γεγονός (Maximum Credible Earthquake-MCE) με περίοδο επαναφοράς 1:10.000 έτη και τη **μέγιστη πιθανή βροχόπτωση, 1:10.000 έτη (Probable Maximum Flow – PMF)**.
- Θεμελίωση των εξωτερικών αναχωμάτων Ε.Δ.Α.Ε. και εκείνων των λιμνών συλλογής δυνητικά επιβαρυνμένων και μη απορροών επί υγιούς υποβάθρου.
- Εφαρμογή της μεθόδου της απόθεσης των αφυγρασμένων αποβλήτων επεξεργασίας, εντός της εγκατάστασης.
- Μεγιστοποίηση της πυκνότητας απόθεσης των αφυγρασμένων αποβλήτων επεξεργασίας με συμπίεσή τους με χρήση εκσκαπτικών μηχανημάτων.
- Ασφαλή διαχείριση των κατεισδύσεων των επιφανειακών νερών.
- Δημιουργία στεγανοποιητικού επικαλύμματος πάνω στην τελική ελεύθερη επιφάνεια με τη μέθοδο του σύνθετου γεωφραγμού.
- Εργασίες αποκατάστασης.

6.5.3. Χημική σταθερότητα αποβλήτων επεξεργασίας

Από τις δοκιμές περιβαλλοντικού χαρακτηρισμού, που έχουν πραγματοποιηθεί στα απόβλητα που παράγονται από την επεξεργασία του μεταλλεύματος (βλ. **Ενότητα 5.6.2**) κατεδείχθη ότι, με βάση τη δοκιμή NAG, τα υλικά των δειγμάτων παρουσιάζουν μηδενικό

δυναμικό γένεσης όξινης απορροής. Ακόμη τα αποτελέσματα των δοκιμών ελέγχου της τοξικότητας των συγκεκριμένων υλικών έδειξαν ότι η εκχυλιστικότητα των μετάλλων βρίσκεται κάτω από τα καθιερωμένα όρια. Τέλος σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου για την εκπλυσιμότητα όλων των εξεταζόμενων περιεχομένων μετάλλων και στοιχείων με βάση τις πρότυπες δοκιμές κατά ΕΛΟΤ EN 12457.02, ικανοποιούνται τα όρια αποδοχής για διάθεση των υλικών σε ΧΥΤΑ μη επικίνδυνων, ενώ για τα περισσότερα από τα εξετασθέντα στοιχεία ικανοποιούνται και τα όρια για ΧΥΤΑ αδρανών.

6.5.4. Διαχείριση επιφανειακών υδάτων

Τα απόβλητα επεξεργασίας (filter cake) θα μεταφέρονται προς απόθεση μέσω μεταφορικής ταινίας σε κατάλληλα κατασκευασμένη εγκατάσταση διαχείρισης αποβλήτων επεξεργασίας. Η προτεινόμενη θέση της εγκατάστασης απόθεσης αποβλήτων επεξεργασίας χωροθετείται **400m** ΝΑ του εργοστασίου επεξεργασίας εντός καλά ορισμένης λεκάνης απορροής. Η εγκατάσταση οριοθετείται από τέσσερα αναχώματα, που θα κατασκευασθούν περιμετρικά (ανάντη, κατάντη, ανατολικά και δυτικά) και θα διασφαλίζουν την μόνιμη και περιβαλλοντικά ασφαλή απόθεση των αποβλήτων επεξεργασίας. Το κύριο ανάχωμα (κατάντη) θα είναι ένα τυπικό ανάχωμα λιθορριπής και για την κατασκευή του, όπως και για τα υπόλοιπα αναχώματα, θα χρησιμοποιηθεί υλικό προερχόμενο από δανειοθάλαμο εντός της περιοχής απόθεσης. Ο πυθμένας της εγκατάστασης και οι εσωτερικές πλευρές όλων των εξωτερικών αναχωμάτων θα επιστρωθούν με σύστημα στεγανοποιητικών υλικών, από γεωσυνθετική αργιλική επίστρωση πολύ χαμηλής διαπερατότητας (**1×10^{-11} m/sec**) και γεωμεμβράνη με HDPE, πάχους **1,5 mm**, στεγάνωση δηλαδή χαμηλότερη από αυτή που επιτυγχάνεται με στρώμα διαπερατότητας 10^{-9} m/sec και ισοδύναμο πάχος τουλάχιστον 5m. Πάνω από τη εν λόγω σύνθετη στεγανοποιητική επίστρωση θα εγκατασταθεί σύστημα αποστράγγισης. Τα συλλεγόμενα στραγγίσματα θα οδηγούνται δια βαρύτητας στη λίμνη των δυνητικά επιβαρυσμένων απορροών που μαζί με την λίμνη των μη επιβαρυσμένων (καθαρών) απορροών χωροθετούνται στα ΝΔ της Εγκατάστασης Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας.

Οι επιφανειακές απορροές της ανάντη ευρύτερης λεκάνης απορροής θα συλλέγονται μέσω αναχώματος ανάσχεσης στο βόρειο τμήμα της εγκατάστασης με υπόγειο κλειστό αγωγό και από τα περιμετρικά κανάλια εκτροπής στα κατάντη της εγκατάστασης και θα παροχετεύονται ανάλογα με τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες είτε εντός της λίμνης συλλογής καθαρών απορροών, είτε στα κατάντη της εγκατάστασης.

Τα εσωτερικά αναχώματα θα συγκρατούν τα αφυγρασμένα απόβλητα της επεξεργασίας, όχι όμως και το νερό. Οι επιφανειακές απορροές από τα απόβλητα της επεξεργασίας, που θα αποτεθούν πάνω από το επίπεδο των εξωτερικών αναχωμάτων, θα αποστραγγίζουν μέσα από τη μάζα των εσωτερικών αναχωμάτων και μαζί με τις επιφανειακές απορροές της εξωτερικής πλευράς τους, θα συλλέγονται από το περιμετρικό κανάλι συλλογής που θα κατασκευαστεί στο ανώτερο τμήμα της εσωτερικής πλευράς των εξωτερικών αναχωμάτων, με τελικό αποδέκτη τη λίμνη των δυνητικά επιβαρυσμένων απορροών. Αξίζει να σημειωθεί, πως σύμφωνα με το σχεδιασμό του έργου, η λίμνη συλλογής των δυνητικά επιβαρυσμένων απορροών δε θα αποκατασταθεί αμέσως μετά το πέρας της λειτουργίας των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων και θα δέχεται τις απορροές της ΕΔΑΕ. Τα δυνητικά

επιβαρυμένα ύδατα θα παρακολουθούνται σύμφωνα με το πρόγραμμα παρακολούθησης του υδατικού περιβάλλοντος (βλ. Κεφάλαιο 9.1.3 της ΜΠΕ) και σε περίπτωση που είναι επιβαρυμένα θα καταλήγουν στην μονάδα επεξεργασίας υδάτων του εργοστασίου, η οποία θα παραμείνει επίσης σε λειτουργία μέχρις ότου προκύψει από το πρόγραμμα παρακολούθησης ότι οι υδατοσυλλογές της λίμνης έχουν ποιοτικά χαρακτηριστικά, αντίστοιχα με αυτά των υδάτων της ευρύτερης περιοχής. Από το χρονικό εκείνο σημείο και μετά, η έκταση της λίμνης των δυνητικά επιβαρυμένων απορροών θα αποδοθεί προς χρήση στην τοπική κοινωνία, ενώ η μονάδα επεξεργασίας υδάτων του εργοστασίου θα αποξηλωθεί και η έκταση που χωροθετούνταν θα αποκατασταθεί, έτσι όπως προβλέπεται από το πρόγραμμα αποκατάστασης.

6.5.5. Ενέργειες κλεισίματος

6.5.5.1. Γενικά

Οι ενέργειες κλεισίματος αφορούν στην κάλυψη και απομόνωση της ελεύθερης επιφάνειας των αποβλήτων επεξεργασίας έκτασης **103 στρ.** Για το σκοπό αυτό θα δημιουργηθεί στεγανοποιητικό επικάλυμμα με τη μέθοδο του σύνθετου γεωφραγμού (Capillary Break).

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ιδιότητα του τριχοειδούς φαινομένου στα συστήματα στεγανοποιητικού επικαλύμματος εδαφών. Ένα σύστημα κάλυψης εδαφικού υλικού που περιέχει ένα σύνθετο γεωφραγμό (Capillary Break) αποτελείται από ένα στρώμα λεπτομερούς εδαφικού υλικού πάνω από ένα στρώμα πιο χονδρόκοκκου υλικού. Η διεπιφάνεια μεταξύ των δύο στρωμάτων χαρακτηρίζεται ως γεωφραγμός (Capillary Break - **Σχήμα 6.5-1**), καθώς αποτελεί πρόσθετο εμπόδιο στην κατείσδυση των υδάτων στο υποκείμενο στρώμα των αποβλήτων επεξεργασίας και επιτρέπει την αύξηση της αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους του πιο λεπτομερούς υλικού. Πιο αναλυτικά, η συνεχής πίεση στους πόρους της διεπιφάνειας μεταξύ των στρωμάτων δημιουργεί ίδιες αναρροφήσεις στα σημεία κοντά στην επιφάνεια, παρ' όλα αυτά οι υδραυλικές αγωγιμότητες που σχετίζονται με αυτές τις τιμές αναρρόφησης είναι διαφορετικές ανάλογα με το είδος του εδαφικού υλικού.



Σχήμα 6.5-1. Χαρακτηριστική σύνθεση ενός συστήματος στεγανοποιητικού επικαλύμματος εδαφών με τη χρήση της μεθόδου σύνθετου γεωφραγμού (Capillary Break)

Η χρήση ενός αδρομερούς εδαφικού υλικού ως εμπόδιο στη ροή των κατεισχύσεων είναι αντιφατικό καθώς τα χονδρόκοκκα υλικά θεωρούνται γενικά πιο διαπερατά από τα λεπτόκοκκα. Σε ακόρεστες συνθήκες όμως τα αδρομερή είναι λιγότερο διαπερατά καθώς η υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους είναι συνάρτηση του βαθμού κορεσμού του εδάφους. Συνεπώς, το νερό διατηρείται στο ανώτερο στρώμα διότι δεν είναι δυνατόν να διοχετευθεί μέσω του λιγότερου διαπερατού υποκείμενου στρώματος.

Σε αυτό το σύστημα, η κατείσδυση παραμένει μέσα στο ανώτερο λεπτόκοκκο στρώμα κατά την υγρή περίοδο και ελευθερώνεται πίσω στην ατμόσφαιρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Συνεπώς, το κατώτερο χονδρόκοκκο στρώμα αποτελεί πρόσθετο φράγμα στην διείσδυση νερού προς τα απόβλητα επεξεργασίας.

6.5.5.2. Εφαρμογή μεθόδου σύνθετου γεωφραγμού (Capillary Break)

Στη συγκεκριμένη περίπτωση της Ε.Δ.Α.Ε. του Έργου Περάματος, θα τοποθετηθεί επί της έκτασης των **103 στρεμμάτων** γεωφύλαγμα τύπου Terram 2000 ώστε να μην υπάρχει μετακίνηση των (υποκείμενων) αποβλήτων επεξεργασίας κατά την τοποθέτηση, στη συνέχεια, του εδαφικού καλύμματος. Ακολούθως, επί του γεωφύλαγματος θα τοποθετηθεί ένα στρώμα από χονδρόκοκκα οξειδωμένα μεταλλευτικά στείρα τα οποία θα έχουν θραυσθεί στο εργοστάσιο επεξεργασίας σε μέγεθος -5mm + 10cm, (χάλικες / μικρές κροκάλες), και στη συνέχεια ένα πιο λεπτομερές στρώμα εδαφικού υλικού (-0.07 mm +5mm / άμμος). Προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί η παραπάνω κοκκομετρική διαβάθμιση, προκειμένου να ισχύει η σχέση $D_{15} \geq D_{85}$ (όπου D_{15} η ενεργός διάμετρος του αδρομερούς υλικού, και D_{85} η ενεργός διάμετρος του λεπτόκοκκου υλικού – filter criteria), έτσι ώστε να μη μεταφέρεται το αμμώδες υλικό μέσω του χονδρόκοκκου στρώματος. Με τον τρόπο αυτό διατηρείται η ακεραιότητα (ποιοτική και ποσοτική) της σύνθεσης των στρώσεων του σύνθετου γεωφραγμού και εξασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης μεθόδου στεγανοποίησης των αποτιθέμενων εξορυκτικών αποβλήτων..

Το απαιτούμενο πάχος των παραπάνω στρωμάτων καθορίζεται από το ισοζύγιο υδάτων της περιοχής επέμβασης, και υπολογίστηκε όπως δίνεται στον **Πίνακα 6.5-1**.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα μετεωρολογικά στοιχεία η μέση ετήσια τιμή των κατακρημνίσεων είναι 541,6mm και η εξατμισοδιαπνοή 311,8mm. Ο υπολογισμός των κατεισχύσεων γίνεται σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου, θεωρώντας ότι είναι μηδενικές κατά την ξηρή περίοδο, ενώ κατά την υγρή περίοδο ανέρχονται στο 30% των κατακρημνίσεων:

$$\text{Κατακρημνίσεις} = \text{Εξατμισοδιαπνοή} + \text{Απορροή} + \text{Κατείσδυση}$$

Οι τιμές που υπολογίσθηκαν, παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.5-1. Ισοζύγιο Υδάτων της περιοχής επέμβασης

Χρονική Περίοδος (1951-2004)	Κατακρημνίσεις (mm)	Εξατμισο-διαπνοή (mm)	Απορροή (mm)	Κατείδουση (mm)
Υγρή Περίοδος (Νοέμβ - Μάρτ)	330,4	37	99,1	194,3
Ξηρή Περίοδος (Απρ - Οκτ)	211,2	274,8	0	-63,6
Σύνολο	541,6	311,8	99,1	

Για τον σχεδιασμό του σύνθετου γεωφραγμού και ειδικότερα για τον υπολογισμό του πάχους (T_c) του λεπτομερούς στρώματος χρησιμοποιείται η παρακάτω μαθηματική σχέση:

$$T_c = \frac{\Delta S_{required}}{\theta_s} = 1,18m$$

Όπου:

$\Delta S_{required}$: η απαιτούμενη αποθηκευτική ικανότητα του ίση προς την τιμή των κατειδύσεων κατά την υγρή περίοδο, (με συντελεστή ασφαλείας 20%), που στην προκειμένη περίπτωση είναι ίση $194,3 \times 20\% = 233,6 \text{ mm}$ ή $\sim 235\text{mm}$

θ_s : η περιεκτικότητα του σε νερό σε κατάσταση φυσικού κορεσμού η οποία για αμμώδη εδάφη δίνεται περίπου με 0,20

Υπολογισμός:

$$T_c = 235/0,20 = 1175 \text{ mm} \text{ ή } \sim 1,18m$$

Για το αδρομερές στρώμα το ελάχιστο απαιτούμενο πάχος είναι 0,30m και για τη φυτική γη επίσης 0,30m.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία οι συνολικές ποσότητες των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή της μεθόδου του σύνθετου γεωφραγμού στην Ε.Δ.Α.Ε δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.5-2. Απαιτούμενοι όγκοι υλικών για την εφαρμογή τα μεθόδου σύνθετου γεωφραγμού (Capillary Break) στην εγκατάσταση διαχείρισης αποβλήτων επεξεργασίας

Στρώμα Κάλυψης	Πάχος (m)	Υλικό	Πηγή	Απαιτούμενος όγκος υλικού (m^3)
Στρώμα Α	0,30	Φυτική γη	Χώρος απόθεσης φυτικής γης	30.900
Στρώμα Β (Λεπτομερές στρώμα)	1,18	Εδαφικό Υλικό	Χώρος απόθεσης εδαφικού υλικού	121.540
Στρώμα Γ (Αδρομερές στρώμα)	0,30	Αδρομερές Υλικό Οξειδωμένων στείρων	Χώρος Α ή Β' απόθεσης οξειδωμένων στείρων	30.900
Σύνολο	1,78			183.340

Σημειώνεται ότι το εδαφικό υλικό (Στρώμα Β) θα προέρχεται από περιοχή της εγκατάστασης διαχείρισης των αφυγρασμένων αποβλήτων επεξεργασίας πριν την κατασκευή των αναχωμάτων, καθώς το εδαφικό υλικό στο τμήμα αυτό εμφανίζει την επιθυμητή κοκκομετρία (βλ. **Επικαιροποιημένη Εδαφολογική Μελέτη, Δεκέμβριος 2010**). Για το λόγο αυτό, στο χώρο απόθεσης φυτικής γης θα έχει προβλεφθεί ειδικός χώρος για την φύλαξη του εν λόγω υλικού.

Σχηματική αναπαράσταση του προτεινόμενου τελικού ανάγλυφου δίνεται στο **Σχήμα 6.5-1**.

6.5.6. Τελικές χρήσεις γης

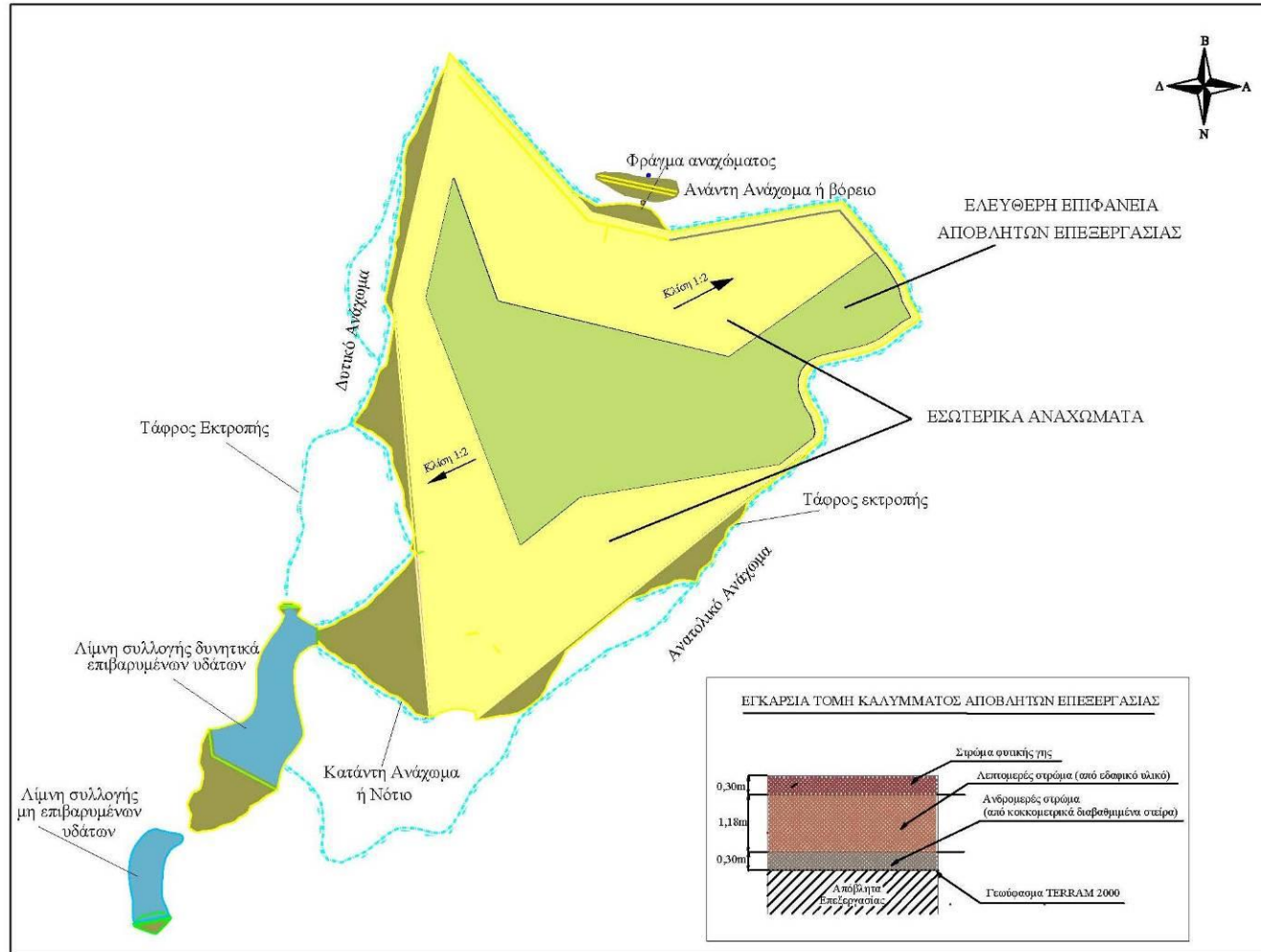
Κατά το χρόνο του κλεισίματος της εγκατάστασης, η ελεύθερη επιφάνεια των αποβλήτων επεξεργασίας θα είναι μια επίπεδη περιοχή **103στρ.** περίπου, που θα οριοθετείται προς τα κατάντη από το λιθόρριπτο πρανές του ανώτερου υψομετρικά εσωτερικού, έτσι ώστε οι επιφανειακές απορροές να κατευθύνονται στο περιμετρικό κανάλι αποστράγγισης και από εκεί στη λίμνη των δυνητικά επιβαρυσμένων απορροών. Η περιοχή μετά την ολοκλήρωση των εργασιών αποκατάστασης, θα επανέλθει στο προϋπάρχον καθεστώς χρήσεων, καθώς θα διασφαλισθεί η μακροχρόνια σταθερότητα και θα παρεμποδισθεί η διάβρωσή της. Οι προβλεπόμενες φυτεύσεις περιγράφονται στην **Ενότητα 6.6** που ακολουθεί.

6.5.7. Τεκμηρίωση επιτυχίας κλεισίματος

Για την επιβεβαίωση στην πράξη των ως άνω υπολογισμών, και πριν την εφαρμογή τους κατά το κλείσιμο της Ε.Δ.Α.Ε. και στο μεταλλείο θα κατασκευασθεί πειραματική διάταξη σύνθετου γεωφραγμού με τα ως άνω γεωμετρικά χαρακτηριστικά, (χωρίς την προσθήκη στρώματος φυτικής γης), που θα είναι εξοπλισμένη με λυσίμετρο για την παρακολούθηση της ποιότητας και ποσότητας των κατεισδύσεων εντός του λεπτομερούς και αδρομερούς στρώματος.

Ένα λεπτομερές πρόγραμμα παρακολούθησης θα αξιολογεί την επιτυχία της μεθόδου σύνθετου γεωφραγμού (με χρήση λυσίμετρου), την αποτελεσματικότητα των μέτρων ελέγχου διάβρωσης και την επαναφορά της φύτευσης. Το πρόγραμμα αυτό θα χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της περιόδου παθητικής συντήρησης των έργων αποκατάστασης, προκειμένου να επιβεβαιωθεί στην πράξη η πλήρης συμμόρφωση με τα κριτήρια του σχεδιασμού κλεισίματος του Έργου.

ΧΡΥΣΩΡΥΧΕΙΑ ΘΡΑΚΗΣ Α.Μ.Β.Ε.
 Μ.Π.Ε. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ & ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
 ΣΤΟ ΠΕΡΑΜΑ Ν. ΕΒΡΟΥ



Σχήμα 6.5-1. Σχηματική αναπαράσταση του προτεινόμενου τελικού αναγλύφου της Ε.Δ.Ε.Α.

6.6. Περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής του Έργου

6.6.1. Στόχοι και αρχές της αποκατάστασης

Ο σκοπός του προγράμματος αποκατάστασης πρέπει να ανταποκρίνεται στις μελλοντικές χρήσεις γης της περιοχής και η αποκατάσταση πρέπει να στοχεύει στην επαναδημιουργία ασφαλών και σταθερών συνθηκών που να εναρμονίζονται με το περιβάλλον της περιοχής. Στο παρόν στάδιο προβλέπεται η επαναφορά της περιοχής κατά τον δυνατόν στην παρούσα φυσική κατάσταση, που χαρακτηρίζεται από δάση και δασικές εκτάσεις.

Οι ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν μετά την ολοκλήρωση της μεταλλευτικής δραστηριότητας περιλαμβάνουν τη σταθεροποίηση των πρανών του μεταλλείου, την προετοιμασία της διαταραγμένης περιοχής για την επαναφορά της βλάστησης, την οπτική ενσωμάτωση της περιοχής εντός της ευρύτερης και τη διαθεσιμότητα της γης για μελλοντικές χρήσεις.

Η επαναφορά της βλάστησης βελτιώνει την αισθητική του τοπίου και αποτελεί τον παράγοντα κλειδί για την αποτροπή της διάβρωσης των εδαφών, καθώς συμβάλλει στην σταθεροποίηση των εδαφικών επιφανειών, στην μείωση της κατείδυσης του νερού της βροχής, την μείωση της εδαφικής υγρασίας με τη διαπνοή και τη μηχανική σταθεροποίηση των εδαφών με την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Παράλληλα, η επαναφύτευση των εκτάσεων που αποψιλώθηκαν κατά τη φάση ανάπτυξης των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων, θα οδηγήσει στην αναβάθμιση των ενδιαιτημάτων της περιοχής και στην προσομοίωση των οικοσυστημάτων της, έτσι όπως περιγράφηκαν στην υφιστάμενη κατάσταση, ιδίως μετά τη συμβολή της φυσικής αναγέννησης.

Ο σχεδιασμός της αποκατάστασης σκοπό έχει να διατηρήσει και να ενισχύσει την οικολογική φυσιογνωμία και τις λειτουργίες της περιοχής. Γι' αυτό, κατά τον σχεδιασμό της αποκατάστασης λαμβάνονται υπόψη:

- Τα ενδημικά φυτικά είδη της περιοχής επέμβασης.
- Οι ιδιότητες των εδαφών της ευρύτερης περιοχής.
- Οι κλιματολογικές και υδρολογικές συνθήκες της περιοχής.
- Η διαδικασία της οικολογικής διαδοχής, όπως αυτή εκφράζεται στην περιοχή επέμβασης.

Η περιβαλλοντική αποκατάσταση της άμεσης περιοχής επέμβασης του Έργου Περάματος από πλευράς οικοσυστημάτων και τοπίου, σχεδιάζεται σύμφωνα με τα ακόλουθα:

- Τα οικοσυστήματα που θα προκύψουν μετά τις εργασίες αποκατάστασης να ενσωματωθούν οπτικά, αλλά και λειτουργικά, στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής.
- Τα οικοσυστήματα αυτά να είναι υγιή και σταθερά.
- Τα προγραμματιζόμενα έργα αποκατάστασης να συνεισφέρουν στην προστασία και ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής.

6.6.2. Θεμελιώδη θέματα σχετικά με επαναφορά βλάστησης

6.6.2.1. Εκτίμηση ρυπασμένων περιοχών

Τα αρχικά βήματα για το σχεδιασμό αλλά και την υλοποίηση των εργασιών επαναφοράς βλάστησης, είναι ο εντοπισμός των περιοχών που αποψιλώθηκαν κατά τη φάση κατασκευής του έργου, καθώς και των εκτάσεων που πιθανόν έχουν ρυπανθεί από την διακίνηση υλικών ή από καύσιμα και λιπαντικά.

Σημειώνεται ότι ο έλεγχος και ο καθαρισμός περιοχών αποτελεί διαδικασία που θα πραγματοποιείται συστηματικά κατά τη διάρκεια λειτουργίας του Έργου, αλλά θα επαναληφθεί πριν την έναρξη των εργασιών αποκατάστασης για να αποκλεισθεί η ύπαρξη περιπτώσεων ρύπανσης που θα επηρεάσουν αρνητικά την επαναφύτευση.

6.6.2.2. Τελικές χρήσεις γης

Καθώς η περιοχή του Έργου αποτελείται – κυρίως - από δάση ή δασικές εκτάσεις, ο σχεδιασμός της αποκατάστασης έχει γίνει με στόχο την επαναφορά τους στην κατάσταση που βρίσκονταν πριν λάβουν χώρα οι επεμβάσεις, στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό. Η δυνατότητα υλοποίησης δραστηριοτήτων στις περιοχές αυτές, στο πλαίσιο του δασικού τους χαρακτήρα μπορεί να εξετασθεί σε σχέση με την γνώμη των κατοίκων της γύρω περιοχής και των κοινωνικών εταίρων γενικότερα.

6.6.2.3. Οικολογική αξιολόγηση των υφιστάμενων περιβαλλοντικών αξιών

Η οικολογική αξία των οικοσυστημάτων της περιοχής, θα αποτελέσει την πρωταρχική προτεραιότητα κατά τη φάση αποκατάστασης. Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στην αποκατάσταση των φυσικών οικοσυστημάτων της περιοχής και κυρίως στις συστάδες Μαύρης Πεύκης που απαντώνται ιδιαίτερα στην βόρεια πλευρά του υπαίθριου μεταλλείου, γεγονός που θα επιτευχθεί με τη χρήση προτύπου φύτευσης δένδρων όπου η Μαύρη Πεύκη επικρατεί στα φυτικά είδη ανά στρέμμα, καθώς και με τη δημιουργία «πράσινης» ζώνης φυτεύσεων περιμετρικά του χώρου του μεταλλείου (βλ. **Παράρτημα 5.4 – Μελέτη Αποκατάστασης**).

Εξάλλου, η επιλογή των φυτικών ειδών που θα χρησιμοποιηθούν στην επαναφύτευση, έγινε με κυρίαρχο κριτήριο αυτή την προτεραιότητα, την κατά το δυνατόν δηλαδή επαναφορά των οικοσυστημάτων στην πρότερη κατάστασή τους. Όλα τα φυτά, που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι αυτόχθονα και θα αποκλεισθεί η εισαγωγή στην περιοχή ξένων ειδών.



Σχήμα 6.6-1. Μαύρη Πεύκη (*Pinus nigra*)

6.6.2.4. Αλλαγές στην τοπογραφία της περιοχής

Η επαναφορά της βλάστησης εντάσσεται στις εργασίες κλεισίματος και θα υλοποιηθεί μετά τις αρχικές εργασίες επιχωμάτωσης και επίστρωσης εδαφικού υλικού. Οι ενέργειες κλεισίματος περιγράφονται λεπτομερώς στις **Ενότητες 6.2** έως **6.5**, για κάθε τμήμα του Έργου χωριστά. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται συνοπτικά οι γεωμεταβολές στην περιοχή επέμβασης:

Πίνακας 6.6-1. Περιοχές επέμβασης για φυτοτεχνικούς χειρισμούς

Χώρος επέμβασης	Συνολική Επιφάνεια επέμβασης (στρέμματα)	Γεωμεταβολή προετοιμασίας για φυτοτεχνικούς χειρισμούς
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ	76,9	Απομάκρυνση εγκαταστάσεων και υλικών/καθαιρέσεις
ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ (ROM)	29	Ανάγλυφο εκμετάλλευσης με αφαίρεση τυχόν ρυπασμένου στρώματος και επικάλυψη με στρώμα οξειδωμένων μεταλλευτικών στείρων
ΧΩΡΟΣ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΠΤΩΧΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ	24	Απομάκρυνση αποθέσεων
ΧΩΡΟΣ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΟΞΕΙΔΩΜΕΝΩΝ ΣΤΕΙΡΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ	41,8	Απομάκρυνση αποθέσεων
Χώρος επέμβασης	Συνολική Επιφάνεια επέμβασης (στρέμματα)	Γεωμεταβολή προετοιμασίας για φυτοτεχνικούς χειρισμούς

ΧΡΥΣΩΡΥΧΕΙΑ ΘΡΑΚΗΣ Α.Μ.Β.Ε.
Μ.Π.Ε. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ & ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΣΤΟ ΠΕΡΑΜΑ Ν. ΕΒΡΟΥ

ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΓΗΣ	32	Απομάκρυνση και αξιοποίηση αποτιθεμένης φυτικής γης
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	325	Στην επιφάνεια αποβλήτων επεξεργασίας σχηματισμός σύνθετου γεωφραγμού τύπου Capillary break ύψος 1,5m και φυτική γη.
		Πρανή και βαθμίδες: Βαθμιδωτό Αναγλύφο με πρανή 1:2
ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ + ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΘΕΙΟΥΧΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΣΤΕΙΡΩΝ	143,4	Χώρος προσωρινής απόθεσης θειούχων στείρων: Στεγάνωση και τελική διαμόρφωση αναγλύφου με οξειδωμένα στείρα 12° (27%). Στην συνέχεια φυτική γη.
		Χώρος εμφανίσεων θειούχου μεταλλοφορίας: Τελική διαμόρφωση αναγλύφου με οξειδωμένα στείρα 25°, και στην συνέχεια φυτική γη.
		Περιοχή εγκιβωτισμού θειούχων στείρων εντός της εκσκαφής. Προσθήκη οξειδωμένων στείρων και διαμόρφωση με κλίση 50-55%
		Λοιποί διαθέσιμοι χώροι έως φρύδι βαθμίδας +170 m.a.s.l: Προσθήκη υλικού οξειδωμένων στείρων για διαμόρφωση με κλίση 50-55%
		Ανώτερες βαθμίδες: Προσθήκη φυτικής γης στο πλαίσιο αποκατάστασης απότομων βαθμίδων.
		Διαμόρφωση βαθμίδων 10m μήκους 2720m.
		Πράσινη ζώνη προστασίας
ΑΠΟΘΗΚΕΣ	1,32	Απομάκρυνση εγκαταστάσεων και υλικών/καθαιρέσεις
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΟΔΟΠΟΙΑ	73,7	Δρόμος μήκους 1350 m, σύνδεσης μεταλλείου με πλατεία μεταλλεύματος
ΠΥΛΩΝΕΣ ΓΜΥΤ ΚΑΙ ΔΡΟΜΟΙ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	5,54	Απομάκρυνση πυλώνων

Οι περιοχές στις οποίες θα λάβουν χώρα εργασίες αποκατάστασης της βλάστησης (βλ. **Παράρτημα 5.4 – Μελέτη Αποκατάστασης**), προβλέπεται να είναι:

- τα 128,2 από τα 143,4 στρ. της έκτασης του μεταλλείου,
- τα 40 από τα 41,8 στρ. του χώρου απόθεσης οξειδωμένων στείρων,
- όλη η έκταση του χώρου προσωρινής απόθεσης φτωχού μεταλλεύματος (24 στρ.),
- όλη η έκταση της πλατείας μεταλλεύματος (ROM) (29 στρ.),

- η συνολική έκταση των χώρων απόθεσης φυτικής γης (32 στρ.),
- τα 265 από τα 325 στρ. της εγκατάστασης διαχείρισης αποβλήτων επεξεργασίας,
- τα 76 από τα 76,9 στρ. της συνολικής έκτασης κατάληψης των εργοστασιακών εγκαταστάσεων,
- τα 42 από τα 73,7 στρ. της εσωτερικής οδοποιίας του έργου,
- όλη η έκταση των αποθηκών καψυλλίων και εκρηκτικών (1,32 στρ.)
- όλη η καταλαμβανόμενη έκταση από τους πυλώνες και τους δρόμους πρόσβασης της ΓΜΥΤ (5,54 στρ.).

6.6.2.5. Αποκατάσταση τοπίου

Οι σημαντικότερες ίσως περιβαλλοντικές επιπτώσεις από κάθε υπαίθριο εξορυκτικό έργο είναι αυτές που αφορούν στην αλλοίωση της μορφολογίας του εδάφους, επιπτώσεις που καθορίζονται άμεσα από το σχεδιασμό της εξορυκτικής δραστηριότητας και τη λειτουργία της εκμετάλλευσης. Οι επιπτώσεις αυτές έχουν βασική συνέπεια την οπτική ρύπανση της περιοχής επέμβασης, η μελέτη των οποίων πρέπει να γίνεται κατά τη φάση σχεδιασμού εξόρυξης, ώστε να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι παράγοντες που απαιτούνται για την πιο οικονομική και περιβαλλοντικά αποδεκτή λύση αποκατάστασης τοπίου.

Από την άποψη της αισθητικής του τοπίου, οι εργασίες αποκατάστασης αποσκοπούν στην αρμονική σύνδεση των εκτάσεων του Έργου με την άμεση και την ευρύτερη περιοχή μελέτης, έτσι ώστε να αποκατασταθεί αισθητικά η περιοχή και να αυξηθεί η οπτική απορροφητική ικανότητα του τοπίου. Ο σχεδιασμός της επαναφοράς της βλάστησης πρέπει να λαμβάνει υπόψη την τοπογραφία της περιοχής, τόσο στην κοντινή ζώνη (**0-2km**) όσο και στην μακρινή ζώνη (**5km και άνω**). Έτσι η επαναφορά της βλάστησης σχεδιάστηκε και για να βοηθήσει στην αισθητική ανάκαμψη της περιοχής και τη σύνδεσή της με την ευρύτερη περιοχή.

6.6.2.6. Ερευνητικές δράσεις

Οι περιβαλλοντικές μελέτες που έχει εκπονήσει η Εταιρεία ΧΡΥΣΩΡΥΧΕΙΑ ΘΡΑΚΗΣ, παρέχουν αρκετές πληροφορίες και δεδομένα, στα οποία θα μπορούσε να βασισθεί η μελλοντική έρευνα. Ειδικότερα, η εδαφολογική μελέτη και η καταγραφή της χλωρίδας, των φυτοκοινωνικών διαπλάσεων και των τύπων οικοτόπων της περιοχής, προσδιορίζουν την υπάρχουσα κατάσταση και εφόσον ως τελική χρήση γης προτείνεται η επιστροφή στην προηγούμενη κατάσταση, τα στοιχεία αυτά είναι ζωτικής σημασίας για τις δοκιμές ειδών και τον σχεδιασμό των τελικών χρήσεων γης.

Τα χλωριδικά και βλαστητικά στοιχεία της περιοχής, θα χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό των ευαίσθητων ειδών, που θα πρέπει να συμπεριληφθούν στις δοκιμές των ειδών, γεγονός που αφορά - σχεδόν αποκλειστικά - τις διαπλάσεις Μαύρης Πεύκης της περιοχής (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*), οι οποίες εμφανίζονται κατά κόρον σε αμιγείς ή μικτές συστάδες με δρύες (*Q. frainetto*, *Q. pubescens*), καθώς και σε μικτές διαπλάσεις Μαύρης Πεύκης και αείφυλλων θάμνων.

Οι δοκιμές για την εγκατάσταση των φυτικών ειδών, θα πραγματοποιηθούν κατά τη διάρκεια λειτουργίας του Έργου με χρήση αποθηκευμένης φυτικής γης και εδαφικού

υλικού (στείρα υλικά εξόρυξης). Οι δοκιμές αυτές, θα γίνουν με διαφορετικά βάθη εδάφους για τον προσδιορισμό των βέλτιστων εδαφικών συνθηκών για την επαναφορά της βλάστησης. Οι ιδιότητες της φυτικής γης που θα επανατοποθετηθεί, θα πρέπει να είναι παρόμοιες με αυτές πριν την υλοποίηση του Έργου, γεγονός που συνεπάγεται την κατάλληλη αποθήκευση και προσεκτική διαμόρφωσή της κατά την διάρκεια της λειτουργίας του Έργου.

6.6.3. Κριτήρια επιτυχίας

6.6.3.1. Γενικά

Τα κριτήρια επιτυχίας που θα χρησιμοποιηθούν για την αποτίμηση του προγράμματος αποκατάστασης είναι:

- η φυσική σταθερότητα των πρανών,
- η ικανότητα των διαμορφωμένων πρανών και επιφανειών να υποστηρίξουν την ανάπτυξη της απαιτούμενης βλάστησης, καθώς και
- η δημιουργία των επιθυμητών, τελικών χρήσεων γης.

6.6.3.2. Φυσική σταθερότητα

Κριτήριο για την εκτίμηση της φυσικής σταθερότητας αποτελεί ο ρυθμός διάβρωσης του εδάφους. Σκοπός της επαναφοράς της βλάστησης, είναι η δημιουργία σταθερών επιφανειών χωρίς χαραδρωτική διάβρωση (νεροφαγώματα) και με μειωμένη επιφανειακή απορροή.

6.6.3.3. Γαιοϊκανότητα

Για την επιτυχία του έργου της αποκατάστασης θα πρέπει η χρησιμοποιούμενη φυτική γη να εξασφαλίζει ορισμένα ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Στον **Πίνακα 6.6-2** δίνονται οι τιμές παραμέτρων, που παρατηρήθηκαν στα φυσικά εδάφη της περιοχής και θα μπορούσαν να αποτελέσουν στόχο για την επιτυχία του προγράμματος επαναφύτευσης. Οι τιμές αυτές πρέπει να προσεγγισθούν με την επανατοποθέτηση του επιφανειακού εδάφους, ώστε να είναι τα εδάφη κατάλληλα για τις προτεινόμενες χρήσεις γης.

Πίνακας 6.6-2. Παράμετροι εδαφών - γαιοϊκανότητα φυτικής γης

Ιδιότητες εδάφους	Τιμές καταλληλότητας για επιτυχή επαναφορά βλάστησης	Οριακές τιμές
Φυσικές		
Βραχώδεις εμφανίσεις	Πέτρες >5cm δεν πρέπει να υπάρχουν στα 0,3m της φυτικής γης	Δυσχεραίνουν την καλλιεργησιμότητα και μειώνει την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας του εδάφους
Βάθος	Της τάξεως των 0,3m	
Φαινόμενο ε.β.	0,75 – 1,00t/m ³	Υψηλές τιμές περιορίζουν την ανάπτυξη των ριζών
Χημικές		
pH	4,0 – 6,0	Χαμηλές τιμές pH μειώνουν τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων. Μπορούν να αυξηθούν με χρήση δολομίτη.
Αλατότητα	<3mS/cm	
Οργανική ύλη	0,5 – 4,6% (Μ.Ο. 2,8%)	
Άζωτο (N)	0,05 – 0,33% (Μ.Ο. 0,14%)	
Φώσφορος (P)	2 – 4 ppm (Μ.Ο. 2,8ppm)	
Κάλιο (K)	0,1 - 0,9meq/100g (Μ.Ο. 0,44meq/100g)	
Ασβέστιο (Ca)	1 - 54meq/100g (Μ.Ο. 20meq/100g)	
Μαγνήσιο (Mg)	0,5 – 10,7meq/100g (Μ.Ο. 4,5meq/100g)	Η ανάπτυξη της Μαύρης Πεύκης απαιτεί υψηλές τιμές Mg στο έδαφος
K/CEC	0,002 – 0,027 (Μ.Ο. 0,010)	

6.6.3.4. Κριτήρια επιτυχίας τελικών χρήσεων γης

Τα κριτήρια επιτυχίας προς επίδειξη της επιτυχούς αποκατάστασης των τελικών χρήσεων γης θα βασισθούν στον βαθμό εδαφοκάλυψης και στην πυκνότητα των συστάδων. Ως επιτυχής αποκατάσταση θεωρείται εκείνη κατά την οποία θα έχει επιτευχθεί η κατά **80%** εδαφοκάλυψη. Αντίστοιχα η πυκνότητα των δένδρων πρέπει να ανέρχεται στο **80%** των φυτευθέντων φυταρίων.

6.6.4. Εργασίες περιβαλλοντικής αποκατάστασης

6.6.4.1. Διαχείριση φυτικής γης και εδαφικού υλικού – Επανατοποθέτησή τους

Η φυτική γη που θα συλλεχθεί κατά τις εργασίες προπαρασκευής και κατασκευής των τμημάτων του Έργου, θα αποτίθεται στους 2 χώρους προσωρινής απόθεσης φυτικής γης ώστε να είναι διαθέσιμες για τις εργασίες αποκατάστασης. Οι χώροι αυτοί έχουν έκταση **32στρ.**, με μέσο ύψος **5m**. και θα συγκεντρωθούν εκεί περίπου **160.000m³** υλικού. Η ποσότητα αυτή επαρκεί για την περιβαλλοντική αποκατάσταση όπως αναφέρεται στο **Παράρτημα 5.4 – Μελέτη Αποκατάστασης**.

Το εδαφικό υλικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για εργασίες αποκατάστασης ποσότητας περίπου **196.000m³** για τις ανάγκες της μεθόδου σύνθετου γεωφραγμού

(Ενότητες 6.2-4 και 6.5-4), θα αποτίθενται προσωρινά δυτικά της Εγκατάστασης Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας.

6.6.4.2. Διαμόρφωση ανάγλυφου - Σταθεροποίηση των πρανών

Η διαμόρφωση του αναγλύφου και η σταθεροποίηση των πρανών έχουν ήδη παρουσιασθεί στις Ενότητες 6.6.2.4 και 6.6.3.2, αντιστοίχως.

6.6.4.3. Προετοιμασία της περιοχής για φύτευση

Μετά τη διαμόρφωση και σταθεροποίηση των πρανών όπου απαιτείται, γίνεται η κατάλληλη επιφανειακή προετοιμασία της περιοχής προκειμένου να διευκολυνθεί η εγκατάσταση της βλάστησης και να μειωθεί η πιθανότητα διάβρωσης του εδάφους. Οι σωροί στους οποίους θα έχει γίνει η απόθεση της φυτικής γης και του εδαφικού υλικού, θα χρειασθούν αναμόχλευση, καθώς κατά τη διάρκεια λειτουργίας του Έργου, τα υλικά πλήρωσης θα έχουν συμπιεστεί.

6.6.4.4. Επαναφορά της βλάστησης

Η φάση αυτή περιλαμβάνει όλες τις εργασίες οι οποίες σχετίζονται με την επαναφορά της βλάστησης στις διαταραγμένες εκτάσεις. Η βλάστηση αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα για την αποτροπή της διάβρωσης. Γενικά, η φύτευση της περιοχής με κύριο στόχο την εγκατάσταση πυκνής μόνιμης κάλυψης του εδάφους με πρόσκοπα δασοπονικά είδη, είναι το καλύτερο μέσο ελέγχου της διάβρωσης σε μακροχρόνιο επίπεδο. Έτσι οι διαταραγμένες εκτάσεις, μετά το τέλος της λειτουργικής περιόδου του Έργου, προγραμματίζεται να επαναφυτευθούν, με χρήση τόσο σπόρων όσο και φυτωρίων, που αφορούν στα προϋπάρχοντα – πριν την επέμβαση της αποψίλωσης - είδη, σε πυκνό φυτευτικό σύνδεσμο.

Η εφαρμογή του σχεδίου επαναφοράς της βλάστησης θα ξεκινήσει ήδη από την αρχή του Έργου με την διάσωση και κατάλληλη αποθήκευση της φυτικής γης και του εδαφικού υλικού και με την εγκατάσταση ειδικού φυτωρίου, ώστε να είναι εφικτή η έγκαιρη και αποτελεσματική εφαρμογή του. Η επαναφορά της βλάστησης κατά την φάση της αποκατάστασης θα ακολουθεί τους ρυθμούς προόδου των εργασιών.

6.6.4.5. Επιλογή Δασοπονικών ειδών

Τα φυτικά είδη που προτείνονται για χρήση στις εργασίες της αποκατάστασης και επαναφύτευσης, είτε εναρμονίζονται με τη χλωρίδα της περιοχής (βλ. Κεφάλαιο 3.3.2 της παρούσας μελέτης) με σκοπό την προσομοίωση της πρόδρομης κατάστασης του οικοσυστήματος, είτε ταυτίζονται με αυτήν. Για όλα τα προτεινόμενα είδη, σημαντικός παράγοντας επιτυχίας είναι η ανταπόκρισή τους στις ιδιότητες του εδάφους στο οποίο προβλέπεται να εγκατασταθούν. Τα είδη που θεωρούνται κατάλληλα για τις φυτοτεχνικές εργασίες, ανά τεχνική φύτευσης (βλ. **Παράρτημα 5.4 – Μελέτη Αποκατάστασης**), αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

- Τα ποώδη και αγρωστώδη είδη που θα χρησιμοποιηθούν στο μίγμα υδροσποράς, αφορούν στα είδη *Dactylis glomerata*, *Cynodon dactylon*, *Lolium perenne*, *Lolium*

rigidum, *Lotus corniculatus*, *Melilotus albus*, *Melilotus officinalis*, *Medicago sativa*, *Medicago lupulina*, *Onobrychis sativa*, *Sanquisorba minor* και *Trifolium subterraneum*.

- Τα δενδρώδη είδη που θα φυτευτούν είτε ως αμιγείς συστάδες δένδρων, είτε σε μικτή κατάσταση δένδρων και θάμνων, αφορούν στα είδη *Cercis siliquastrum*, *Eriolobus trilobatus*, *Fraxinus ornus*, *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Quercus frainetto* και *Quercus pubescens*.
- Τα θαμνώδη είδη που προβλέπεται να φυτευτούν, είτε σε μίξη με τα δενδρώδη είδη, είτε μεμονωμένα (δημιουργώντας διαπλάσεις αείφυλλων θαμνώνων) είναι τα *Arbutus unedo*, *Phillyrea latifolia*, *Nerium oleander*, *Spartium junceum*, *Quercus coccifera* και *Pistacia terebinthus*.

Χαρακτηριστικές φωτογραφίες από τα θαμνώδη είδη δίδονται στην **Εικόνα 6.6-2**



Arbutus unedo



Phillyrea latifolia



Pistacia terebinthus



Nerium oleander



Spartium junceum



Quercus coccifera

Σχήμα 6.6-2. Θαμνώδη είδη

6.6.4.6. Χάρτης προτεινόμενης βλάστησης

Ο χάρτης προτεινόμενης βλάστησης παρατίθεται στο **Παράρτημα 5.4** της παρούσας μελέτης.

6.6.4.7. Δοκιμές φύτευσης

Πριν την εφαρμογή του παραπάνω προγράμματος επαναφοράς της βλάστησης θα πραγματοποιηθούν κατάλληλες δοκιμές ειδών και τεχνικών με σκοπό την βελτίωση του βαθμού εγκυρότητας του προτεινόμενου προγράμματος επαναφοράς της βλάστησης.

Οι δοκιμές θα περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα φυτικών ειδών, φυτευτικού υλικού και τεχνικών φύτευσης ή σποράς. Θα πραγματοποιηθούν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του Έργου, σύμφωνα με τις προτεινόμενες μεθόδους αποκατάστασης, με χρήση φυτικής γης και λιπασμάτων. Θα δοκιμασθούν διαφορετικά εδαφικά υλικά πλήρωσης των φυτοδοχείων παραγωγής του φυτευτικού υλικού, εφαρμογές με χρήση ελάχιστης φυτικής γης και με φυσικές και χημικές προσαρμογές προς βελτίωση της ικανότητας της φυτικής γης να υποστηρίξει την βλάστηση. Διαφορετικά βάθη εδαφών είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν

σε συνάρτηση με την επιτυχία ανάπτυξης των διαφόρων ειδών, που θεωρούνται κατ' αρχήν χρήσιμα στην αποκατάσταση. Οι δοκιμές θα αποσκοπούν στον εντοπισμό των φυσικών και χημικών περιορισμών που παρεμβαίνουν στην ανάπτυξη των φυτών και των κατάλληλων επανορθωτικών μέτρων που ενδείκνυνται σε κάθε περίπτωση.

Κατά την εκτέλεση των δοκιμών θα καταγράφονται όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του έργου της αποκατάστασης, όπως διάβρωση εδάφους, επιβίωση χρησιμοποιούμενων ειδών και ρυθμοί ανάπτυξής τους.

6.6.4.8. Φυτευτικό υλικό

Το φυτευτικό υλικό των ειδών που θα χρησιμοποιηθούν για τις δοκιμές φύτευσης και για την επαναφορά της βλάστησης στις αποκατεστημένες περιοχές, θα πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση, ώστε να εξασφαλιστεί η επιτυχία της φύτευσης. Θα χρησιμοποιηθούν τόσο μίγματα σπόρων από φυτά της περιοχής όσο και φυτάρια, που θα έχουν παραχθεί σε φυτοδοχεία.

Για την μεγαλύτερη επιτυχία σχεδιασμού και υλοποίησης της περιβαλλοντικής αποκατάστασης η Εταιρεία έχει προχωρήσει στην **ίδρυση φυτώριου** σε συνεργασία με το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, στο οποίο πραγματοποιούνται δοκιμές φύτευσης/σποράς ώστε παραχθεί το απαιτούμενο φυτευτικό υλικό. Με τον τρόπο αυτό θα λυθούν θέματα όπως:

- Η έγκαιρη συλλογή των απαιτούμενων σπόρων από την περιοχή για τις δοκιμές των ειδών. Θεωρείται ότι δύσκολα μπορεί να γίνει η προμήθειά τους από την αγορά, ειδικά για τα είδη *Cistus*, *Erica* και *Juniperus*.
- Η ευελιξία που παρέχεται στην χρησιμοποίηση φυτικής γης και εδαφικού υλικού από την περιοχή και ως εκ τούτου προσομοίωσης των σχετικών δοκιμών που θα πραγματοποιηθούν με τις πραγματικές συνθήκες.
- Η παραγωγή των φυτών θα πραγματοποιηθεί σε παρόμοιες συνθήκες με αυτές που θα φυτευτούν τελικά γεγονός που αυξάνει τις πιθανότητες επιβίωσής τους.
- Την έγκαιρη προμήθεια και παραγωγή του απαιτούμενου φυτευτικού υλικού.

Εξάλλου, σήμερα το φυτώριο χωροθετείται σε γεωργική έκταση 3 στρεμμάτων, πολύ κοντά στο χώρο των έργων. Προβλέπεται, σύμφωνα με την σημερινή του χωρητικότητα και σύμφωνα με τις ανάγκες των εργασιών αποκατάστασης σε φυτά, να παράξει 10.000 δένδρα και 20.000 θάμνους, την εποχή που θα χρειαστούν για την αποκατάσταση. Η υποδομή στο υφιστάμενο φυτώριο περιλαμβάνει περίφραξη, σκίαστρα, βοηθητικό κτίσμα και φυτοδοχεία, ενώ η τεχνογνωσία συλλογής και φύτευσης σπόρων προοδεύει συνεχώς.

6.6.4.9. Τεχνικές φύτευσης

Αναλυτικά, οι εργασίες επαναφοράς της φυσικής βλάστησης και οι τεχνικές φύτευσης που αναμένεται να υιοθετηθούν, έτσι όπως περιγράφονται στη μελέτη αποκατάστασης της παρούσας ΜΠΕ (βλ. **Παράρτημα 5.4 – Μελέτη Αποκατάστασης**) ακολουθούν τα κατωτέρω στάδια:

α. Υδροσπορά με επικάλυψη με fiber mulch – fiber plus

Αφορά την εκτόξευση, με χρήση ειδικού υδροσπορέα, μίγματος που αποτελείται από ποικιλία σπόρων ποωδών φυτών, χημικό (11-15-15) και οργανικό (M80) λίπασμα, μπεντονίτη (εδαφοβελτιωτικό) και ειδική συνδετική ύλη. Η εργασία αυτή αποσκοπεί στην στερέωση των επιφανειών των πρανών.

Η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί, είναι η κάλυψη των επιφανειών με fiber mulch και fiber plus σε συνδυασμό με την υδροσπορά και συνίσταται στην κάλυψη των πρανών των αποθέσεων με ειδικό στρώμα που εμπεριέχει ίνες ξύλου.

Στην υπό αποκατάσταση περιοχή εκτοξεύεται μίγμα σπόρων λιβαδικών φυτών (αγροστόδη-ψυχανθή), λιπάσματα (οργανικά-ανόργανα), ίνες ξύλου (fiber mulch, fiber plus) και ρητίνες για τη συγκόλληση των συστατικών. Θεωρείται ιδανική μέθοδος για την προστασία των σπόρων από ακραίες θερμοκρασίες, τη βελτίωση των συνθηκών υγρασίας και φυτρωτικότητας των σπόρων, για λόγους μείωσης της αιολικής και υδατικής διάβρωσης, καθώς και την συγκράτηση των σπόρων και των νεαρών φυταρίων.

Μετά την υδροσπορά και αφού φυτρώσουν οι σπόροι, ακολουθεί η φύτευση με δένδρα και θάμνους.

β. Φύτευση

Η επιλογή του τρόπου φύτευσης είναι ανάλογη των ακολούθων συνθηκών:

1. Διαμόρφωσης των επιφανειών
2. Κοκκομετρίας των στείρων
3. Κατακρημνισμάτων και ατμοσφαιρικής υγρασίας της περιοχής
4. Ποσότητας και μορφολογίας της φυτικής γης.

Στον παρακάτω πίνακα, παρατίθενται ο φυτοτεχνικός χειρισμός για κάθε επιμέρους επέμβαση:

Πίνακας 6.6-3. Επιλογή φυτοτεχνικού χειρισμού σε κάθε επιμέρους επέμβαση

Α/Α	ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΦΥΤΟΤΕΧΝΙΚΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ
1	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ	Φυτεύσεις δένδρων
2	ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ (ROM)	Φυτεύσεις δένδρων
3	ΧΩΡΟΣ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΠΤΩΧΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ	Φυτεύσεις δένδρων και θάμνων.
4	ΧΩΡΟΣ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΟΞΕΙΔΩΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΣΤΕΙΡΩΝ	Φυτεύσεις δένδρων και θάμνων.
5	ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ + ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΘΕΙΟΥΧΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΣΤΕΙΡΩΝ	Χώρος προσωρινής απόθεσης θειούχων στείρων: Υδροσπορά
		Χώρος θειούχου υποστρώματος: Υδροσπορά
		Χώρος εγκιβωτισμού θειούχων στείρων: Υδροσπορά
		Άλλοι διαθέσιμοι χώροι: Φυτεύσεις δένδρων και θάμνων
		Βήματα απότομων βαθμίδων: Φύτευση 2 σειρών δένδρων ανά 3m
		Πράσινη Ζώνη: Φυτεύσεις δένδρων (2 σειρές ανά 3m). Φυτική γη μόνο στους λάκκους
6	ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΓΗΣ	Φυτεύσεις θάμνων.
7	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	1. Στην επιφάνεια αποβλήτων επεξεργασίας: Υδροσπορά
		2. Πρανή και βαθμίδες : Υδροσπορά και φύτευση θάμνων
8	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΟΔΟΠΟΪΑ	Φυτεύσεις δένδρων (3 σειρές ανά 3m). Φυτική γη μόνο στους λάκκους
9	ΑΠΟΘΗΚΕΣ	Φυτεύσεις δένδρων. Φυτική γη μόνο στους λάκκους
10	ΠΥΛΩΝΕΣ ΓΜΥΤ ΚΑΙ ΔΡΟΜΟΙ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	Φυτεύσεις δένδρων και θάμνων

Για τις ανάγκες αυτής της μελέτης, θα χρησιμοποιηθεί ένα Πρότυπο Φύτευσης για δένδρα, ένα για θάμνους και ένα για μικτή φύτευση δένδρων και θάμνων. Επίσης, ανεξάρτητα πρότυπα αποτελούν η φύτευση της πράσινης ζώνης και η φύτευση της εσωτερικής οδοποιίας.

Για την βελτίωση της επιτυχίας των φυτεύσεων επιβάλλεται η φύτευση βωλοφύτων, ώστε να μειωθεί η διατάραξη κατά την μεταφύτευσή τους. Τα φυτάρια πρέπει να είναι καλής ανάπτυξης και ηλικίας δύο περίπου ετών.

Σε όλες τις επιφάνειες θα προστεθεί στρώμα φυτικής γης πάχους 0,30m, εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά (ότι δηλαδή θα προστεθεί φυτική γη μόνο στους λάκκους). Το παραπάνω εδαφικό υλικό κατά τις φυτεύσεις θα εμπλουτίζεται με 100 gr λίπασμα ανά λάκκο τη στιγμή που θα τοποθετείται. Επίσης θα επιδιώκεται το έδαφος να γεμίζει τους λάκκους και να γίνεται διαμόρφωση του λάκκου μετά τη φύτευση, ώστε να συγκρατείται το νερό της βροχής και των ποτισμάτων. Η διάστρωση εδαφικού υλικού σε πρανή, έχει σκοπό την ανάπτυξη σ' αυτά φυσικής βλάστησης, την ελαχιστοποίηση των ακραίων θερμοκρασιών που αναπτύσσονται πάνω στα στείρα υλικά και την καλύτερη συγκράτηση του νερού.

Οι φυτεύσεις θα γίνονται από Οκτώβριο μέχρι Δεκέμβριο. Πρέπει να τονισθεί, ότι όλες οι φυτεύσεις, ανεξαρτήτων συνδέσμων, θα γίνονται στα καλύτερα μικροπεριβάλλοντα που θα υπάρξουν. Αυτό θα βοηθήσει στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών αλλά και η φυτεία θα μοιάζει περισσότερο σαν φυσική.

Οι φυτεύσεις θα γίνονται με πραγματικό φυτευτικό σύνδεσμο 3 x 3 m όταν αφορούν αποκλειστικά δένδρα και 2 x 2 για μικτή δένδρων-θάμνων ή μόνο θάμνων. Ο πραγματικός σύνδεσμος 2 x 2 κάνει χρήση 1 δέντρου και 3 θάμνων, όπως φαίνονται στο Πρότυπο φύτευσης. Υπολογίζεται ότι ανά στρέμμα θα φυτεύονται 62 δέντρα και 188 θάμνοι. Οι λάκκοι φύτευσης θα έχουν διαστάσεις 0.50 x 0.50 x 0.50m, για τα δέντρα και 0.30 x 0.30 x 0.30 m για τους θάμνους.

Τα φυτά η εταιρεία θα τα προμηθεύεται από δασικά φυτώρια. Θεωρείται δεδομένο ότι οι προθέσεις της (αριθμός, είδος φυτών) θα γίνονται έγκαιρα γνωστές στα φυτώρια για να προετοιμάζονται τα φυτά. Ορισμένα θα παραχθούν στο φυτώριο που έχει ήδη δημιουργηθεί από την εταιρεία το 2010, με σκοπό την παραγωγή Μαύρης Πεύκης, *Eriolobus trilobatus*, καθώς και των άλλων ειδών που θα χρησιμοποιηθούν για την αποκατάσταση του μεταλλείου, αλλά και πιθανώς για άλλες φυτεύσεις στην ευρύτερη περιοχή.

6.6.4.10. Συμπληρωματικές φυτεύσεις/σπορές

Η επιτυχία των σπορών και η επιβίωση των φυτευθέντων φυταρίων θα παρακολουθείται, ώστε να είναι ικανοποιητική. Σε περίπτωση που απαιτηθεί θα διενεργούνται συμπληρωματικές φυτεύσεις/σπορές, ώστε να επιτευχθεί επιβίωση των φυταρίων της τάξης του **80%** και να μην παρατηρούνται κενά κατά θέσεις.

6.6.5. Συντήρηση της αποκατεστημένης βλάστησης

6.6.5.1. Τρόποι συντήρησης

Μετά την ολοκλήρωση των φυτεύσεων θα ληφθεί μέριμνα για την κατάλληλη περιποίησή τους, που θα έχει ως σκοπό την εξασφάλιση μιας γρήγορης και αποτελεσματικής κάλυψης της περιοχής με πυκνή βλάστηση. Άρδευση, λίπανση, καταπολέμηση των ζιζανίων,

αραιώσεις και προστασία από ασθένειες είναι τα πιο σημαντικά μέτρα για μια επιτυχή επαναφορά της βλάστησης. Ειδικότερα:

Λιπάνσεις, εκτός αυτής που θα γίνει κατά τη φύτευση, θα γίνουν για όλα τα φυτά επί δύο χρόνια με λίπασμα του τύπου 11-15-15 και συχνότητα 2 φορές το χρόνο (νωρίς την άνοιξη και το φθινόπωρο). Κάθε φορά θα χρησιμοποιούνται περίπου 150 γραμμάρια ανά φυτό. Η λίπανση κατά τα πρώτα στάδια επαναφοράς της βλάστησης έχει ιδιαίτερη σημασία, γιατί βοηθά τα νεοφυτευθέντα φυτάρια και τους σπόρους να βλαστήσουν και να προσαρμοσθούν καλύτερα.

Ποτίσματα θα γίνουν επίσης για όλα τα φυτά, κατά τα 2 πρώτα από την φυτεία χρόνια, με συχνότητα 8 φορές το χρόνο κατά τους μήνες Ιούνιο - Αύγουστο. Το πότισμα θα γίνεται από βυτίο με κατάλληλους σωλήνες και δεξαμενές τοποθετημένες στο υψηλότερο σημείο των χώρων επέμβασης.

Σκαλίσματα (σχηματισμός λεκανών άρδευσης με διάμετρο μέχρι 60cm) θα γίνουν για όλα τα φυτά κατά τα 2 πρώτα από τη φυτεία χρόνια με συχνότητα 1 φορά το χρόνο, την Άνοιξη.

Ανάλογα με την εξέλιξη των φυτεύσεων της Μαύρης Πεύκης, πιθανόν να απαιτηθεί και αραιώση μετά τα πρώτα 5 έτη, ώστε να εξασφαλισθεί υγιής αναγέννηση του δάσους. Η αραιώση δεν θα ξεπεράσει το 10-20 % των φυτεύσεων και αυτό μόνο σε περίπτωση πολύ γρήγορης ανάπτυξης των φυτών. Για τα υπόλοιπα είδη δεν θα απαιτηθεί αραιώση.

6.6.5.2. Διατήρηση και προστασία οικοτόπων που αποκαταστάθηκαν

Οι περιοχές που προβλέπεται να αποκατασταθούν, απαιτούν προστασία από τη βοσκή για να εξασφαλισθούν οι επιθυμητοί ρυθμοί αποκατάστασης, να επέλθει η πλήρης ανάπτυξη της κόμης τους και να αποφευχθεί η διάβρωση των εδαφών και η οικολογική υποβάθμιση της περιοχής.

6.6.5.3. Παρακολούθηση των αποτελεσμάτων της αποκατάστασης

Η επαναφορά της βλάστησης θα αξιολογείται με βάση τα αποτελέσματα από μια σειρά σχετικών μετρήσεων και αναλύσεων που θα πραγματοποιούνται στην περιοχή μια φορά το χρόνο και μέχρι το **5^ο έτος μετά το κλείσιμο του Έργου**. Το χρονικό αυτό διάστημα θεωρείται ικανό για την διάγνωση της επιτυχίας του προγράμματος περιβαλλοντικής αποκατάστασης.

Θα πραγματοποιούνται επίσης μετρήσεις που θα αφορούν στη σταθερότητα των εδαφών με σκοπό την τεκμηρίωση της επιτυχίας της αποκατάστασης, οι οποίες θα είναι συνδυασμός των παρακάτω:

- Εγκάρσιες αρόσεις, που θα χρησιμοποιηθούν για την παρατήρηση και την καταγραφή φαινομένων διάβρωσης.
- Εγκατάσταση τοπογραφικών σημείων παρακολούθησης του αναγλύφου και κατάλληλη μέτρησή τους μια φορά το χρόνο. Τα σημεία αυτά θα εγκατασταθούν κατά μήκος αντιπροσωπευτικών πρανών, εδαφών και συνθηκών βλάστησης.

Ανεξαρτήτως των ανωτέρω θα πραγματοποιούνται τακτικές επισκέψεις στις περιοχές αποκατάστασης με σκοπό την επιβεβαίωση της μη εμφάνισης υψηλών τιμών διάβρωσης υπό την μορφή νεροφαγωμάτων (χαραδρωτική διάβρωση).

Θα γίνεται επίσης εκτίμηση του ρυθμού εγκατάστασης της δενδρώδους και θαμνώδους βλάστησης, ως μέρος του προγράμματος παρακολούθησης. Μια ποσοτική εκτίμηση της εδαφοκάλυψης θα πραγματοποιείται σε ετήσια βάση, η οποία θα συγκρίνεται με βάση τους στόχους που έχουν τεθεί. Όταν διαπιστωθεί – κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης - ότι σε μια έκταση το πρόγραμμα αποκατάστασης παρουσιάζει προβλήματα, τότε θα διερευνώνται οι λόγοι αποτυχίας και θα λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα .

6.6.6. Τεκμηρίωση επιτυχίας αποκατάστασης

Τα κριτήρια επιτυχίας των τελικών χρήσεων γης θα βασισθούν στην **πυκνότητα εδαφοκάλυψης** στις επαναφυτευθείσες εκτάσεις. Ως επιτυχής θα θεωρηθεί η αποκατάσταση όταν η εδαφοκάλυψη ανέλθει στο **80%** για **3 συνεχόμενα έτη**. Εάν μέσα στο διάστημα των **5 ετών**, δεν επιτευχθούν οι σκοποί της αποκατάστασης τότε η Εταιρεία θα αναλάβει το σχέδιο, με το οποίο θα προσδιορίζονται τα μέτρα τα οποία θα πρέπει να ληφθούν για την βελτίωση των αποτελεσμάτων.

6.6.7. Κόστος περιβαλλοντικής αποκατάστασης

Ο προϋπολογισμός του κόστους της περιβαλλοντικής αποκατάστασης υλοποιήθηκε με βάση τις τιμές από **Αναπροσαρμογή Έργων Πρασίνου 2009** (βλ. **Παράρτημα 5.4 – Μελέτη Αποκατάστασης**), όπως παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.6-4. Κόστος περιβαλλοντικής αποκατάστασης

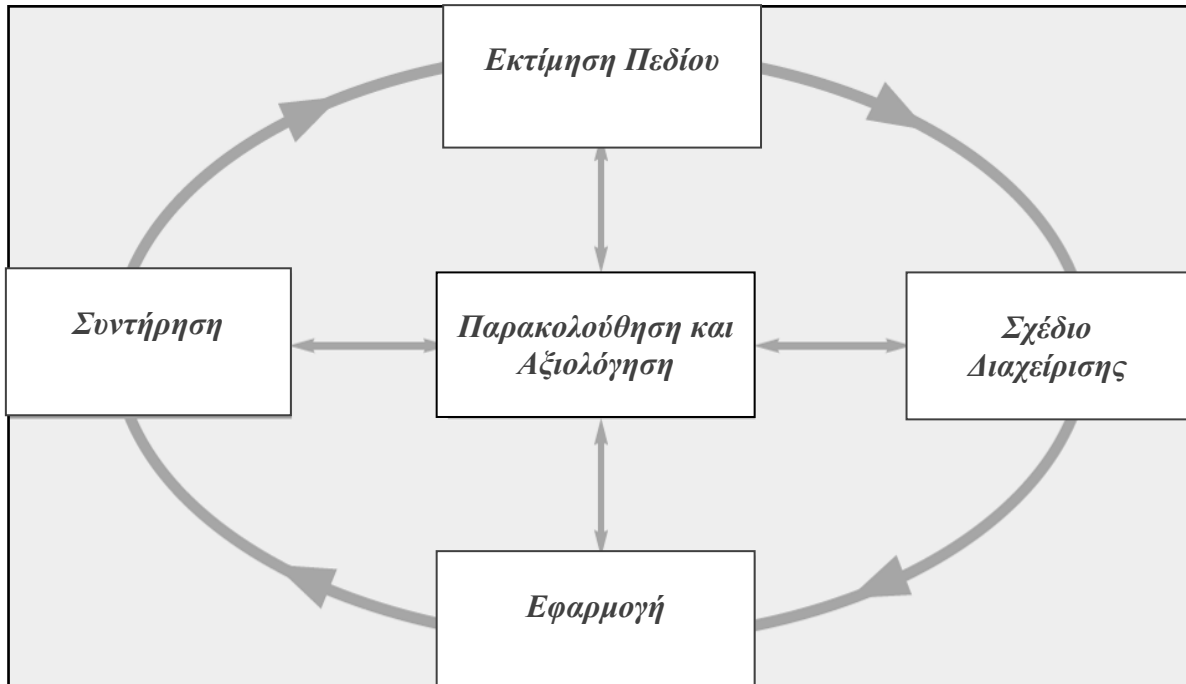
	Εργασίες	Μονάδα	ΑΡ. ΑΝΑΘ.	Τιμή (€)	Ποσότητα	Δαπάνη (€)
Διαμόρφωση επιφανειών						
A	Γενική μόρφωση επιφάνειας εδάφους για την φύτευση φυτών ή εγκατάσταση χλοοτάπητα	στρέμμα	Γ1	105,00	120	12.600
Χωματοκάλυψη						
B	Επένδυση πρανών με φυτική γη	m ²	A4	0,70	553.000	387.100
Υδροσπορά						
Γ	Υδραυλική Υδροσπορά	στρ.	E.15.2	1.200	356	427.200
Εγκατάσταση φυτών						
Δ.1	Προμήθεια Δένδρων	τεμ.	Δ1.1.	3,30	12.461	41.121
Δ.2	Προμήθεια Θάμνων	τεμ.	Δ2.1.	2,10	48.259	101.344
Δ.3	Άνοιγμα λάκκων με εργαλεία χειρός διαστάσεων 0,5X0,5X0,5 m. σε χαλαρά εδάφη (για δένδρα)	τεμ.	E.1.2.	1,60	22.461	35.938
Δ.4	Άνοιγμα λάκκων με εργαλεία χειρός διαστάσεων 0,3X0,3X0,3m σε χαλαρά εδάφη (για θάμνους)	τεμ.	E1.1.	0,65	68.259	44.368
Δ.5	Φύτευση φυτών με μπάλα χώματος 2-4lt	τεμ.	E9.4	1,10	90.720	99.792
					Σύνολο	322.563
Συντήρηση φυτών						
E.1	Λίπανση φυτών με εργάτες	τεμ.	ΣΤ3.1	0,10	362.880	36.288
E.2	Σχηματισμός λεκανών άρδευσης με διάμετρο μέχρι 0,60m	τεμ.	ΣΤ1.1.	0,45	181.440	81.648
E.3	Άρδευση φυτών με βυτίο	τεμ.	ΣΤ2.1.1	0,13	90.720	11.794
					Σύνολο	129.730
Περίφραξη ανά τρέχον μέτρο						
ΣΤ	Κατασκευή περίφραξης	m ²	64.41	11,91	8.000	95.280
Δαπάνη Συνόλου Εργασιών						1.374.473
ΦΠΑ (23 %)					0,23	316.129
ΣΥΝΟΛΟ						1.690.601

30.000 φυτά (10.000 δένδρα και 20.000 θάμνοι μπορούν να παραχθούν στο φυτώριο (προμήθεια δωρεάν).

Το παραπάνω ποσό αφορά τη δαπάνη εγκατάστασης και συντήρησης των φυτών. Όμως δεν περιλαμβάνονται σε αυτή το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των δεξαμενών, η απασχόληση προσωπικού για τη μεταφορά των υλικών και η μεταφορά του προσωπικού και των φυτών. Οι τιμές που αναφέρθηκαν είναι πιθανό να αναπροσαρμοστούν μέχρι και κατά την διάρκεια εκτέλεσης των έργων.

6.7. Περιβαλλοντική παρακολούθηση

Η παρακολούθηση του έργου αποκατάστασης είναι από τα πιο σημαντικά βήματα για την σωστή ολοκλήρωση και συντήρησή του, για αυτό το λόγο πρέπει να γίνεται σε όλη την διαδικασία υλοποίησης του (βλ. **Σχήμα 6.7-1**), ώστε να προλαμβάνονται τυχόν αδυναμίες του σχεδιασμού. Ειδικότερα, μετά την παύση λειτουργίας του Έργου, η περιβαλλοντική παρακολούθηση αποτελεί το κλειδί για την σωστή ολοκλήρωσή – κλείσιμό του ώστε να επιτευχθεί η εναρμόνιση της περιοχής επέμβασης με το ευρύτερο φυσικό περιβάλλον.



Σχήμα 6.7-1. Απεικόνιση του σχεδίου παρακολούθησης ενός έργου Αποκατάστασης

Πηγή: Williamson J. et al (2003)

Η διάρκεια της περιβαλλοντικής παρακολούθησης για το Έργο Περάματος προβλέπεται να είναι **5 έτη**. Στην πενταετία αυτή, θα είναι απαραίτητο να συνεχισθεί η παρακολούθηση ορισμένων παραμέτρων, όπως της ποσότητας και ποιότητας του νερού στο υπαίθριο μεταλλείο, η παρουσία στραγγισμάτων από τα απόβλητα επεξεργασίας, η επιτυχία του έργου της επαναφοράς της φύτευσης. Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλισθεί η επαναφορά της περιοχής στις προϋπάρχουσες χρήσεις γης.

6.8. Συνολικό χρονοδιάγραμμα εργασιών και κόστος κλεισίματος

Σχηματική αναπαράσταση του πλήρους χρονοδιαγράμματος για τη διαδικασία παύσης λειτουργίας, αποσυναρμολόγησης - κατεδάφισης των εγκαταστάσεων και την ολοκλήρωση των έργων περιβαλλοντικής αποκατάστασης παρατίθενται στο **Σχήμα 6.8-1**.

Συνοπτικά, δίνονται τα βασικά σημεία:

- Περίοδος **18 μηνών** περίπου για τη διαδικασία παύσης λειτουργίας και κλεισίματος για όλες τις κύριες και βοηθητικές εγκαταστάσεις του εργοστασίου, το μεταλλείο και την εγκατάσταση διαχείρισης απόθεσης αποβλήτων επεξεργασίας.
- Η επαναφορά της βλάστησης στις επί μέρους εκτάσεις θα ξεκινά το συντομότερο δυνατόν, μόλις κάθε περιοχή είναι διαθέσιμη για επαναφορά της βλάστησης.
- Περιποίηση μετά τις φυτεύσεις για **5 έτη** .
- Παρακολούθηση για **5 έτη** των παραμέτρων εκείνων που ελέγχουν την επιτυχία του κλεισίματος του Έργου, προκειμένου να καταδειχθεί η επιτυχία της αποκατάστασης, σχετικά με την ποιότητα των νερών, την αυτοσυντήρηση της φυτοκάλυψης, και τη φυσική ευστάθεια των πρανών. Αν δεν επιτευχθεί ο **5ετής** στόχος, η Εταιρεία θα παρουσιάσει ένα σχέδιο το οποίο θα προσδιορίζει τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν συμπληρωματικά για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα των έργων αποκατάστασης.

Το προϋπολογιστικό κόστος κλεισίματος του Έργου για ολόκληρη τη διάρκεια των σχετικών εργασιών, από την παύση λειτουργίας μέχρι τις τελικές χρήσεις γης, μετά την αποκατάσταση, όπως υπολογίστηκε στο πλαίσιο την Μελέτης Σκοπιμότητας του Έργου και μετά από σχετική αναπροσαρμογή της δαπάνης για την περιβαλλοντική αποκατάσταση και παρακολούθηση, παρουσιάζεται συνοπτικά στον **Πίνακα 6.8-1**.

Πίνακας 6.8-1. Συνολικές δαπάνες κλεισίματος Έργου

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (Δαπάνες)	ΚΟΣΤΟΣ (εκατ. €)
Διοίκηση	0,21
Προσωπικό	0,72
Ηλεκτρική ενέργεια	0,21
Εργοστάσιο επεξεργασίας & Βοηθητικές εγκαταστάσεις	1,75
Εγκατάσταση Διαχείρισης Αποβλήτων Επεξεργασίας	0,56
Υπαίθριο μεταλλείο	3,33
Περιβαλλοντική αποκατάσταση	1,38
Σύνολο	8,16
Απρόβλεπτα (10%)	0,82
Σύνολο με απρόβλεπτα	8,98
ΦΠΑ (23%)	2,07
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	11,05

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, το συνολικό κόστος των εργασιών κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης ανέρχεται στα **11,05 εκατ. €**, που αντιστοιχεί σε μέση τιμή **12,8 €/m²**.

ΧΡΥΣΩΡΥΧΕΙΑ ΘΡΑΚΗΣ Α.Μ.Β.Ε.
Μ.Π.Ε. ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ & ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΣΤΟ ΠΕΡΑΜΑ Ν. ΕΒΡΟΥ

ΕΡΓΑΣΙΑ			Έτος														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ	Προπαρασκευή-Κατασκευή		√	√													
	Κανονική λειτουργία-Εξόφληση				√	√	√	√	√	√	√						
ΚΛΕΙΣΙΜΟ	ΥΠΑΙΘΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ	Εργασίες επιχωμάτωσης										√					
	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	Παύση λειτουργίας-απομάκρυνση εξοπλισμού-κατεδάφιση κατασκευών										√					
	ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	Απομάκρυνση εξοπλισμού-κατεδάφιση κατασκευών										√	√				
	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	Εξωτερικά αναχώματα				√	√	√									
		Εσωτερικά αναχώματα						√	√	√	√	√					
		Μέθοδος σύνθετου γεωφραγμού (Capillary Break)											√				
	Παρακολούθηση ποιότητας και παροχής στραγγισμάτων											√	√				
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΔΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	Συγκέντρωση υλικού	√	√													
		Απόθεση στις τελικές θέσεις										√					
	ΣΤΕΙΡΑ ΥΛΙΚΑ	Τελική διαμόρφωση										√					
	ΦΥΤΕΥΣΕΙΣ	Υδροσπορά										√	√				
		Δένδρα										√	√				
		Θάμνοι										√	√				
	ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ			√													
	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	Λίπανση													√	√	
Πότισμα														√	√		
Σκάλισμα														√	√		
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

Σχήμα 6.8-1. Χρονοδιάγραμμα σχεδιασμού κλεισίματος και περιβαλλοντικής αποκατάστασης Έργου Περάματος