


# ΛΕΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ ΒΩΕΙΤΗ (ΚΒ)





## ΔΕΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΒ :

- Περιβαλλοντικά οφέλη
- Οικονομικά οφέλη

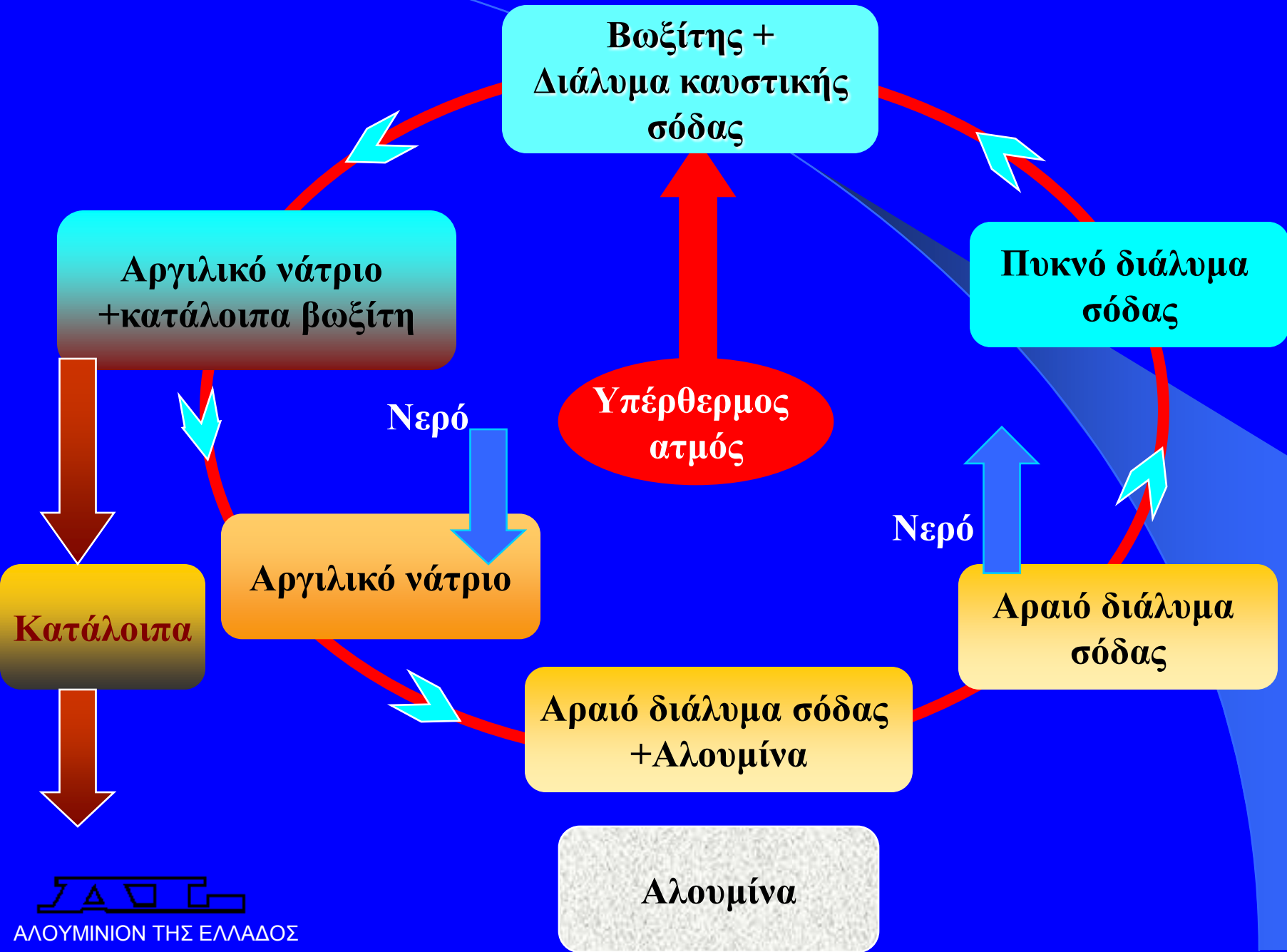


✓ Τα ΚΒ προκύπτουν ως αδιάλυτο παραπροϊόν κατά την παραγωγή Αλουμίνας με τη μέθοδο Bayer.

✓ Η μέθοδος Bayer είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος παραγωγής Αλουμίνας, με διάφορες παραλλαγές ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των βωξιτών.



# ΚΥΚΛΟΣ BAYER



**Ο ελληνικός βωξίτης είναι μείγμα οξειδίων :**

**Αλουμινίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) : 50 – 60 %**

**Σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) : 20 – 24 %**

**Πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) : < 4 %**

**Ασβεστίου ( $\text{CaO}$ ) : < 2 %**

**Τιτανίου ( $\text{TiO}_2$ ) : 2 – 3 %**



## Τα ΚΒ είναι μείγμα οξειδίων :

Σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) : 40 – 46 %

Αλουμινίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) : 11 – 24 %

Ασβεστίου ( $\text{CaO}$ ) : 8 – 14 %

Πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) : 7 – 12 %

Νατρίου ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) : 2 – 3 %



**Η «Αλουμίνιον της Ελλάδος» από το έτος 2000 ,  
συνεργάζεται με τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά  
Ιδρύματα (ΑΕΙ) της χώρας ,**

- ➔ Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο**
- ➔ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης**
- ➔ Πανεπιστήμιο Πατρών**

**καθώς και με άλλες βιομηχανίες (πχ ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ),  
με σκοπό την αξιοποίηση των καταλοίπων βωξίτη  
για παραγωγή άλλων προϊόντων.**



## Οι σχετικές έρευνες έδειξαν ότι τα ΚΒ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως :

- Πηγή σιδήρου στην παραγωγή τσιμέντου
- Συμπληρωματική πρώτη ύλη στην παραγωγή τούβλων και κεραμιδιών
- Υπόστρωμα στην κατασκευή επιχωμάτων στην οδοποιία
- Στρώμα γεωλογικού φραγμού για τη στεγανοποίηση πυθμένα ή ενδιάμεσης στρώσης των ΧΥΤΑ
- Εδαφικό κάλυμμα για καλλιέργεια φυτών σε χώρους προς αποκατάσταση
- Μέσο εμπλουτισμού και βελτίωσης υποβαθμισμένων εδαφών
- Υλικό πλήρωσης και αποκατάστασης παλαιών μεταλλείων
- Υλικό δεσμευσης εκπομπών CO<sub>2</sub>
- Πρώτη ύλη στην παραγωγή σιδήρου



# 1. Αξιοποίηση στην παραγωγή τσιμέντου

- ✓ Η προσθήκη των ΚΒ ως Α' ύλη στη φαρίνα είναι εφικτή σε ποσοστό έως και 5% και εξαρτάται άμεσα από τις υπόλοιπες Α' ύλες και τους παραγωγικούς δείκτες κάθε τσιμεντοβιομηχανίας.
- ✓ Η χαμηλή κοκκομετρία τους ( $85\% < 63 \mu\text{m}$ ) συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη θραύση των Α' υλών.
- ✓ Οι φυσικές ιδιότητες των παραγόμενων τσιμέντων, όπως η απαίτηση σε νερό και ο χρόνος πήξης κυμαίνονται σε κοντινά επίπεδα και μέσα στα επιτρεπτά όρια για τα τσιμέντο τύπου Portland.
- ✓ Η ορυκτολογική σύσταση καταδεικνύει ότι τα ΚΒ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φορέας σιδήρου χωρίς καμία αλλαγή στη ορυκτολογία του τελικού προϊόντος



## 2. Αξιοποίηση στην κεραμοτουβλοποιία

- Τα ΚΒ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μία από τις πρώτες ύλες στην παραγωγή κεραμιδιών και τούβλων.
- Ενθαρρυντικά εργαστηριακά αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν στην πράξη και μάλιστα από διαφορετικούς παραγωγούς (Παναγιωτόπουλος , Βαβουλιώτης) .
- Οι δοκιμές κατέληξαν σε προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας και δείχνουν ότι το υλικό αυτό μπορεί να αντικαταστήσει την τωρινή πρώτη ύλη – το αργιλόχωμα – σε ποσοστό μέχρι και 25 - 30%.



### 3. Αξιοποίηση στην οδοποιία- κατασκευή επιχωμάτων-υποστρωμάτων

Κατασκευάστηκε δρόμος με 3 διακριτές διατομές η σύσταση των οποίων είναι η εξής :

α) Διατομή 1 : Έδαφος της περιοχής

β) Διατομή 2 : Έδαφος της περιοχής (60%) και ΚΒ (40%)

γ) Διατομή 3 : Μίγμα ΚΒ (96%) και ιπτάμενης τέφρας σε ποσοστό 4%

### 3. Αξιοποίηση στην οδοποιία- κατασκευή επιχωμάτων-υποστρωμάτων

Η γεωκατασκευή δόθηκε αμέσως στην κυκλοφορία και μετά από 5 χρόνια καταπόνησης από μεγάλο αριθμό βαρέων οχημάτων προέκυψαν τα εξής :

- α) Δεν παρατηρήθηκαν μετακινήσεις , παραμορφώσεις και προβλήματα επιφανειακής διάβρωσης.
- β) Παρατηρήθηκαν αμελητέες τιμές καθιζήσεων (0-4mm)



### 3. Αξιοποίηση στην οδοποιία- κατασκευή επιχωμάτων-υποστρωμάτων



### 3. Αξιοποίηση στην οδοποιία- κατασκευή επιχωμάτων-υποστρωμάτων

Η χρήση των ΚΒ έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- α) Χαμηλό κόστος κατασκευής σε σύγκριση με άλλα υλικά (αμμοχάλικα, σκύρα κλπ)
- β) Υψηλή μηχανική αντοχή σε σχέση με συναφή εδαφικά υλικά
- γ) Μεγάλη διάρκεια ζωής, δεδομένου ότι με ελάχιστη προστασία, η πιλοτική κατασκευή δείχνει να συμπεριφέρεται εξαιρετικά δύο χρόνια μετά την ολοκλήρωσή της



## 4. Αξιοποίηση στην αποκατάσταση ΧΥΤΑ

Εξετάστηκε με επιτυχία σε εργαστηριακή και πιλοτική κλίμακα η συμπεριφορά των ΚΒ ως στρώματος γεωλογικού φραγμού (στρώμα χαμηλής διαπερατότητας).

- Συντελεστής υδροπερατότητας ΚΒ :  $4 \times 10^{-9}$  m/s
- Συντελεστής υδροπερατότητας για γεωλογικούς φραγμούς επιφανειακής στεγανοποίησης και στεγανοποίησης πυθμένα που έχει προδιαγραφεί στην Εθνική Νομοθεσία και την Κοινοτική Οδηγία (ΗΠ29407/3508, ΦΕΚ 1572 Β, 16-12-2002 & 1999/31/ΕΚ, 26-04-1999) περί υγειονομικής ταφής αποβλήτων :  $K = 10^{-9}$  m/s



## 4. Αξιοποίηση στην αποκατάσταση ΧΥΤΑ - Στάδιο κατασκευής γεωλογικού φραγμού





## 4. Αξιοποίηση στην αποκατάσταση ΧΥΤΑ



Χώρος διάθεσης στερεών αδρανών αποβλήτων της ΑτΕ



## 5. Αξιοποίηση στη δημιουργία εδαφικού καλύμματος για καλλιέργεια φυτών

- ❖ Τα χαρακτηριστικά των ΚΒ είναι όμοια με αυτά των αργιλικών εδαφών, απουσιάζουν όμως από αυτά οργανική ύλη, ορισμένα ουσιώδη συστατικά και μικροοργανισμοί απαραίτητοι για τη λειτουργία τους ως έδαφος που μπορεί να υποστηρίξει βλάστηση.
- ❖ Με τις κατάλληλες προσθήκες βιολογικής λάσπης ή κάποιων φθινών υλικών είναι δυνατή η μετατροπή των ΚΒ σε εδαφικό υλικό για την υποστήριξη βλάστησης.

## 5. Αξιοποίηση στη δημιουργία εδαφικού καλύμματος για καλλιέργεια φυτών – Πιλοτική δοκιμή

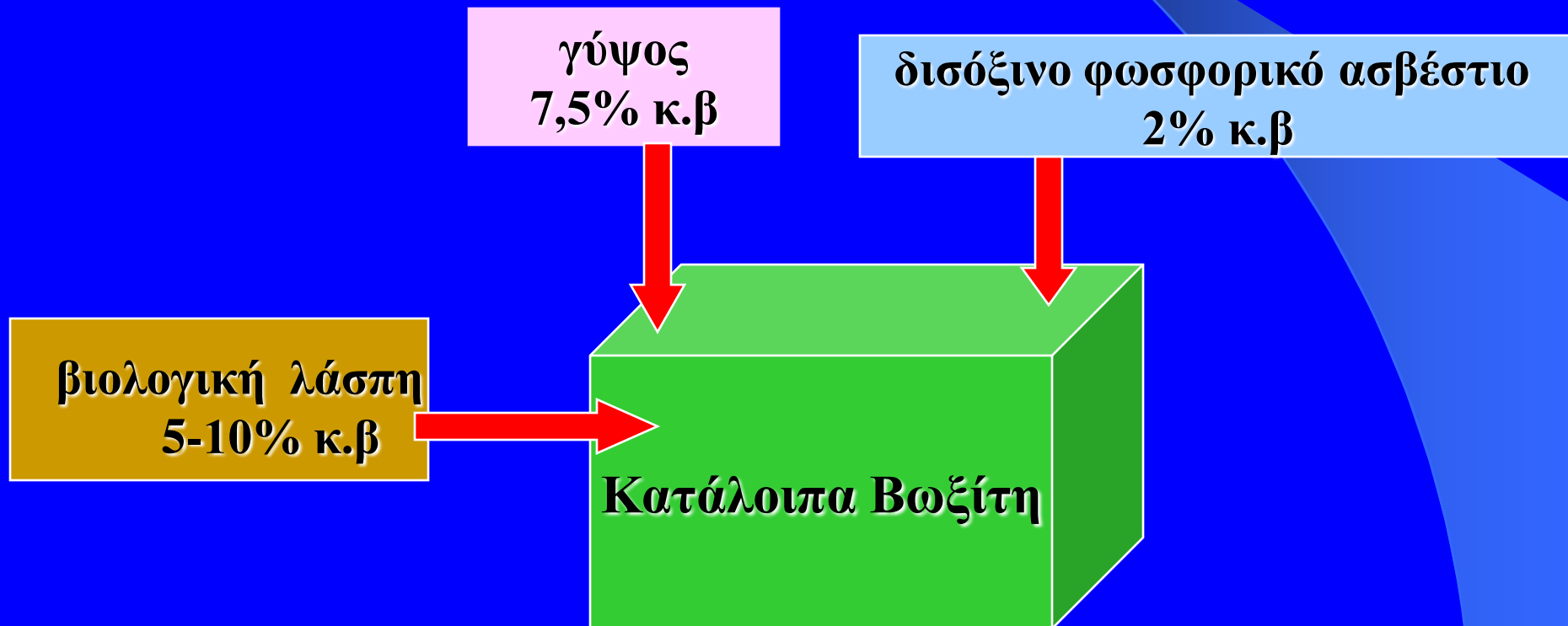
- ❖ Τοποθεσία : Εργοστάσιο «Αλουμίνιον της Ελλάδος».
- ❖ Έτος κατασκευής : 2003
- ❖ Έκταση : 600m<sup>2</sup>
- ❖ 6 χειρισμοί x 4 επαναλήψεις = 24 πειραματικά τεμάχια
- ❖ Υλικά μιγμάτων : ΚΒ , βιολογική λάσπη (σε ποσοστό 5 ή 10% κ.β) , γύψος (σε ποσοστά 4, 7.5, 10% κ.β) και δισόξινο φωσφορικό ασβέστιο (2% κ.β)

## 5. Αξιοποίηση στη δημιουργία εδαφικού καλύμματος για καλλιέργεια φυτών



## 5. Αξιοποίηση στη δημιουργία εδαφικού καλύμματος για καλλιέργεια φυτών

Βέλτιστος συνδυασμός από τεχνικής σκοπιάς :



## 6. Αξιοποίηση για τη βελτίωση εδαφών

Η έρευνα για την χρήση των ΚΒ ως βελτιωτικού μέσου περιλαμβάνει την ανάμειξη καταλοίπων βωξίτη με ελληνικά εδάφη που παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ✓ Χαμηλό pH
- ✓ Απουσία χρήσιμων συστατικών όπως Ca , Mg , K (υποβαθμισμένα εδάφη)
- ✓ Αλατούχα εδάφη

Τα γεωχημικά χαρακτηριστικά των ΚΒ επιτρέπουν την χρήση τους για :

- ✓ Βελτίωση της ποιότητας των εδαφών και ιζημάτων
- ✓ Αδρανοποίηση πολύ όξινων εδαφών
- ✓ Αποκατάσταση εδαφών ποικίλης σύστασης
  - Πυριτικών
  - Πλούσιων σε οργανικά
  - Αλατούχων εδαφών

Περιβάλλοντα τα οποία μπορούν να βελτιωθούν με τη χρήση ΚΒ είναι τα παρακάτω :

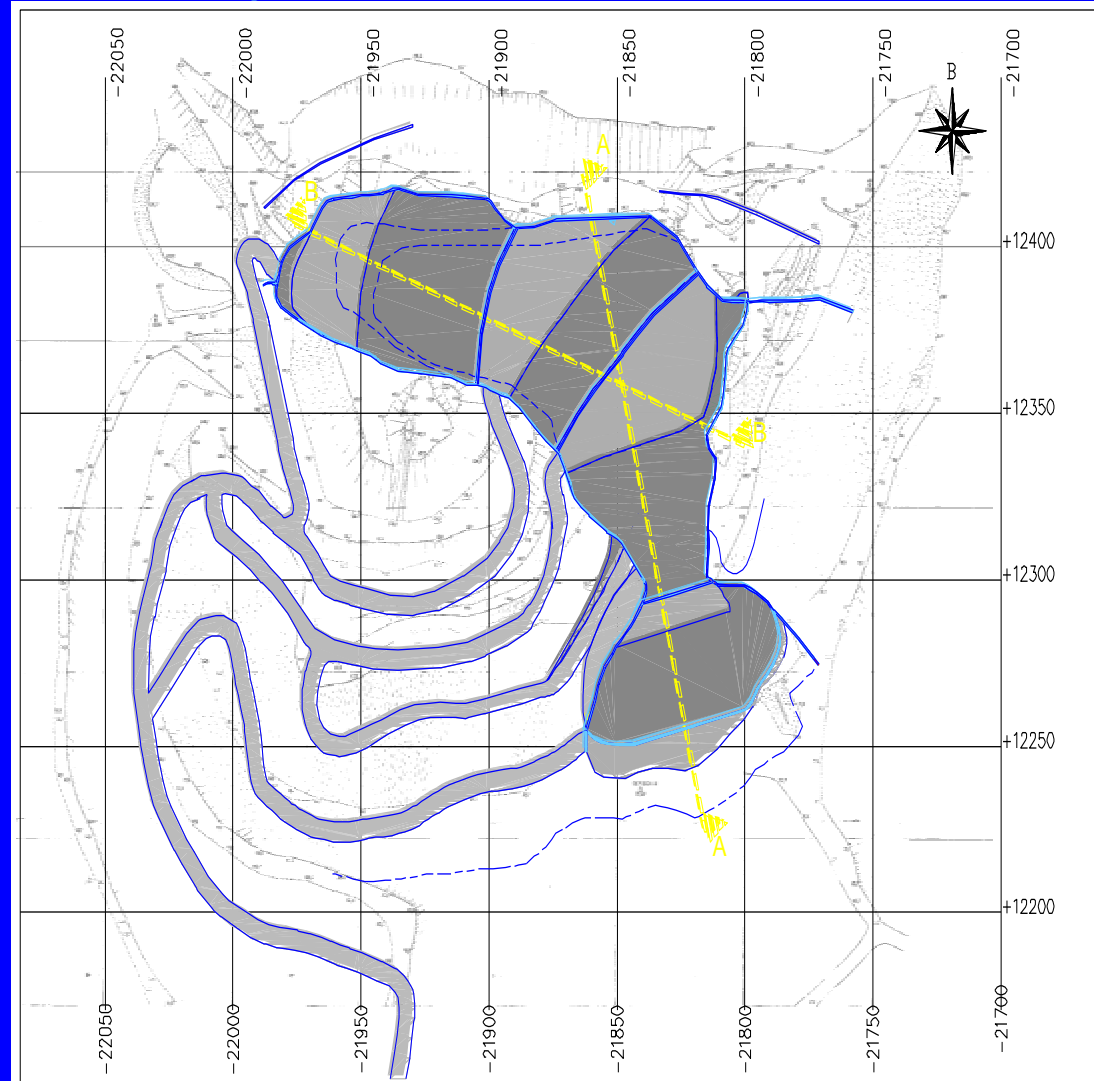
- ✓ Έλη
- ✓ Χώροι μεταλλευτικής δραστηριότητας
- ✓ Πεδία δίπλα στους αυτοκινητόδρομους
- ✓ Ασταθή – παράκτια πεδία



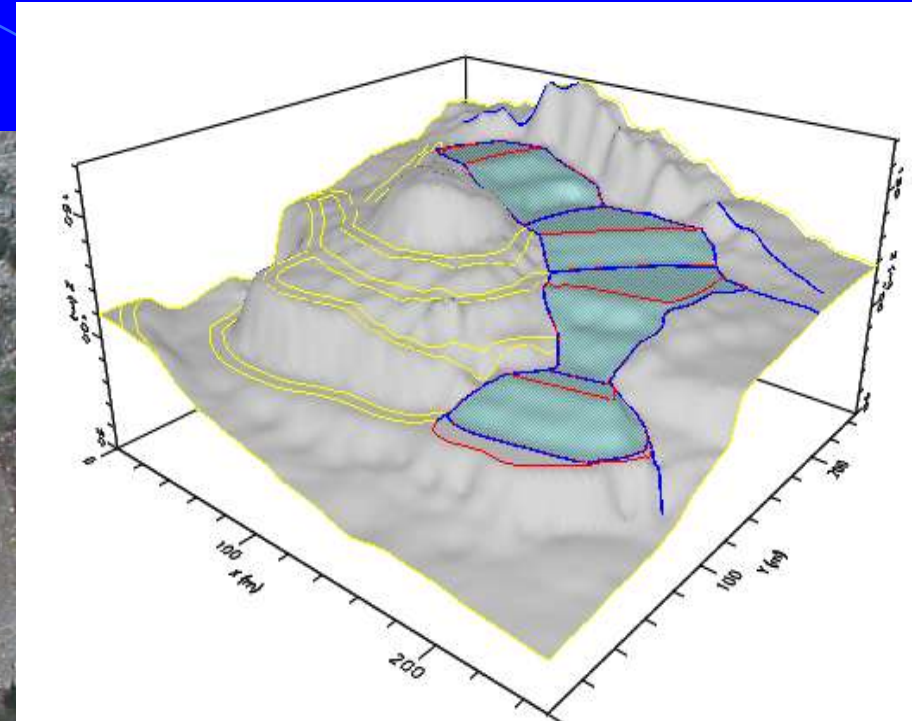
## 7. Αξιοποίηση στην αποκατάσταση παλιών μεταλλείων

Σύμφωνα με γεωτεχνική μελέτη, η πλήρωση παλαιών μεταλλείων με ΚΒ μπορεί να επιτευχθεί με βάση τα παρακάτω:

- ✓ Τοποθέτηση ΚΒ σε στρώσεις των 25-30cm
- ✓ Ελεγχόμενη συμπύκνωση των ΚΒ
- ✓ Κάλυψη με στείρα
- ✓ Φυτοκάλυψη



# 7. Αξιοποίηση στην αποκατάσταση μεταλλείων



Μεταλλείο περιοχής Κλεισούρας





# ΦΙΛΤΡΟΠΡΕΣΣΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ ΒΩΞΗΤΗ (ΚΒ)



# ΦΙΛΤΡΟΠΡΕΣΣΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ ΒΩΞΙΤΗ (ΚΒ)

Με στόχο την προώθηση των παραπάνω εφαρμογών :

- Το έτος 2006 εγκαταστάθηκε στην ΑτΕ , το πρώτο φίλτρο υψηλής πίεσης (φιλτρόπρεσσα) με το οποίο διηθούνται τα ΚΒ και παραλαμβάνονται ως στερεό προϊόν με ποσοστό υγρασίας ~ 26%.
- Το φίλτρο αυτό με διηθητική επιφάνεια 750 m<sup>2</sup> είναι το μεγαλύτερο του είδους στη βιομηχανία και έχει τη δυναμικότητα διήθησης περίπου της μισής ποσότητας των ΚΒ.
- Στα τέλη του 2008 εγκαταστάθηκε και 2η φιλτρόπρεσσα με τα ίδια χαρακτηριστικά.

