

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ**



**ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ, ΧΡΥΣΟΥ ΚΑΙ ΝΙΚΕΛΙΟΥ ΤΗΝ ΕΠΟΜΕΝΗ ΔΕΚΑΕΤΙΑ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Ε. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ

Εξεταστική επιτροπή:
Κωνσταντίνος Κορνίτσας, Αναπλ. Καθηγητής (επιβλέπων)
Ζαχαρίας Αγιουτάντης, Καθηγητής
Ηλίας Σταμπολιάδης, Αναπλ. Καθηγητής

**Χανιά
Νοέμβριος, 2005**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας με θέμα 'ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ, ΧΡΥΣΟΥ ΚΑΙ ΝΙΚΕΛΙΟΥ ΤΗΝ ΕΠΟΜΕΝΗ ΔΕΚΑΕΤΙΑ' είναι η παράθεση της κατάστασης της μεταλλουργικής βιομηχανίας αλουμινίου, χρυσού και νικελίου στην Ελλάδα και διεθνώς, καθώς και οι προοπτικές που διαφαίνονται από την υφιστάμενη λειτουργία μεταλλουργικών βιομηχανικών μονάδων στη χώρα μας.

Συγκεκριμένα στην εργασία αυτή, για κάθε μία περίπτωση παρατίθενται στοιχεία που αφορούν γενικά το κάθε μέταλλο, την παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση, η διακύμανση των ονομαστικών και αποπληθωρισμένων τιμών για το κάθε μέταλλο από το 1983 ως το 2004, τις μεθόδους παραγωγής κάθε μετάλλου και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τους τρόπους αντιμετώπισης τους. Επίσης παρατίθενται στοιχεία για τις κύριες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην χώρα μας σε κάθε κλάδο ξεχωριστά.

Στην συνέχεια αυτής της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι προοπτικές για τους κλάδους της μεταλλουργίας αλουμινίου, χρυσού και νικελίου στην Ελλάδα. Κατόπιν γίνεται παρουσίαση των προτάσεων για μελλοντική ανάκαμψη της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας. Τέλος μετά την ανάπτυξη και αυτού του κεφαλαίου ακολουθεί παράρτημα, στο οποίο παρουσιάζεται η Κοινοτική νομοθεσία για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης στην βιομηχανία, η οποία εκδόθηκε από την Ε.Ε ως οδηγία 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Μετά το πέρας της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα πρώτα από όλους να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Κορνίτσα Κωνσταντίνο για την στήριξη και την κατανόησή του στην προσπάθειά μου για την συγγραφή αυτής της διπλωματικής εργασίας και κατ' επέκταση για την καλή και εποικοδομητική συνεργασία που είχαμε. Ευχαριστώ επίσης τον κ. Αγιουτάντη Ζαχαρία, Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης και κ. Σταμπολιάδη Ηλία, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης, που δέχθηκαν να διορθώσουν τη διπλωματική μου εργασία και που συμμετείχαν στην εξεταστική επιτροπή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια.

Ιωαννίδης Βασίλειος

Χανιά, Νοέμβριος 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	i
Πρόλογος	ii
Πίνακας περιεχομένων	iii
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	3
2.1 Γενικά στοιχεία	3
2.2 Ελληνική βιομηχανία αλουμινίου	4
2.2.1 Βωξίτης	6
2.2.2 Εγκαταστάσεις της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ'	6
2.2.3 Δυναμικότητα της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ'	7
2.2.4 Μέθοδοι παραγωγής προϊόντων της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ'	7
2.2.4.1 Αλουμίνα	7
2.2.4.2 Αλουμίνιο	9
2.2.5 Πωλήσεις της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ'	10
2.2.5.1 Αλουμίνα	10
2.2.5.2 Αλουμίνιο	10
2.2.6 Περιβαλλοντικά θέματα της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ'	11
2.3 Παγκόσμια βιομηχανία αλουμινίου	14
2.3.1 Παραγωγή και κατανάλωση	14
2.3.2 Εταιρείες παραγωγής	17
2.3.3 Περιβαλλοντικά θέματα	17
2.3.4 Διεργασίες παραγωγής αλουμινίου	19
2.3.4.1 Πρωτογενές αλουμίνιο	19
2.3.4.2 Δευτερογενές αλουμίνιο	21
2.4 Προοπτικές της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας αλουμινίου	25
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΧΡΥΣΟΣ	30
3.1 Γενικά στοιχεία	30
3.2 Παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση	30
3.3 Μεταλλουργία χρυσού και περιβαλλοντικές επιπτώσεις	34
3.4 Ο Ελληνικός χρυσός	43
3.5 'TVX HELLAS A.E.'	45
3.5.1 Γενικά στοιχεία	45
3.5.2 Επιλογή τεχνολογίας	47
3.5.3 Περιβαλλοντικά θέματα της 'TVX HELLAS A.E.'	48
3.5.4 Αναμενόμενα κοινωνικοοικονομικά οφέλη	51
3.6 Προοπτικές της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας χρυσού	52
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΝΙΚΕΛΙΟ	56
4.1 Γενικά στοιχεία	56
4.2 Ελληνική βιομηχανία νικελίου	58
4.2.1 Γενικά για την εταιρεία	58
4.2.2 Εργοτάξια	59
4.2.3 Μεταλλουργική επεξεργασία λατεριτών	61
4.2.4 Προϊόντα και παραπροϊόντα	65
4.2.5 Περιουσιακά στοιχεία	66
4.2.6 Μεταλλευτικά αποθέματα	66

4.2.7 Περιβαλλοντικά θέματα της ‘ΛΑΡΚΟ’	67
4.3 Παγκόσμια βιομηχανία αλουμινίου	70
4.3.1 Παραγωγή και κατανάλωση	70
4.3.2 Εταιρείες παραγωγής.....	75
4.3.3 Περιβαλλοντικά θέματα	76
4.3.4 Διεργασίες για την παραγωγή νικελίου.....	76
4.4 Προοπτικές της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας νικελίου	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	89

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Μεταλλουργία είναι το μέρος της επιστήμης των υλικών που ασχολείται με τα μέταλλα. Η Μεταλλουργία χωρίζεται σε τρεις κλάδους (Μπαντέκα, 1991):

- Χημική Μεταλλουργία
- Φυσική Μεταλλουργία ή Μεταλλογνωσία
- Μηχανική Μεταλλουργία

Η Χημική Μεταλλουργία περιλαμβάνει την εξαγωγική Μεταλλουργία δηλαδή την παραγωγή των μετάλλων από τα μεταλλεύματα, καθώς και το καθαρισμό τους και την κραματοποίησή τους (Μπαντέκα, 1991).

Η Φυσική Μεταλλουργία ή Μεταλλογνωσία μελετάει τη φύση, τη δομή, τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των μετάλλων, καθώς και τον τρόπο για να μεταβληθούν αυτές οι ιδιότητες. Η Φυσική Μεταλλουργία περιλαμβάνει ακόμη την μεταλλογραφία, που με την βοήθεια του μεταλλογραφικού μικροσκοπίου και της περίθλασης των ακτίνων -X μελετάει τη δομή των μετάλλων και κραμάτων και δίνει ένα τρόπο για συσχέτιση της δομής με τις μηχανικές και φυσικές ιδιότητες (Μπαντέκα, 1991).

Η Μηχανική Μεταλλουργία ασχολείται με την κατεργασία και τη διαμόρφωση των μετάλλων κατά τη χύτευση, σφυρηλάτηση, έλαση και διέλαση. Οι τρεις κλάδοι της Μεταλλουργίας είναι αλληλένδετοι (Μπαντέκα, 1991).

Η ανάπτυξη της μεταλλουργίας και κατ' επέκταση της μεταλλουργικής βιομηχανίας της χώρας μας αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την περαιτέρω οικονομική της ανάπτυξη.

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχει γίνει σημαντική προσπάθεια για την ανάπτυξης της μεταλλουργικής βιομηχανίας. Τα ευεργετικά αποτελέσματα στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας είναι προφανή (εισαγωγή συναλλάγματος, ενεργοποίηση της βιομηχανοποίησης, ανάπτυξη τεχνολογίας, δημιουργία θέσεων εργασίας, αποκέντρωση, κλπ).

Στον κλάδο της μεταλλουργίας απασχολούνται στην μείζονα βιομηχανία 8.500 άτομα σε 75 μεγάλες παραγωγικές μονάδες. Οι κλάδοι της εξόρυξης και της μεταλλουργίας αν και μικροί σε εύρος, είναι σημαντικοί για την εθνική μας οικονομία. Το 60% περίπου του κύκλου εργασιών του κλάδου επιτελείται από πέντε εταιρείες

εξόρυξης. Ο βωξίτης τα τελευταία χρόνια είναι το πιο σημαντικό από τα ελληνικά ορυκτά. Άλλα σημαντικά μέταλλα ήταν ο χρωμίτης, ο χρυσός, ο σίδηρος, ο μόλυβδος, το νικέλιο και ο ψευδάργυρος. Το αλουμίνιο παράγεται από εγχώριες πηγές βωξίτη και αλουμίνας. Ο χάλυβας που παράγεται προέρχεται κυρίως από εισαγόμενο scrap. Η Ελλάδα είναι η μεγαλύτερη παραγωγός βωξίτη και νικελίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε). Παρόλα αυτά θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο τομέας των βιομηχανικών ορυκτών θεωρείται σήμερα πιο σημαντικός για την εθνική οικονομία σε σχέση με τον τομέα της μεταλλουργίας (Newman, 1999).

Η παραγωγή των ορυκτών προϊόντων στην Ελλάδα είναι συνδεδεμένη με την αγορά των εξαγωγών. Οι εξαγωγές ορυκτών, όπως του βωξίτη και του νικελίου αποτελούν σημαντικό μέρος του συνολικού εισοδήματος. Εντούτοις, τα τελευταία χρόνια η σημασία του κλάδου αυτού για την εθνική οικονομία γίνεται όλο και μικρότερη (Newman, 1999).

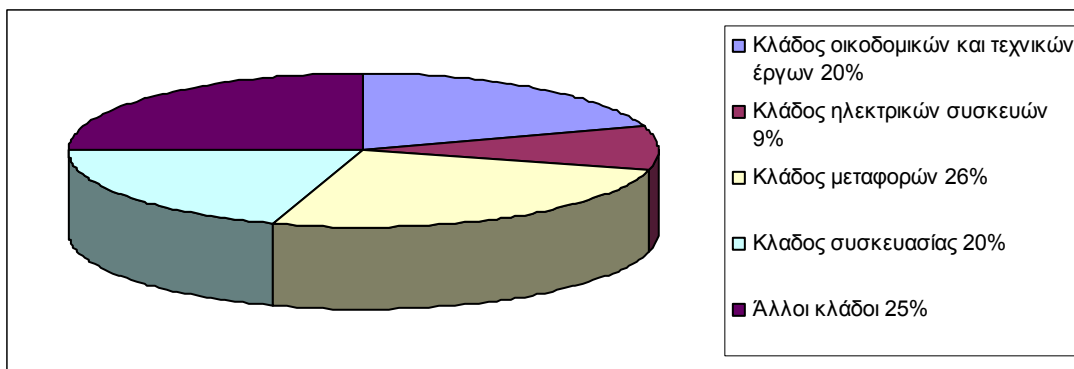
Στην Ελλάδα στον κλάδο της μεταλλουργίας δραστηριοποιούνται σημαντικές εταιρείες, οι οποίες με την επέκταση των δραστηριοτήτων τους τα τελευταία χρόνια έχουν συνεισφέρει στην ανάπτυξη του κλάδου. Έτσι για τον κλάδο του αλουμινίου αυτή η εταιρεία είναι η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ', η οποία ανήκει στην εταιρεία 'ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΣ Α.Ε - ΟΜΙΛΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ'. Η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ' είναι η μοναδική παραγωγός πρωτογενούς αλουμινίου στην Ελλάδα. Όσον αφορά τον κλάδο του νικελίου αυτή είναι η 'ΛΑΡΚΟ', η οποία με την σειρά της είναι κύρια παραγωγός σιδηρονικελίου στην Ελλάδα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι δραστηριότητες για την μεταλλουργία χρυσού ουδέποτε υπήρξαν. Είναι γνωστό ότι στην περιοχή της Χαλκιδικής δραστηριοποιούταν η Καναδική εταιρεία 'TVX GOLD INC', της οποίας θυγατρική ήταν η 'TVX HELLAS'. Σήμερα τα μεταλλεία στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής έχουν αναστείλει την λειτουργία τους, εξ' αιτίας αντιδράσεων εκ μέρους της τοπικής κοινωνίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι για την περίπτωση της 'TVX HELLAS' είχαν δημοσιευθεί άρθρα, μελέτες και είχαν γίνει σχεδιασμοί για την δημιουργία εργοστασίου χρυσού. Δυστυχώς όμως κάτι τέτοιο δεν υλοποιήθηκε, καθώς όπως αναφέρθηκε στο εν λόγω μεταλλείο ανεστάλησαν όλες οι μεταλλευτικές δραστηριότητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

2.1 Γενικά στοιχεία

Το αλουμίνιο είναι ένα μέταλλο με μεγάλο εύρος εφαρμογών στους κλάδους των οικοδομικών και τεχνικών έργων, μεταφορών και συσκευασίας, στις ηλεκτρικές συσκευές και στους τομείς της γεωργίας και της μηχανολογίας. Είναι ελαφρύ, έχει καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και σχηματίζει ένα επιφανειακό στρώμα οξειδίων όταν εκτίθεται στον αέρα, που αποτρέπει την περαιτέρω διάβρωση. Τέλος, το αλουμίνιο είναι ιδιαίτερα αντιδραστικό ιδιαίτερα υπό μορφή σκόνης (<http://eippcb.jrc.es/>).

Στο σχήμα 2.1 απεικονίζονται οι κύριες χρήσεις του αλουμινίου.



Σχήμα 2.1:Κύριες χρήσεις του αλουμινίου (<http://www.addgr.com/>).

Η βιομηχανία αλουμινίου είναι η νεώτερη και η μεγαλύτερη από τις βιομηχανίες μη-σιδηρούχων μετάλλων. Στην Ε.Ε αντιπροσωπεύει άμεσα ένα εργατικό δυναμικό περίπου 200.000 ανθρώπων και ο ετήσιος κύκλος εργασιών της είναι της τάξεως των 25 δισεκατομμυρίων Ευρώ (<http://eippcb.jrc.es/>).

Το πρωτογενές αλουμίνιο παράγεται από τον βωξίτη που μετατρέπεται σε αλουμίνα. 100 τόνοι βωξίτη παράγουν 40 -50 τόνους αλουμίνας (οξείδιο του αλουμινίου) που παράγει 20-25 τόνους αλουμίνιο. Το μεγαλύτερο μέρος του βωξίτη στη συνέχεια εξορύσσεται εκτός Ευρώπης, αλλά υπάρχουν και αρκετές μονάδες παραγωγής εντός της Ευρώπης (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η βιομηχανία δευτερογενούς αλουμινίου βασίζεται σε πηγές από scrap (scrap είναι όλα τα υλικά που προκύπτουν από μεταλλικά αντικείμενα ή κατασκευές). Το scrap διαιρείται σε 'Νέο Scrap' που παράγεται κατά τη διάρκεια της παραγωγής και της

κατασκευής επεξεργασμένων προϊόντων και προϊόντων χύτευσης και 'Παλαιό Scrap', το οποίο ανακτάται από υλικά στο τέλος της χρήσιμης ζωής τους. Το ποσοστό ανακύκλωσης του 'Νέου Scrap' είναι 100% της ποσότητας που παράγεται. Η παροχή πρώτων υλών στην βιομηχανία πρωτογενούς και δευτερογενούς αλουμινίου στην Ε.Ε καλύπτεται κατά ένα μεγάλο μέρος από την εσωτερική παραγωγή αλουμίνας και την ανακύκλωση scrap. Εντούτοις, η συνολική παραγωγή αλουμινίου, υπολείπεται των αναγκών της βιομηχανίας και σήμερα ικανοποιεί μόνο το 55% των αναγκών της Ε.Ε. (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τα τελευταία χρόνια στην βιομηχανία έχουν ληφθεί πρωτοβουλίες για την βελτίωση της επιστροφής του scrap αλουμινίου. Η ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων κουτιών αναψυκτικών είναι ένα παράδειγμα. Το υλικό που συλλέγεται ανακυκλώνεται για την παραγωγή κουτιών αναψυκτικών με τις ίδιες προδιαγραφές. Αρκετή προσοχή δίνεται από την βιομηχανία δευτερογενούς αλουμινίου στην παραγωγή επιθυμητής σύστασης κραμάτων, ενώ σημαντική θεωρείται και η προταξινόμηση των τύπων του scrap (<http://eippcb.jrc.es/>).

Όσον αφορά το κύριο κόστος του παραγόμενου πρωτογενούς αλουμινίου, αυτό είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Έτσι η παραγωγή αλουμινίου τείνει να επικεντρωθεί σε χώρες, όπου είναι διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια χαμηλού κόστους. Η ευρωπαϊκή βιομηχανία αλουμινίου έχει καταβάλει ιδιαίτερες προσπάθειες για την μείωση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας, κάτι το οποίο και τελικά πέτυχε με την πάροδο των ετών. Η παραγωγή και ο καθαρισμός του δευτερογενούς αλουμινίου απαιτεί πολύ λιγότερη ενέργεια και η κατανάλωση είναι λιγότερη από το 5% της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή του πρωτογενούς αλουμινίου (<http://eippcb.jrc.es/>).

2.2 Ελληνική βιομηχανία αλουμινίου

Η κύρια εταιρεία παραγωγής αλουμινίου στην Ελλάδα, όπως προαναφέρθηκε είναι η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', η οποία είναι αρκετά αναπτυγμένη και ισχυρή παγκοσμίως (<http://www.alhellas.gr/>).

Η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Β.Ε.Α.Ε', ιδρύθηκε το 1960, με στόχο την αξιοποίηση των σημαντικών ελληνικών κοιτασμάτων βωξίτη, για την παραγωγή αλουμίνας και αλουμινίου. Η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' άνηκε τα τελευταία χρόνια στην πολυεθνική εταιρεία 'ALCAN'. Στις αρχές του 2005 ολοκληρώθηκε η εξαγορά του

πλειοψηφικού ποσοστού που κατείχε η 'ALCAN' στην 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' από την εταιρεία 'ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΣ Α.Ε – ΟΜΙΛΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ'. Η συμφωνία για την εξαγορά είχε αρχικώς ανακοινωθεί στις 29/12/04 και ακολούθησε η έγκριση της Επιτροπής ανταγωνισμού καθώς και του Υπουργείου Ανάπτυξης για την εκτέλεση της συναλλαγής (<http://www.alhellas.gr/>).

Πριν από την συναλλαγή η 'ALCAN' κατείχε περίπου 13 εκατ. μετοχές της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', δηλαδή ποσοστό 60,2% του μετοχικού κεφαλαίου της εταιρείας. Σύμφωνα με τους όρους της συμφωνίας η 'ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΣ Α.Ε – ΟΜΙΛΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ' και προς τούτο συνδεδεμένα άτομα απέκτησαν το 53% του μετοχικού κεφαλαίου της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' από την 'ALCAN'. Επίσης συμφωνήθηκε ότι η 'ALCAN' θα συνεχίσει να παρέχει προς την 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' συγκεκριμένα προϊόντα και υπηρεσίες, όπως βωξίτη, αλλά και τεχνική και βιομηχανική υποστήριξη, ενώ υλοποιήθηκε και η απόκτηση από τον 'ΟΜΙΛΟ ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΥ' των συμφωνιών αγοράς της αλουμίνιας. Η συνολική αξία της συναλλαγής προσεγγίζει το ποσό των 79,5 εκατ. Ευρώ (<http://www.alhellas.gr/>).

Για το υπόλοιπο 7,2% της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' που κατέχει η 'ALCAN', παρέχεται στην τελευταία η δυνατότητα να εξασκήσει δικαίωμα πώλησης (put option) στην 'ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΣ Α.Ε' με χρόνο εξάσκησης 12-15 μήνες από την 15^η Μαρτίου 2005 (<http://www.alhellas.gr/>).

Η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' απασχολεί 1.288 υπαλλήλους εκ των οποίων οι 138 εργάζονται στην 100% θυγατρική της μεταλλευτική εταιρεία 'ΔΕΛΦΟΙ – ΔΙΣΤΟΜΟΝ Α.Ε', ενώ έχει συμμετοχές και στις εταιρείες επεξεργασίας αλουμινίου 'ΕΛΒΑΛ' (2,08%) και 'ΒΙΟΧΑΛΚΟ' (0,88%) (<http://www.alhellas.gr/>).

Η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' αποτελεί μια από τις σημαντικότερες εταιρείες του βιομηχανικού κλάδου μεταποίησης του αλουμινίου στην Ελλάδα (<http://www.alhellas.gr/>).

Ο κλάδος αυτός απασχολεί, άμεσα και έμμεσα, περίπου 40.000 άτομα, μεταποιεί περισσότερους από 250.000 τόνους αλουμινίου κάθε χρόνο, πραγματοποιεί κύκλο εργασιών που υπερβαίνει τα 2 δισεκατομμύρια Ευρώ, ποσό που αντιπροσωπεύει το 1,7% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος για το 2004 (<http://www.alhellas.gr/>).

Οι πωλήσεις της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' κατά το 2004 ανήλθαν σε 357,3 εκατ. Ευρώ (<http://www.alhellas.gr/>).

2.2.1 Βωξίτης

Ο βωξίτης, οφείλει την ονομασία του στην πόλη Baux της Γαλλίας, όπου για πρώτη φορά εντοπίστηκαν κοιτάσματά του. Είναι ιζηματογενές πέτρωμα, μίγμα μεταλλικών οξειδίων και είναι το βασικό μέταλλευμα για την παραγωγή του αλουμινίου. Σχηματίστηκε σε μια γεωλογική περίοδο πριν από 200 - 100 εκ. χρόνια. Τα σημαντικότερα γνωστά κοιτάσματα στην Ελλάδα βρίσκονται στη Στερεά Ελλάδα (ζώνη Ελικώνα – Παρνασσού – Γκιώνας) και εκτιμώνται σε περίπου 100 εκ. τόνους (<http://www.alhellas.gr/>).

Ένα μέσο δείγμα ελληνικού βωξίτη περιέχει:

- 50 - 60% οξείδιο του αλουμινίου (αλουμίνη) ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- 18 - 25% οξείδιο του σιδήρου (Fe_2O_3)
- 2 - 4% οξείδιο του πυριτίου (SiO_2)
- 2 - 4% οξείδιο του τιτανίου (TiO_2)
- 1 - 3% ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3)
- 6 - 10% νερό (H_2O)

Χαρακτηριστικό των βωξιτών αυτού του τύπου (βαιμίτες) που απαντώνται και σε άλλες χώρες π.χ Κίνα, Γαλλία, Ουγγαρία είναι η δυσκολία επεξεργασίας τους που οφείλεται κυρίως στη σκληρότητά τους. Τεράστια κοιτάσματα βωξίτη υπάρχουν επίσης στην Αφρική (Γουινέα), Αυστραλία, Ινδία, Τζαμάικα, Βραζιλία (<http://www.alhellas.gr/>).

Σε όλο το κόσμο εξορύσσονται ετήσια δεκάδες εκατομμύρια τόνοι βωξίτη που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για την παραγωγή αλουμίνιας. Μικρές σχετικά ποσότητες χρησιμοποιούνται στη μεταλλουργία και για την παραγωγή ειδικών τσιμέντων (<http://www.alhellas.gr/>).

Η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', προμηθεύεται τις μεγαλύτερες ποσότητες βωξίτη από τη θυγατρική Ανώνυμο Μεταλλευτική Εταιρεία 'Δελφοί – Δίστομο'.

2.2.2 Εγκαταστάσεις της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ'

Το βιομηχανικό συγκρότημα της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' βρίσκεται στον Άγιο Νικόλαο Βοιωτίας, στη βόρεια ακτή του Κορινθιακού κόλπου. Η θέση αυτή συνδυάζει τη γειτονία με τα σημαντικά κοιτάσματα βωξίτη της Βοιωτίας και Φωκίδας, την

ευκολία θαλάσσιας επικοινωνίας και την διακριτική ένταξη στο περιβάλλον (<http://www.alhellas.gr/>).

Εγκατεστημένο σε μια περιοχή πλούσια σε κοιτάσματα βωξίτη το βιομηχανικό συγκρότημα της εταιρείας περιλαμβάνει (<http://www.alhellas.gr/>):

- μονάδα επεξεργασίας βωξίτη για την παραγωγή αλουμίνας
- μονάδα επεξεργασίας αλουμίνας για την παραγωγή αλουμινίου, που πλαισιώνονται από τους τομείς Συντήρησης, Ποιότητας, Ασφάλειας, Περιβάλλοντος, Επιμελητείας, Μελετών, Νέων Έργων και Ανθρώπινου Δυναμικού.

2.2.3 Δυναμικότητα της ‘ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ’

Σύμφωνα με τα στοιχεία της εταιρείας για το 2004, η εταιρεία κατεργάζεται 1.400.000 t Ελληνικού Βωξίτη και 200.000 t Τροπικού Βωξίτη και παράγει 750.000 t Αλουμίνας και 160.000 t Αλουμινίου.

Πρόκειται για σχεδόν μοναδική περίπτωση, σε παγκόσμιο επίπεδο, συνδυασμού στον ίδιο χώρο μονάδας παραγωγής αλουμίνας και μονάδας παραγωγής αλουμινίου (<http://www.alhellas.gr/>).

Τα εργοστάσια παραγωγής αλουμίνας κατασκευάζονται κοντά στα κοιτάσματα βωξίτη ενώ τα εργοστάσια αλουμινίου κοντά σε μεγάλα ηλεκτροπαραγωγικά κέντρα. Η συνύπαρξη των στοιχείων αυτών, στην περίπτωση της ‘ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ’, αποτελεί θετικό παράγοντα ανταγωνιστικότητας (<http://www.alhellas.gr/>).

2.2.4 Μέθοδοι παραγωγής προϊόντων της ‘ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ’

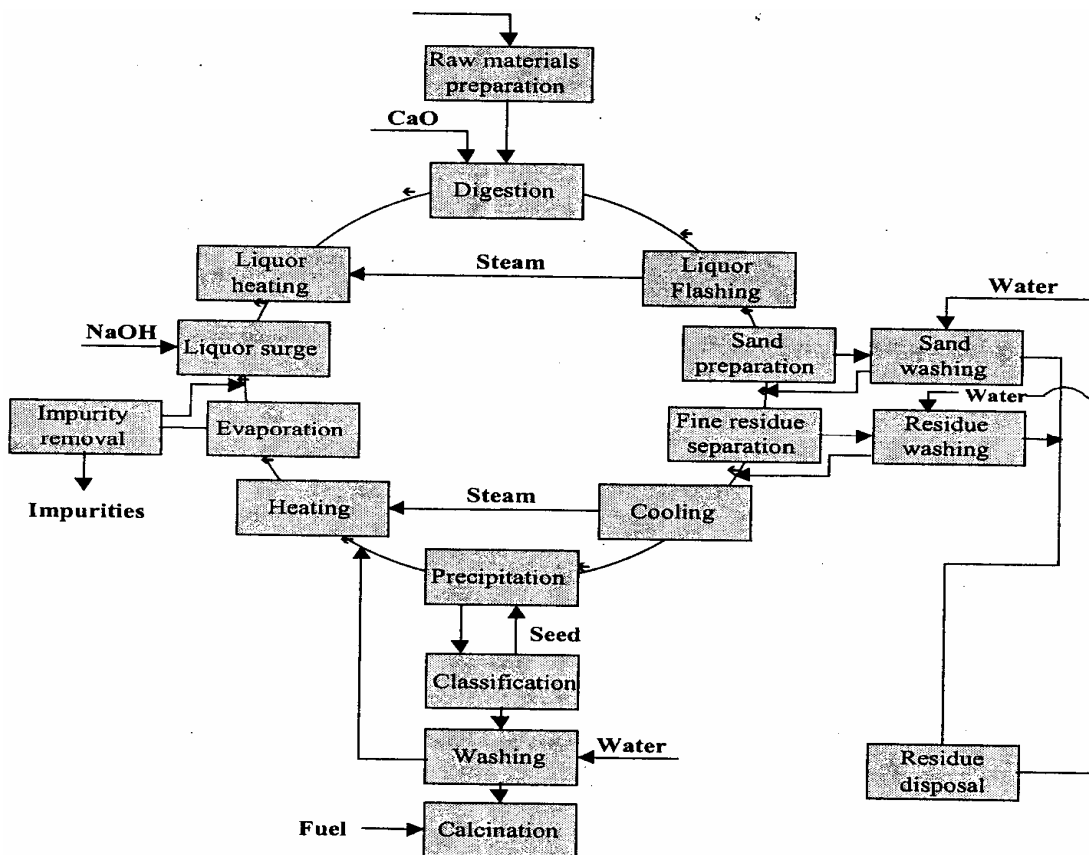
2.2.4.1 Αλουμίνα

Για το διαχωρισμό της αλουμίνας από τα άλλα συστατικά του βωξίτη, χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο η μέθοδος Bayer (εκχύλιση υπό πίεση). Αρχικά ο βωξίτης θραύεται και λειοτριβείται σε πολύ λεπτή κοκκομετρία. Στη συνέχεια αναμιγνύεται με ποσότητες πυκνού διαλύματος καυστικής σόδας. Το μίγμα αυτό θερμαίνεται με την βοήθεια ατμού σε θερμοκρασία 250°C. Έτσι, η αλουμίνα διαλυτοποιείται δημιουργώντας σύμπλοκο με την καυστική σόδα. Τα άλλα αδρανή κατάλοιπα του βωξίτη που παραμένουν αδιάλυτα, διαχωρίζονται με καθίζηση και

απορρίπτονται.

Το πυκνό διάλυμα της ένωσης της αλουμίνας με τη σόδα (αργιλικό νάτριο), αραιώνεται και ψύχεται με την προσθήκη νερού, οπότε διαχωρίζεται στα συστατικά του: Αραιό διάλυμα σόδας, που συμπυκνώνεται με εξάτμιση και χρησιμοποιείται ξανά για την επεξεργασία νέων ποσοτήτων βωξίτη. Ένυδρη αλουμίνα, που, με τη μορφή λεπτών λευκών κόκκων, συγκρατείται σε ειδικά φίλτρα (<http://www.alhellas.gr/>).

Η αλουμίνα στη συνέχεια υφίσταται φρύξη σε φούρνους σε θερμοκρασία 1300°C για να αφαιρεθεί η υγρασία και το κρυσταλλικό νερό που περιέχει. Η άνυδρη πλέον αλουμίνα χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλουμινίου. Στο σχήμα 2.2 αποτυπώνεται το διάγραμμα ροής της παραγωγής αλουμίνης από βωξίτη.



Σχήμα 2.2: Διάγραμμα ροής παραγωγής αλουμίνης από βωξίτη (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η αλουμίνα είναι σημαντικό ελληνικό βιομηχανικό προϊόν και παράγεται με επεξεργασία του βωξίτη με την μέθοδο Bayer. Η μονάδα αλουμίνης της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ 'ΕΛΛΑΔΟΣ' έχει ετήσια δυναμικότητα 750.000 τόνων αλουμίνης (<http://www.alhellas.gr/>).

Οι μεγαλύτερες ποσότητες από την αλουμίνα που παράγεται παγκοσμίως χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αλουμινίου. Μικρές ποσότητες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή λειαντικών και μονωτικών υλών, φαρμάκων και για την επεξεργασία του πόσιμου νερού (<http://www.alhellas.gr/>).

2.2.4.2 Αλουμίνιο

Η βιομηχανική παραγωγή αλουμινίου πραγματοποιείται με ηλεκτρόλυση της αλουμίνας (μέθοδος Hall Heroult), μέσα σε ειδικά δοχεία, τις λεκάνες ηλεκτρόλυσης. Η λεκάνη ηλεκτρόλυσης αποτελείται από ένα χαλύβδινο δοχείο, που φέρει εσωτερικά στρώσεις από πυρίμαχη επένδυση. Η επένδυση αυτή έχει καλυφθεί με πλάκες από άνθρακα (<http://www.alhellas.gr/>).

Ο χώρος του δοχείου με την επένδυση, πληρώνεται με ρευστό φθοριούχο άλας (κρυόλιθο) σε θερμοκρασία 1100°C. Με τη βοήθεια μιας αυτοματοποιημένης διάταξης, διοχετεύεται μέσα στον τετηγμένο κρυόλιθο αλουμίνα που διαλυτοποιείται (<http://www.alhellas.gr/>).

Επάνω από τη λεκάνη, έχουν αναρτηθεί ηλεκτρόδια από άνθρακα που τα άκρα τους είναι βυθισμένα στον τετηγμένο κρυόλιθο (<http://www.alhellas.gr/>).

Μέσω των ηλεκτροδίων αυτών, διοχετεύεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα με τάση 3,8 V και ένταση 90.000 A (<http://www.alhellas.gr/>).

Το ηλεκτρικό ρεύμα διασπά την αλουμίνα, που είναι διαλυμένη μέσα στον κρυόλιθο, στα συστατικά της, δηλαδή: σε αλουμίνιο, που σε ρευστή μορφή καθιζάνει στον πυθμένα της λεκάνης και σε οξυγόνο που καίει σταδιακά τα ηλεκτρόδια (<http://www.alhellas.gr/>).

Το μέταλλο αφαιρείται από τη λεκάνη με αναρρόφηση μέσα σε ειδικό κάδο και ρευστό πάντα, μεταφέρεται στο χυτήριο, όπου μεταγγίζεται σε φούρνους. Προστίθενται στο αλουμίνιο και άλλα μέταλλα (π.χ. μαγνήσιο, πυρίτιο, τιτάνιο κλπ) για τη δημιουργία κραμάτων, που χυτεύονται στη συνέχεια σε πλάκες τομής T και κολόνες, διαφόρων διαστάσεων (<http://www.alhellas.gr/>)

2.2.5 Πωλήσεις της ‘ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ’

2.2.5.1 Αλουμίνα

Η αλουμίνα μπορεί να είναι ένυδρη ή άνυδρη, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας της: η ένυδρη αλουμίνα χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών στη χημική βιομηχανία, η άνυδρη προκύπτει από την ένυδρη με εκκαμίνευση σε υψηλή θερμοκρασία για την απομάκρυνση των περιεχομένων ποσοτήτων νερού. Αποτελεί τη βασική πρώτη ύλη για τη παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου (<http://www.alhellas.gr/>).

Η εξάπλωση των εφαρμογών του αλουμινίου έχει ως αποτέλεσμα την απορρόφηση όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων άνυδρης αλουμίνας. Περισσότερο από 80% της παγκόσμιας παραγωγής αλουμίνας αντιστοιχεί στη λεγόμενη μεταλλουργική αλουμίνα που χρησιμοποιείται στη παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου (<http://www.alhellas.gr/>).

Οι συνολικές πωλήσεις αλουμίνας της ‘ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ’ έχουν ξεπεράσει ακόμα και το 55% της συνολικής παραγωγής. Μικρές σχετικά ποσότητες διοχετεύθηκαν στην ελληνική αγορά ενώ το υπόλοιπο εξήχθη σε χώρες της Ευρώπης και της λοιπής Μεσογείου (<http://www.alhellas.gr/>).

2.2.5.2 Αλουμίνιο

Τα προϊόντα πρωτογενούς αλουμινίου που παράγονται και εμπορεύονται από την ‘ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ’ είναι:

α) Κολόνες πρωτογενούς αλουμινίου

Οι κολόνες κραμάτων αλουμινίου αποτελούν τη πρώτη ύλη στη βιομηχανία διελάσεως. Η διέλαση είναι η επεξεργασία αλουμινίου σε ειδικές πρέσες όπου το μέταλλο υποχρεώνεται να περάσει ωθούμενο με πολύ μεγάλη δύναμη από οπές που μπορεί να έχουν διάφορα σχήματα (μήτρες). Έτσι, παράγονται προϊόντα σταθερής διατομής (προφίλ) μεγάλου μήκους που, με τη σειρά τους, χρησιμοποιούνται σε πλήθος εφαρμογών στην βιομηχανία και τις κατασκευές (<http://www.alhellas.gr/>).

Οι κολόνες διελάσεως χαρακτηρίζονται από το τύπο του κράματος, το μήκος, τη διάμετρο και το είδος της θερμικής επεξεργασίας. Η ποιότητά τους επηρεάζει σημαντικά τόσο τη μεταποίηση όσο και το τελικό προϊόν (<http://www.alhellas.gr/>).

β) Πλάκες και χελώνες πρωτογενούς αλουμινίου

Οι πλάκες αλουμινίου και κραμάτων αλουμινίου αποτελούν τη πρώτη ύλη της βιομηχανίας ελάσεως. Έλαση είναι η επεξεργασία αλουμινίου σε έλαστρα όπου το μέταλλο περνά και συμπιέζεται μεταξύ ζευγών περιστρεφόμενων κυλίνδρων (<http://www.alhellas.gr/>).

Έτσι παράγονται ταινίες και ελάσματα με διάφορα πάχη, που με τη σειρά τους, χρησιμοποιούνται σε πλήθος εφαρμογών με προεξέχουσες τις κατασκευές, τη ναυπηγική και αεροναυπηγική, τη συσκευασία και τη βιομηχανία μεταφορικών μέσων (<http://www.alhellas.gr/>).

Οι πλάκες ελάσεως χαρακτηρίζονται από τον τύπο του κράματος (σύσταση και επεξεργασία), τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τον τύπο της μηχανικής επεξεργασίας (<http://www.alhellas.gr/>).

Ως προμηθευτής των μεγαλύτερων και σημαντικότερων εργοστασίων ελάσεως της ΝΑ Ευρώπης, η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' εναρμονίζεται με τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των πελατών της, που υπαγορεύονται από τη διαρκή εξέλιξη της τεχνολογίας ελάσεως. Η παραγωγή χελωνών αλουμινίου με τομή σχήματος T στο εργοστάσιο του Αγίου Νικολάου, έχει μειωθεί σημαντικά κατά τα τελευταία χρόνια και αντιστοιχεί πλέον σε μικρό μέρος των πωλήσεων. Πρόκειται για προϊόν που προορίζεται για ανάτηξη και στην συνέχεια παραγωγή χυτών προϊόντων (<http://www.alhellas.gr/>).

Ονομάζεται πρωτογενές το αλουμίνιο που παράγεται από την ηλεκτρόλυση της άνυδρης αλουμίνης, σε αντιδιαστολή με το δευτερογενές αλουμίνιο που ανακτάται από ανακύκλωση (ανάτηξη) μεταχειρισμένων προϊόντων και απορριμμάτων από αλουμίνιο (<http://www.alhellas.gr/>).

2.2.6 Περιβαλλοντικά θέματα της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ'

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά θέματα του εργοστασίου της εταιρείας στον Αγ. Νικόλαο Βοιωτίας είναι:

α) Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHGs)

Το πρωτογενές αλουμίνιο παράγεται από την αλουμίνα με την μέθοδο της ηλεκτρόλυσης. Η κάθοδος που είναι τοποθετημένη στον πυθμένα της ηλεκτρολυτικής λεκάνης καλύπτεται από ένα λουτρό αλουμίνας με φθοριούχο αλουμίνιο και κρυόλιθο μέσα στον οποίο εισέρχεται και η κάθοδος από άνθρακα. Κατά την διάρκεια της ηλεκτρόλυσης, το οξυγόνο που περιέχεται στην αλουμίνα αντιδρά με τον άνθρακα της ανόδου και παράγεται μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα (<http://www.alhellas.gr/>).

Στη διάρκεια της ηλεκτρόλυσης και όταν, λόγω μείωσης της συγκέντρωσης της αλουμίνας στο λουτρό, συμβαίνει το 'ανοδικό φαινόμενο' παράγονται επίσης υπερφθοράνθρακες (CF_4 και C_2F_6) αέρια σημαντικά για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι χαρακτηριστικό ότι 1 μετρικός τόνος CF_4 ισοδυναμεί με 6.500 μετρικούς τόνους CO_2 , ενώ 1 μετρικός τόνος C_2F_6 ισοδυναμεί με 9.200 τόνους CO_2 . Η μείωση των εκπομπών αυτών των υπερφθορανθράκων είναι δυνατή με έλεγχο της συχνότητας και της διάρκειας του ανοδικού φαινομένου (<http://www.alhellas.gr/>).

Άλλες πηγές διοξειδίου του άνθρακα είναι η καύση μαζούτ στον τομέα της αλουμίνας (παραγωγή ατμού, λειτουργία φούρνων διαπύρωσης) και κοκ πετρελαίου στις εγκαταστάσεις των ανόδων (<http://www.alhellas.gr/>).

β) Εκπομπές φθορίου, διοξειδίου του θείου (SO_2), οξειδίων του αζώτου (NO_x) και αρωματικών πολυκυκλικών υδρογονανθράκων (PAHs)

Οι εκπομπές φθορίου προκαλούνται κατά την ηλεκτρόλυση της αλουμίνας στις λεκάνες. Τα εκλυόμενα αέρια διοχετεύονται σε κέντρο επεξεργασίας αερίων, όπου καθαρή (μη φθοριωμένη) αλουμίνα απορροφά το φθόριο των αερίων. Ο στόχος να διατηρηθούν οι εκπομπές φθορίου χαμηλότερες από τα 2 kg ανά μετρικό τόνο αλουμινίου επιτυγχάνεται με έλεγχο της διάρκειας ανοίγματος των σκέπαστρων των λεκανών και την αποφυγή διαρροών από τα κλειστά σκέπαστρα (<http://www.alhellas.gr/>).

Οι εκπομπές SO_2 και NO_x προέρχονται από τη καύση κοκ πετρελαίου στις εγκαταστάσεις παραγωγής αλουμίνας. Όταν είναι οικονομικά εφικτό, χρησιμοποιούνται καύσιμο και πρώτες ύλες με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο για τη μείωση των εκπομπών αυτών (<http://www.alhellas.gr/>).

Οι αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες παράγονται στην μονάδα παραγωγής ανόδων (<http://www.alhellas.gr/>).

γ) Κατάλοιπα βωξίτη

Τα κατάλοιπα βωξίτη αποτελούν το υπόλειμμα του βωξίτη, μετά την διαλυτοποίηση της περιεχόμενης σε αυτόν αλουμίνας. Περιέχουν τα αδιάλυτα συστατικά του βωξίτη (οξειδία σιδήρου, τιτανίου, πυριτίου και ασβεστίου) και οδηγούνται προς απόθεση στον βυθό της θάλασσας (<http://www.alhellas.gr/>).

Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην χρήση τους στους παρακάτω τομείς:

- Τσιμεντοβιομηχανία
- Παραγωγή τούβλων και κεραμιδιών
- Βελτίωση εδαφών
- Οδοποιία
- Κάλυψη χώρων απόθεσης αποβλήτων
- Αποκατάσταση εγκαταλειμμένων μεταλλείων βωξίτη

δ) Στερεά απόβλητα

Η επένδυση των λεκανών ηλεκτρόλυσης, η οποία απομακρύνεται μετά το τέλος της διάρκειας ζωής της, αποτελεί ένα απόβλητο που χρήζει ιδιαίτερης διαχείρισης. Στην περίπτωση αυτή γίνεται προσπάθεια για την αξιοποίηση των αποβλήτων. Έτσι, τα υπολείμματα των καθοδικών ηλεκτροδίων της λεκάνης αποτελούν πρώτη ύλη στη χαλυβουργία (<http://www.alhellas.gr/>).

Ως προς την πρόληψη βιομηχανικών κινδύνων η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', έχει ενεργήσει κατάλληλα για την διασφάλιση της ποιότητας του περιβάλλοντος, στον εργασιακό χώρο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή, με πολλούς τρόπους:

- Έχει καθιερώσει πρόγραμμα παρατηρήσεων στον θαλάσσιο χώρο, στους χώρους απόθεσης των στερεών αποβλήτων, στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου.
- Έχει συντάξει σχέδια επέμβασης, διεργασίες και κανονισμούς για κάθε περίπτωση πιθανής ρύπανσης (κατά την εκφόρτωση πίσσας, μαζούτ, κοκ, κλπ).
- Έχει καθιερώσει πρόγραμμα παρατηρήσεων της χλωρίδας στην ευρύτερη περιοχή.

- Βρίσκεται σε μόνιμη συνεργασία με επιτελείο διακεκριμένων επιστημόνων (γεωπόνοι, χημικοί κλπ) καθώς επίσης και με τις ανάλογες Υπηρεσίες της Νομαρχίας Βοιωτίας αλλά και του ΥΠΕΧΩΔΕ.
- Ενημερώνεται διαρκώς για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις που αφορούν στην προστασία του Περιβάλλοντος.

Με βάση την υπάρχουσα Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', είναι εναρμονισμένη με τους Περιβαλλοντικούς Όρους που έχουν προσδιορισθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ (εκπομπές σημαντικά κατώτερες από τις επιτρεπόμενες τιμές) (<http://www.alhellas.gr/>).

Οι συνολικές επενδύσεις για αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος και την βελτίωση των συνθηκών εργασίας, κατά τα 20 τελευταία χρόνια, υπερβαίνουν τα 400.000 Ευρώ, για την εγκατάσταση και εκμετάλλευση της καλύτερης κατά περίπτωση τεχνολογίας.

Στόχος της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', σύμφωνα με την ίδια την εταιρεία, είναι να επιτύχει την πιστοποίηση του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, για την εφαρμογή του Διεθνούς Προτύπου ISO 14001.

2.3 Παγκόσμια βιομηχανία αλουμινίου

2.3.1 Παραγωγή και κατανάλωση

Η Ευρωπαϊκή βιομηχανία αλουμινίου περιλαμβάνει την εξόρυξη του βωξίτη και την παραγωγή αλουμίνας, την πρωτογενή και δευτερογενή τήξη και την επεξεργασία μετάλλων σε ημιτελή προϊόντα (π.χ. ράβδους, καλώδια, φύλλα, λεπτά ελάσματα, σωλήνες) ή εξειδικευμένα προϊόντα (π.χ. σκόνες, ειδικά κράματα) (<http://eippcb.jrc.es/>).

Στην Ε.Ε ένα σημαντικό μέρος της βιομηχανίας εστιάζει την δραστηριότητά της σε ένα συγκεκριμένο τομέα, όπως η ανακύκλωση και η δευτερογενής τήξη (<http://eippcb.jrc.es/>)

Οι βιομηχανικές μονάδες αλουμινίου της Ε.Ε παράγουν περίπου το 10% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής. Η παραγωγή αλουμινίου από δευτερογενείς πρώτες ύλες στην Ε.Ε είναι από τις υψηλότερες στον κόσμο, περίπου 1,7 εκ. τόνους. Αντιπροσωπεύει το 23% του δυτικού κόσμου σε παραγωγή από ανακυκλωμένα υλικά (<http://eippcb.jrc.es/>).

Στους πίνακες 2.1 και 2.2 παρουσιάζεται ενδεικτικά η συνολική παραγωγή και κατανάλωση πρωτογενούς και δευτερογενούς αλουμινίου σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους στην Ε.Ε για τα έτη 1998 και 1999 αντίστοιχα.

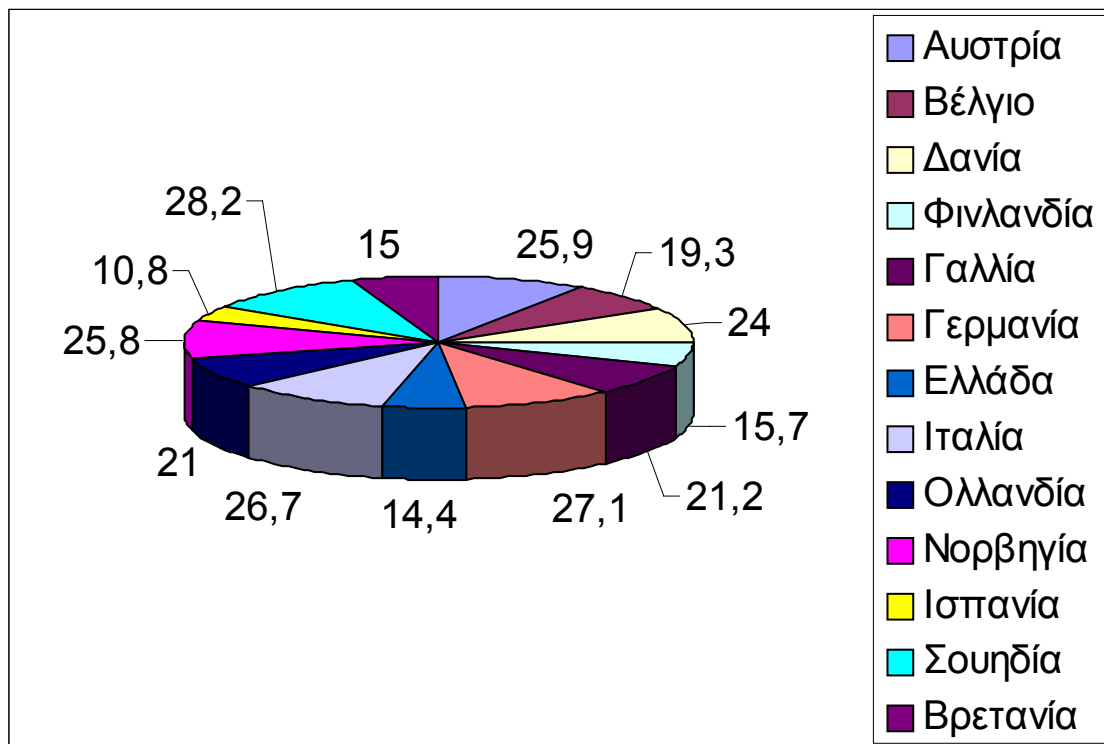
Πίνακας 2.1: Παραγωγή και κατανάλωση πρωτογενούς και δευτερογενούς αλουμινίου σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους στην Ε.Ε για το 1998 (<http://eirpcb.jrc.es/>).

	Παραγωγή	Κατανάλωση
Πρωτογενές αλουμίνιο	3,55	5,50
Δευτερογενές αλουμίνιο	1,99	5,24

Πίνακας 2.2: Παραγωγή και κατανάλωση πρωτογενούς και δευτερογενούς αλουμινίου σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους στην Ε.Ε για το 1999 (<http://eirpcb.jrc.es/>).

	Παραγωγή	Κατανάλωση
Πρωτογενές αλουμίνιο	3,72	5,66
Δευτερογενές αλουμίνιο	2,03	5,40

Στο σχήμα 2.3 παρουσιάζεται η κατανάλωση αλουμινίου κατά χώρα της Ε.Ε σε χιλιάδες μετρικούς τόνους για το έτος 1999.



Σχήμα 2.3: Κατανάλωση αλουμινίου κατά χώρα της Ε.Ε σε χιλιάδες μετρικούς τόνους για το έτος 1999 (<http://www.EAA.com/>)

Οι πρωτοπόροι στην κατανάλωση αλουμινίου στην Ε.Ε είναι η Σουηδία, η Γερμανία, η Ιταλία και η Αυστρία σε αντίθεση με την Ελλάδα, που καταλαμβάνει μία από τις τελευταίες θέσεις.

Στον πίνακα 2.3 παρουσιάζεται η παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου σε χιλιάδες μετρικούς τόνους για την περίοδο 2000-2003.

Στον πίνακα 2.4 παρουσιάζεται η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς αλουμινίου για τα έτη 2000-2002 σε χιλιάδες μετρικούς τόνους.

Πίνακας 2.3: Παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου σε χιλιάδες μετρικούς τόνους για την περίοδο 2000-2003 (<http://www.world-aluminum.org/>).

Έτος	Αφρική	Βόρεια Αμερική	Λατινική Αμερική	Ασία	Δυτική Ευρώπη	Ανατολική/Κεντρική Ευρώπη	Ωκεανία	Σύνολο
2000	1.178	6.041	2.167	2.221	3.801	3.689	2.094	21.191
2001	1.369	5.222	1.991	2.234	3.885	3.728	2.122	20.551
2002	1.372	5.413	2.230	2.261	3.928	3.825	2.170	21.199
2003	1.428	5.495	2.275	2.475	4.068	3.996	2.198	21.935

Πίνακας 2.4: Παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς αλουμινίου για τα έτη 2000-2002 σε χιλιάδες μετρικούς τόνους (Buckingham και Plunkert, 2003)

Έτος	Παγκόσμια κατανάλωση
2000	7.350
2001	6.230
2002	6.320

Στον πίνακα 2.5 παρουσιάζεται η ετήσια παγκόσμια δυναμικότητα παραγωγής πρωτογενούς αλουμινίου σε χιλιάδες τόνους. Ο όρος 'ετήσια δυναμικότητα παραγωγής' ή πραγματική παραγωγή περιλαμβάνει την δυνατότητα των υφιστάμενων μονάδων, είτε αυτές είναι σε λειτουργία είτε αν έχουν αναστείλει την λειτουργία τους και μονάδων που είναι υπό κατασκευή (<http://eippcb.jrc.es/>).

Πίνακας 2.5: Ετήσια παγκόσμια δυναμικότητα παραγωγής πρωτογενούς αλουμινίου σε χιλιάδες τόνους (<http://www.world-aluminum.org/>)

Περίοδος	Αφρική	Βόρεια Αμερική	Λατινική Αμερική	Ασία	Δυτική Ευρώπη	Ανατολική/Κεντρική Ευρώπη	Ωκεανία
Δεκέμβριος 2004	1.958	6.974	2.357	2.703	4.298	3.939	2.251
Ιούνιος 2005	1.968	6.83	2.382	2.963	4.323	3.945	2.278
Δεκέμβριος 2005	1.966	6.983	2.418	3.108	4.389	3.985	2.298
Ιούνιος 2006	1.966	7.105	2.419	3.214	4.482	3.985	2.321
Δεκέμβριος 2006	1.982	7.105	2.519	3.214	4.483	3.986	2.323

2.3.2 Εταιρείες παραγωγής

Οι σημαντικότερες από τις εταιρείες παραγωγής αλουμινίου που δραστηριοποιούνται στην Ε.Ε είναι η 'PECHINEY', η 'BAW', η 'ALCOA', η 'HOOGMOEDEN', η 'ALCAN' και η 'ALUSUISSE'. Μερικές από αυτές τις επιχειρήσεις έχουν βιομηχανικές μονάδες σε διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες ή έχουν τις θυγατρικές τους σε άλλα μέρη του κόσμου, ή είναι μέλη διεθνών κοινοπρασιών.

Ο αριθμός των εταιρειών που συμμετέχουν στη παραγωγή δευτερογενούς αλουμινίου είναι πάρα πολύ μεγαλύτερος. Υπάρχουν περίπου 200 επιχειρήσεις, των οποίων η ετήσια παραγωγή δευτερογενούς αλουμινίου είναι περισσότερη από 1000 τόνους ετησίως (<http://eippcb.jrc.es/>).

2.3.3 Περιβαλλοντικά θέματα

Τα κύρια περιβαλλοντικά θέματα που τίθενται για το πρωτογενές αλουμίνιο είναι η παραγωγή των πολυφθοριωμένων υδρογονανθράκων και των φθοριδίων κατά την ηλεκτρόλυση, η παραγωγή των στερεών αποβλήτων από τα κελιά κατά τη διάρκεια της παραγωγής της αλουμίνιας. Ομοίως για την παραγωγή του δευτερογενούς αλουμινίου

υπάρχουν πιθανές εκπομπές σκόνης και διοξινών από την ανεπαρκή λειτουργία των καμίνων και τη φτωχή καύση και την παραγωγή των στερεών αποβλήτων (χρησιμοποιημένες επενδύσεις καμίνων, σκωρία και σκόνη από φίλτρα). Η βιομηχανία έχει σημειώσει πρόοδο για την μείωση αυτών των εκπομπών, κάτι το οποίο έχει επιτευχθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων είκοσι ετών, ανάλογα με τον τύπο εκπομπής και την διεργασία που ακολουθείται (<http://eippcb.jrc.es/>).

Οι βιομηχανίες βασικών μετάλλων, όπως είναι η βιομηχανία αλουμινίου τα τελευταία χρόνια προσπαθούν να επιτύχουν όλο και περισσότερη καθαρή παραγωγή. Εντούτοις, κατά την επίτευξη καθαρότερης παραγωγής παρουσιάζονται τα εξής προβλήματα (Moors *et al.* , 1998):

- ο Οικονομικά προβλήματα

Οι οικονομικές ανάγκες μιας εταιρείας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις συμβατικές διεργασίες παραγωγής αλουμινίου. Τεράστιες επενδύσεις κεφαλαίων απαιτούνται για δραστικές τεχνολογικές αλλαγές, που περιλαμβάνουν αρκετά στάδια παραγωγής στην παραγωγή βασικών μετάλλων. Εντούτοις, οι διεργασίες που εφαρμόζονται έχουν μεγάλης κλίμακας πλεονεκτήματα και συχνά είναι πολύ επικερδείς, με αποτέλεσμα οι επενδύσεις που γίνονται να προσφέρουν κέρδη στις εταιρείες.

- ο Χαρακτηριστικά των συστημάτων

Η παραγωγή του αλουμινίου, συνδέεται άμεσα με την εξόρυξη του βωξίτη, την διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, την παραγωγή υποπροϊόντων και παραπροϊόντων, την χρήση ανακυκλωμένων μετάλλων και την επεξεργασία των υγρών και στερεών αποβλήτων και των εκπομπών αερίων. Αυτό το γεγονός απαιτεί σύνθετα βιομηχανικά συστήματα παραγωγής. Η ύπαρξη ορυχείων, παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας και ένα σύστημα φυσικής υποδομής (π.χ. ποτάμια, λιμάνια, δρόμους κ.ά), καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την παραγωγή αλουμινίου σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

- ο Υποδομή τεχνογνωσίας

Οι εταιρείες αλουμινίου έχουν συνήθως διάφορα τμήματα για διάφορους σκοπούς, όπως τμήματα που ασχολούνται με την ανάπτυξη τεχνολογίας, καθώς και την ανταλλαγή τεχνογνωσίας με άλλες εταιρείες, ινστιτούτα και πανεπιστήμια. Αυτό το γεγονός προκαλείται από τον ανταγωνισμό μεταξύ των εταιρειών για την επίτευξη καθαρότερης παραγωγής και προφανώς επιβαρύνει οικονομικά μία εταιρεία.

- Γενικό νομοθετικό πλαίσιο
Σε πολλές περιπτώσεις οι εταιρείες δέχονται εξωτερικές πιέσεις από τις αρχές ή από κινητοποιήσεις που γίνονται από περιβαλλοντικούς οργανισμούς και από τις τοπικές κοινωνίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι εταιρείες να εφαρμόσουν άλλες εναλλακτικές λύσεις για ακόμα καθαρότερη παραγωγή.
- Οργάνωση και νοοτροπία της εταιρείας
Η έλλειψη προσανατολισμού προς την κατεύθυνση καθαρότερης παραγωγής, η απουσία δυνατότητας περιβαλλοντικής διαχείρισης και η απουσία στρατηγικής για καθαρή τεχνολογία σε βάθος χρόνου, αποτελούν σπουδαία εμπόδια για μία εταιρεία.
- Στάδια της ανάπτυξης της τεχνολογίας
Το στάδιο ανάπτυξης της ίδιας της τεχνολογίας, μπορεί να αποτελέσει ένα περιοριστικό παράγοντα για τις αλλαγές που θα επιχειρηθούν σε μία εταιρεία. Τα στάδια ανάπτυξης είναι: το στάδιο Έρευνας και Ανάπτυξης (R&D), το στάδιο ανάπτυξης και σχεδίασης, το δοκιμαστικό στάδιο για την λειτουργία των εγκαταστάσεων, το προ-εμπορικό στάδιο και τέλος το εμπορικό στάδιο.

2.3.4 Διεργασίες παραγωγής αλουμινίου

2.3.4.1 Πρωτογενές αλουμίνιο

α) Παραγωγή αλουμίνας

Η αλουμίνα παράγεται από τον βωξίτη με τη καθιερωμένη μέθοδο Bayer. Αυτή η διεργασία πραγματοποιείται συνήθως κοντά στη περιοχή των ορυχείων, αλλά υπάρχουν εταιρείες στην Ευρώπη όπου ο βωξίτης μετατρέπεται σε αλουμίνα επί τόπου σε κάμινο τήξης αλουμινίου ή σε ανεξάρτητες εγκαταστάσεις καθαρισμού αλουμίνας (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η γενική διεργασία είναι τυποποιημένη για όλες τις εταιρείες και χρησιμοποιεί το καυστικό νάτριο για την εξαγωγή αλουμίνας από το βωξίτη σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις. Έτσι παράγεται πολφός, ο οποίος περιέχει διαλυτοποιημένο αργιλικό άλας νατρίου και ένα μίγμα μεταλλικών οξειδίων που ονομάζονται ερυθρά ιλύς και που τελικά μεταφέρεται σε δεξαμενές πύκνωσης του πολφού. Το διάλυμα αργιλικών αλάτων υφίσταται ψύξη και εμπλουτίζεται με αλουμίνα για να κρυσταλλώσει την ενυδατωμένη αλουμίνα. Στην συνέχεια οι κρύσταλλοι πλένονται και φρύσσονται σε περιστροφικούς

κλιβάνους ή σε ρευστοστοποιημένες κλίνες. Άλλα μέταλλα, όπως το βανάδιο είναι δυνατόν να ανακτηθούν από το διάλυμα (<http://eippcb.jrc.es/>).

β) Παραγωγή αλουμινίου με ηλεκτρόλυση

Το αλουμίνιο παράγεται από πρωτογενή υλικά με ηλεκτρολυτική αναγωγή της αλουμίνας που διαλυτοποιείται σε ένα τετηγμένο λουτρό που αποτελείται κυρίως από κρυσθίθο σε μια θερμοκρασία περίπου 960°C (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τα ηλεκτρολυτικά κελιά, τα οποία συνδέονται σε σειρά, περιλαμβάνουν μια κάθοδο άνθρακα, που μονώνεται με πυρίμαχα τούβλα μέσα σε ένα ορθογώνιο κέλυφος από χάλυβα και μια άνοδο άνθρακα. Συνεχές ρεύμα περνά από την άνοδο άνθρακα και μέσω του λουτρού διαβιβάζεται στην κάθοδο και από εκεί, μέσω ενός μετασχηματιστή, στο επόμενο κελί (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η αλουμίνα προστίθεται στα κελιά για την διατήρηση της περιεκτικότητας σε αλουμίνα στο 2-6% στο τετηγμένο λουτρό. Ενώσεις φθορίου προστίθενται για την μείωση του σημείου τήξης των λουτρών, επιτρέποντας την λειτουργία των κελιών σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Το φθοριούχο αλουμίνιο (AlF_3) εξουδετερώνει επίσης το οξειδίο του νατρίου που εμφανίζεται ως πρόσμιξη στην τροφοδοσία της αλουμίνας. Τα περισσότερα κελιά λειτουργούν τώρα με AlF_3 , το οποίο περιέχεται στο λουτρό σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα από τον κρυσθίθο. Εντούτοις, παρατηρείται αύξηση εκπομπών φθοριδίων, όπως υπερβολική παρουσία AlF_3 στο λουτρό (<http://eippcb.jrc.es/>).

Το υγρό αλουμίνιο αποτίθεται στην κάθοδο στο κατώτατο σημείο του κελιού και το οξυγόνο αναμιγνύεται με την άνοδο άνθρακα, για να σχηματίσει διοξείδιο του άνθρακα. Οι άνοδοι άνθρακα στην συνέχεια καταναλώνονται συνεχώς κατά τη διάρκεια της διεργασίας (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι τα συστήματα των κελιών διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της ανόδου και της μεθόδου που χρησιμοποιείται στην τροφοδοσία της αλουμίνας. Συγκεκριμένα υπάρχουν δύο τύποι ηλεκτρολυτικών κελιών, που είναι γνωστά ως κελί τύπου Soderberg και κελί τύπου Prebake (<http://eippcb.jrc.es/>).

γ) Καθαρισμός

Το μέταλλο καθαρίζεται σε αυτή τη φάση για την απομάκρυνση των προσμίξεων όπως νάτριο, μαγνήσιο, σωματίδια οξειδίων ασβεστίου και υδρογόνο. Αυτό το στάδιο καθαρισμού πραγματοποιείται με τον ψεκασμό ενός αερίου στο τετηγμένο μέταλλο συνήθως σε έναν ανοικτό αντιδραστήρα. Το αέριο που χρησιμοποιείται για αυτήν την επεξεργασία ποικίλλει ανάλογα με τις προσμίξεις, το αργό ή το άζωτο που

χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση υδρογόνου και τα μίγματα χλωρίου και αργού ή αζώτου που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των μεταλλικών προσμίξεων. Το φθοριούχο αλουμίνιο επίσης χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση του μαγνησίου. Το μέταλλο έπειτα διηθείται πριν την χύτευση (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η επεξεργασία των κραμάτων γίνεται σε ειδική κάμινο με την προσθήκη του απαραίτητου μετάλλου (Si, Cu, Mg, Pb, Sn, Zn) ή ενός κύριου κράματος του μετάλλου με το αλουμίνιο (Ti, Cr, Fe, Mn, Ni) (<http://eippcb.jrc.es/>).

Σε αυτό το στάδιο παράγονται ξαφρίσματα, τα οποία έπειτα απομακρύνονται από την επιφάνεια του τετηγμένου μετάλλου και ανακυκλώνονται από την βιομηχανία δευτερογενούς αλουμινίου (<http://eippcb.jrc.es/>).

δ) Χύτευση

Πλάκες, ράβδοι και φύλλα χυτεύονται σε κατακόρυφες συσκευές χύτευσης, που χρησιμοποιούν μεταλλικά καλούπια ψυχρού νερού και μια τράπεζα εμπλουτισμού στο κατώτατο μέρος των καλουπιών. Η τράπεζα εμπλουτισμού χαμηλώνει, καθώς σχηματίζεται η 'χελώνα'. Άλλες μέθοδοι χύτευσης περιλαμβάνουν την χρήση μεταλλικών καλουπιών (στατικών ή συνεχώς μετακινούμενων) και τη συνεχή χύτευση λεπτών φύλλων. Επιπλέον σε αυτό το στάδιο παράγονται και μικρές ποσότητες ξαφρισμάτων, που τελικά απομακρύνονται από την επιφάνεια του τετηγμένου μετάλλου (<http://eippcb.jrc.es/>).

2.3.4.2 Δευτερογενές αλουμίνιο

α) Διεργασίες παραγωγής

Το κύριο χαρακτηριστικό της παραγωγής δευτερογενούς αλουμινίου είναι η ποικιλομορφία των πρώτων υλών και η ποικιλία των καμίνων που χρησιμοποιούνται. Ο τύπος της πρώτης ύλης και η προεπεξεργασία της χρησιμοποιείται στην συνέχεια για την επιλογή του καλύτερου τύπου της καμίνου, που θα χρησιμοποιηθεί για ένα συγκεκριμένο τύπο scrap, την περιεκτικότητα σε οξείδια και το βαθμό ρύπανσης. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν επίσης την επιλογή των συλλιπασμάτων που συνδέονται με την διεργασία για την μεγιστοποίηση της ανάκτησης του αλουμινίου. Η επιλογή της τεχνολογίας που εφαρμόζεται διαφέρει από εγκατάσταση σε εγκατάσταση (<http://eippcb.jrc.es/>).

Οι περιστροφικές ή με θέρμανση οροφής κάμινοι χρησιμοποιούνται για την τήξη ενός ευρέως φάσματος δευτερογενών πρώτων υλών. Οι περιστροφικές κάμινοι

μπορούν να ενσωματώσουν έναν κεκλιμένο μηχανισμό, για την μείωση της ποσότητας των συλλιπασμάτων που απαιτείται. Οι κάμινοι επαγωγής και η διεργασία Meltower χρησιμοποιούνται για την τήξη αλουμινίου υψηλότερου βαθμού καθαρότητας. Οι κάμινοι συχνά περιλαμβάνουν ένα πλευρικό φρεάτιο. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ένα σύστημα αποτελούμενο από αντλίες (μηχανικό ή ηλεκτρομαγνητικό) για την μεταφορά του τετηγμένου μετάλλου, μέσω του πλευρικού φρεατίου και ενός φρεατίου φόρτωσης για την υποβοήθηση της τήξης των μικρών κόκκων. Οι ηλεκτρομαγνητικές αντλίες δεν έχουν κανένα κινούμενο μέρος και στηρίζονται σε μια εξωτερική σπείρα για να προκαλέσουν την ηλεκτρομαγνητική δύναμη, ενώ η ανάδευση προκαλείται στο φρεάτιο φόρτωσης και στην κάμινο (<http://eippcb.jrc.es/>).

Οι κάμινοι με θέρμανση οροφής μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν ένα κεκλιμένο δάπεδο στη περιοχή της τροφοδοσίας του μετάλλου, όπου εκεί μπορούν να τοποθετηθούν στοιχεία που περιέχουν μεγάλα κομμάτια σιδήρου. Το αλουμίνιο τήκεται στο υπόστρωμα σιδήρου, το οποίο παραμένει στο εν λόγω δάπεδο. Επομένως, ελαχιστοποιείται η ρύπανση από την τήξη του σιδήρου (<http://eippcb.jrc.es/>).

Οι συνήθεις πηγές scrap αλουμινίου είναι χρησιμοποιημένα κουτιά αναψυκτικών, φύλλα αλουμινίου, εμπορικά scrap και μέταλλα χύτευσης. Εκτός από αυτό το αλουμίνιο ανακτάται επίσης και από σκωρία άλατος και ξαφρίσματα. Οι διάφοροι ρυπογόνοι παράγοντες, που πιθανώς εμφανίζονται, λαμβάνονται υπόψη στη επιλογή της προεπεξεργασίας ή στον σχεδιασμό της καμίνου (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τα scrap, όπως τα χρησιμοποιημένα κουτιά αναψυκτικών και οι μηχανοκίνητοι τórνοι είναι κύριες πηγές του υλικού τροφοδοσίας και είναι δυνατόν να υποστούν ρύπανση. Αυτά απαιτούν μερικές φορές να αποβάλλουν το επίστρωμα πριν από την τήξη, για την βελτίωση του ποσοστού τήξης (και τη θερμική αποδοτικότητα) και για την μείωση της πιθανότητας εκπομπών. Η τήξη του καθαρισμένου υλικού μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια και να μειώσει την παραγωγή ξαφρισμάτων (<http://eippcb.jrc.es/>).

Στην βιομηχανία παραγωγής του δευτερογενούς αλουμινίου χρησιμοποιούνται διάφορα συλλιπάσματα, για την υποβοήθηση της επεξεργασίας του μετάλλου με διάφορους τρόπους. Ένα παράδειγμα είναι η χρήση ενός τετηγμένου άλατος (ένα μίγμα χλωριούχου νατρίου και καλίου και μερικών φθοριούχων αλάτων) για την αποτροπή της οξειδωσης και για την απορρόφηση των προσμίξεων. Τα αέρια των καμίνων περιέχουν χλωρίδια και HCl, τα οποία παράγονται από το άλας. Επίσης χρησιμοποιούνται δύστηκτα και φθοριωμένα συλλιπάσματα. Η σκωρία εκκενώνεται από την κάμινο μετά

το μέταλλο. Υπάρχουν παραλλαγές στην ποσότητα της σκωρίας, που χρησιμοποιείται και αυτό εξαρτάται από την κάμινο που χρησιμοποιείται και την περιεκτικότητα της πρώτης ύλης σε οξείδια. Η προεπεξεργασία του υλικού τροφοδοσίας μπορεί να μειώσει την χρήση άλατος στο μισό. Επίσης έχει αναφερθεί ότι για την στατική περιστροφική κάμινο χρησιμοποιείται μέχρι 1,8 kg άλατος/kg μη μεταλλικών συστατικών και λιγότερο από 0,5 kg άλατος/kg μη μεταλλικών συστατικών για μία κεκλιμένη περιστροφική κάμινο (<http://eippcb.jrc.es/>).

β) Διεργασίες καθαρισμού και χύτευσης

Το μέταλλο είναι δυνατόν να εκκενωθεί από την κάμινο, όπου οι προσθήκες κραμάτων γίνονται είτε άμεσα σε ένα σύστημα χύτευσης, είτε μέσω ενός συστήματος μεταφοράς σε μία ειδική κάμινο (όπου μπορούν να γίνουν άλλες προσθήκες κραμάτων). Στην συνέχεια το μέταλλο καθαρίζεται είτε στην ειδική κάμινο είτε σε έναν ανοικτό αντιδραστήρα, για την απομάκρυνση των αερίων και άλλων μετάλλων γενικά με τον ίδιο τρόπο με το πρωτογενές αλουμίνιο. Στο δευτερογενές αλουμίνιο υπάρχει πιθανότητα να περιέχεται μαγνήσιο, του οποίου η περιεκτικότητα πρέπει να μειωθεί. Η επεξεργασία του τετηγμένου αλουμινίου με μίγματα αερίου χλωρίου χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση του μαγνησίου αν και χρησιμοποιούνται επίσης το νατρίουχο φθοριούχο αλουμίνιο και το φθοριούχο αλουμίνιο και κάλιο (<http://eippcb.jrc.es/>).

Οι μεγάλες 'χελώνες', τα φύλλα και οι πλάκες υφίστανται χύτευση με τον ίδιο τρόπο όπως και το πρωτογενές αλουμίνιο. Επίσης μπορεί να παραχθεί μια σειρά μικρότερων 'χελωνών' σε μεγάλη ποικιλία κραμάτων, ανάλογα με την τελική εφαρμογή. Είναι επίσης δυνατό το τετηγμένο αλουμίνιο να μεταφερθεί οδικώς στους τελικούς χρήστες σε ειδικά θερμικά μονωμένα εμπορευματοκιβώτια (<http://eippcb.jrc.es/>).

γ) Ξαφρίσματα και σκωρίες

Ένας σημαντικός παράγοντας στις διεργασίες παραγωγής είναι η εύκολη οξείδωση του αλουμινίου. Η τήξη του αλουμινίου χωρίς προστατευτικό συλλίπασμα παράγει ένα στρώμα οξειδίων γνωστό ως ξαφρίσματα. Αυτό το στρώμα αποσκωριώνεται από την επιφάνεια του τετηγμένου μετάλλου πριν την χύτευση. Τα ξαφρίσματα που έχουν απομακρυνθεί από μια κάμινο περιέχουν 20-80% αλουμίνιο. Τα ξαφρίσματα συχνά επεξεργάζονται μόλις απομακρυνθούν από την κάμινο για την μείωση των εκπομπών και την περαιτέρω οξείδωση του μετάλλου. Οι μέθοδοι περιλαμβάνουν την ψύξη αδρανούς αερίου και την θερμή συμπίεση για την αφαίρεση του τετηγμένου αλουμινίου (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τα ψυχρά ξαφρίσματα επεξεργάζονται μέσω ενός αριθμού διεργασιών για την ανάκτηση του αλουμινίου, π.χ. με την τήξη στην περιστροφική κάμινο με ένα συλλίπασμα άλατος ή με τη χρήση των τεχνικών διαχωρισμού, όπως η λειοτρίβηση και η επεξεργασία για τον διαχωρισμό του οξειδίου από το μέταλλο. Στη τελευταία περίπτωση το μέταλλο μπορεί ξανά να υποστεί τήξη στις σχετικές καμίνους και το λεπτό κοκκομετρικό κλάσμα μπορεί να υποβληθεί σε περαιτέρω επεξεργασία π.χ. να ανακτηθεί στη χαλυβουργία ή στη διεργασία ανάκτησης της σκωρίας. Έχει αναφερθεί τελευταία ότι η παραγωγή της σκωρίας και τα απόβλητα μειώνονται και η χρήση της ενέργειας είναι μικρότερη (<http://eippcb.jrc.es/>).

Οι περιστροφικές κάμινοι χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση του αλουμινίου από τα ξαφρίσματα και το κοκκομετρικό κλάσμα παράγεται από την επεξεργασία των ξαφρισμάτων. Ένα συλλίπασμα χρησιμοποιείται συνήθως για να διευκολύνει αυτήν την διεργασία, το άλας μειώνει την οξειδωση και προωθεί την απομάκρυνση μερικών προσμίξεων (π.χ. Mg, Ca, Li). Υπάρχουν διάφορες εγκαταστάσεις, όπου μπορεί να ανακτηθεί η σκωρία χρησιμοποιώντας μια διεργασία πλύσης και κρυστάλλωσης. Οι διεργασίες μπορούν να παράγουν τους ανακυκλωμένους κόκκους αλουμινίου και άλας. Αναφέρεται ότι το κοκκομετρικό κλάσμα μεταλλικών οξειδίων (κυρίως οξείδια του αλουμινίου, του ασβεστίου και του μαγνησίου) μπορεί να υποβληθεί σε περαιτέρω επεξεργασία και να πλυθεί για την παραγωγή λεπτού οξειδίου αλουμινίου, που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τσιμέντου (<http://eippcb.jrc.es/>).

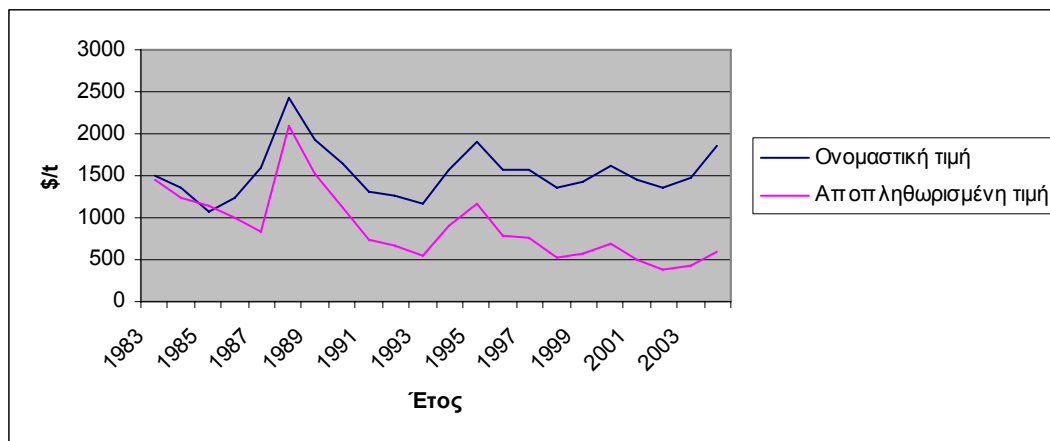
δ) Ανάκτηση της σκωρίας

Τα μεγάλα τεμάχια της σκωρίας θραύονται σε εύχρηστο μέγεθος και κοσκινίζονται για την ανάκτηση των μεταλλικών κόκκων αλουμινίου (συνήθως μέχρι 10%). Το λεπτά θραυσμένο υλικό διαλυτοποιείται έπειτα στο νερό, έτσι ώστε τα χλωρίδια να κατευθύνονται σε διάλυμα παράγοντας άλμη, αφήνοντας το αδιάλυτο οξείδιο αλουμινίου και τους λεπτότερους κόκκους του αλουμινίου, που δεν είναι οικονομικώς ανακυκλώσιμα σε σχέση με τα μέταλλα. Τα αέρια που απελευθερώνονται από αυτό το στάδιο της επεξεργασίας περιέχουν κυρίως αμμωνία, μεθάνιο και υδρογόνο. Υπάρχει επίσης η πιθανότητα για σημαντικές εκπομπές σκόνης κατά τη διάρκεια των σταδίων θραύσης. Είναι δυνατό αυτά τα αέρια να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα για άλλα στάδια της επεξεργασίας. Η άλμη διηθείται αφαιρώντας τα αδιάλυτα οξείδια και το διάλυμα οδηγείται στη συνέχεια για εξαέρωση και κρυστάλλωση, όπου στην συνέχεια είναι δυνατή η ανάκτηση χλωριούχου νατρίου και καλίου. Αυτά τα χλωρίδια στη συνέχεια επαναχρησιμοποιούνται ως συλλιπάσματα στη διεργασία τήξης (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τα κατάλοιπα μεταλλικών οξειδίων περιλαμβάνουν ασβέστιο, οξείδια μαγνησίου και αλουμινίου (μέχρι 65% Al_2O_3) και περιέχουν επίσης, θειικά άλατα, χλωρίδια και νιτρικά άλατα. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει η πιθανότητα αγοράς των κοκκομετρικών κλασμάτων οξειδίων είναι απαραίτητη περαιτέρω πλύση για την μείωση αυτών των ανιόντων σε επιθυμητά επίπεδα. Το διάλυμα άλμης από την πλύση μπορεί να επιστρέψει στο στάδιο της διαλυτοποίησης. Έχει αναφερθεί ότι σε μερικές περιπτώσεις είναι δυνατό να επιτευχθεί η πλήρης ανάκτηση των υλικών που περιέχονται στην σκωρία. (<http://eippcb.jrc.es/>).

2.4 Προοπτικές της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας αλουμινίου

Στο σχήμα 2.4 απεικονίζονται οι διακυμάνσεις της ονομαστικών και των αποπληθωρισμένων τιμών του αλουμινίου από το 1983 έως και το 2004. Να σημειωθεί ότι για τον προσδιορισμό της αποπληθωρισμένης τιμής του αλουμινίου, λαμβάνεται ως σημείο αναφοράς ο πληθωρισμός των Ηνωμένων Πολιτειών το 1983.



Σχήμα 2.4: Διακυμάνσεις των ονομαστικών και των αποπληθωρισμένων τιμών του αλουμινίου από το 1983 έως και το 2004 (<http://www.bls.gov/>, <http://www.usgs.gov/>, <http://www.lme.com>).

Το αλουμίνιο αποτελεί το σημαντικότερο μη σιδηρούχο μέταλλο και κυριότερο προϊόν της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η βιομηχανία του αλουμινίου είναι πλήρως καθετοποιημένη. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι στη χώρα υπάρχει όλο το στάδιο της παραγωγικής διεργασίας, από την εξόρυξη του πρωτογενούς υλικού, που είναι ο βωξίτης, στο ενδιάμεσο προϊόν που είναι αλουμίνα, στο μεταλλουργικό προϊόν που είναι το καθαρό αλουμίνιο και στην

επεξεργασία προϊόντων αλουμινίου (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000).

Αυτό το παραγωγικό κύκλωμα παρουσιάζει κύκλο εργασιών που αντιστοιχεί, όπως προαναφέρθηκε, στο 1,7% του ΑΕΠ της χώρας και απασχολεί άμεσα ή έμμεσα 40.000 άτομα (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000).

Η Ελλάδα είναι η μοναδική παραγωγός βωξίτη στην Ε.Ε. αφού η παραγωγή της Γαλλίας, της Ιταλίας και της Ισπανίας χρόνο με τον χρόνο μειώνεται σημαντικά. Τα αποθέματα της χώρας εκτιμώνται σε 600 εκατομμύρια τόνους, που αντιστοιχούν στο 3% των παγκοσμίων αποθεμάτων, τα οποία εκτιμώνται στα 23 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους. Η Αυστραλία και η Γουινέα συγκεντρώνουν το 48% των παγκοσμίων αποθεμάτων βωξίτη. Συγκεκριμένα τα αποθέματα της Αυστραλίας εκτιμώνται σε 4,4 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους και της Γουινέας σε 7,4 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους. Γενικότερα, περίπου 12 χώρες συγκεντρώνουν το 90% των παγκοσμίων αποθεμάτων βωξίτη. Η χωρική κατανομή των παγκοσμίων αποθεμάτων, σε συνδυασμό με τις εξελίξεις και την μεγάλη αύξηση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας, οδήγησαν στην επαναχωροθέτηση των μονάδων επεξεργασίας αλουμίνας και αλουμινίου (<http://www.usgs.gov/>).

Στον πίνακα 2.6 παρουσιάζεται η παραγωγή βωξίτη στην Ελλάδα και σε χώρες που είναι πρωτοπόροι στην παραγωγή βωξίτη παγκοσμίως και η αντίστοιχη συνολική παραγωγή για τα έτη 1999-2003.

Πίνακας 2.6: Παραγωγή βωξίτη ανά τον κόσμο για τα έτη 1999-2003 σε χιλιάδες μετρικούς τόνους (Buckingham και Plunkert, 2003).

Χώρα	1999	2000	2001	2002	2003
Αυστραλία	48.416	53.802	53.799	54.024	55.602
Γουινέα	15.590	15.700	15.100	15.300	15.500
Βραζιλία	14.372	13.866	13.790	13.189	13.148
Τζαμάικα	11.688	11.127	12.370	13.120	13.444
Ελλάδα	1.883	1.991	2.052	2.492	2.418
Σύνολο	129.000	136.000	138.000	143.000	146.000

Η τάση αυτή θα συνεχιστεί με την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής αλουμίνας σε βωξιτοπαραγωγικές χώρες. Εκτιμάται ότι η διακίνηση αλουμίνας υπερβαίνει το 40% της διεθνούς παραγωγής, αφού οι κυριότεροι καταναλωτές αλουμινίου είναι τα κράτη της Βόρειας Αμερικής και η Ευρώπη.

Σύμφωνα με στοιχεία των τελευταίων χρόνων (πίνακας 2.6) η παραγωγή βωξίτη

στην Ελλάδα παρουσιάζει μικρή αύξηση, κάτι που σαφώς οδήγησε έντονα και στην αύξηση των εξαγωγών. Κύριος αποδέκτης των ελληνικών εξαγωγών βωξίτη είναι η Ρουμανία, η Ρωσία η οποία αποτελούσε τον μεγαλύτερο εισαγωγέα και έχει περιορίσει κατά πολύ τις εισαγωγές ελληνικού βωξίτη.

Η διστακτικότητα που υπάρχει ως προς την δημιουργία δεύτερης μονάδας αλουμίνας στη χώρα, που θα μπορούσε να αξιοποιήσει την εγχώρια παραγωγή, σημαίνει ότι η παραγωγή βωξίτη θα προσαρμοστεί στο μέλλον στις απαιτήσεις της εγχώριας παραγωγής αλουμινίου. Με δεδομένο δε ότι η βιομηχανία αλουμινίου, σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι αυστηρά ολιγοπωλιακός κλάδος, φαίνεται ότι το εγχείρημα δημιουργίας 'κρατικής' βιομηχανίας θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000).

Όσον αφορά την αλουμίνα, η μόνος παραγωγός στη χώρα είναι η 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ'. Η παραγωγή αλουμίνας παρουσιάζει γενικά αύξηση της παραγωγής και κατά συνέπεια και των εξαγωγών χρόνο με τον χρόνο (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000).

Στον πίνακα 2.7 παρουσιάζεται η παραγωγή αλουμίνας στην Αυστραλία, που είναι πρωτοπόρος στην παραγωγή αλουμίνας, η αντίστοιχη της Ελλάδας και η συνολική παγκόσμια παραγωγή για τα έτη 1999-2003.

Πίνακας 2.7: Παραγωγή αλουμίνας στην Αυστραλία, στην Ελλάδα και η συνολική παγκόσμια παραγωγή για τα έτη 1999-2003 σε χιλιάδες μετρικούς τόνους (Buckingham και Plunkert, 2003)

Χώρα	1999	2000	2001	2002	2003
Αυστραλία	14.532	15.680	16.313	16.382	16.529
Ελλάδα	626	667	679	750	750
Συνολική παραγωγή	48.900	51.500	51.300	54.000	55.500

Η δημιουργία νέας μονάδας αλουμίνας προϋποθέτει μακροχρόνια συμβόλαια με αγοραστές. Το κόστος ίδρυσης μιας νέας μονάδας είναι αρκετά υψηλό, περίπου 1500 Ευρώ/παραγόμενο τόνο αλουμίνας. Η τιμή της αλουμίνας αποτελεί αντικείμενο διαπραγμάτευσης και καθορίζεται με μακροχρόνια συμβόλαια διάρκειας 10-15 ετών και η δυνατότητα εισόδου στην αγορά για νέους παραγωγούς είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Όσον αφορά την παραγωγή αλουμινίου και κατά συνέπεια τις εξαγωγές του γενικά παρατηρείται μικρή ανοδική τάση. Η συνέχιση της ύπαρξης και λειτουργίας της μονάδας

αλουμινίου στη χώρα μακροπρόθεσμα είναι άμεσα συνυφασμένη με την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται μικρές αυξομειώσεις στην παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς αλουμινίου (πίνακας 2.4). Τα δυτικά κράτη και ιδιαίτερα η Ε.Ε παραμένουν σημαντικός εισαγωγέας πρωτογενούς αλουμινίου, εισάγοντας περίπου 2 εκατομμύρια τόνους σε ετήσια βάση (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000).

Η ζήτηση του αλουμινίου εκτιμάται ότι θα συνεχίσει να είναι ανοδική κατά τα επόμενα χρόνια, καθώς επεκτείνεται η χρήση του σε πλήθος νέων τομέων και προϊόντων. Συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι η ζήτηση και η κατανάλωση αλουμινίου διεθνώς είναι πιθανό να αυξηθούν σε ένα μέσο ετήσιο ρυθμό 4%-5% μέχρι το 2009. Η Κινεζική οικονομία θα συνεχίσει να είναι πρωτοπόρος της παγκόσμιας ζήτησης, όπου προβλέπεται αύξηση 7%-13% μέχρι το 2010 (<http://www.roskill.com/>).

Παράλληλα όμως, το αλουμίνιο είναι ένα από τα πλέον ανακυκλούμενα υλικά. Κατά συνέπεια είναι αναμενόμενο ότι η αύξηση της κατανάλωσης του αλουμινίου θα καλυφθεί κυρίως από το δευτερογενώς παραγόμενο αλουμίνιο (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000).

Τέλος ιδιαίτερο δυναμισμό παρουσιάζει ο κλάδος της μεταποίησης αλουμινίου, ο οποίος αποτελείται κυρίως από τους υποκλάδους της έλασης και διέλασης. Η παραγωγή προϊόντων, τα οποία είναι ιδιαίτερα υψηλής προστιθέμενης αξίας, αυξήθηκε ραγδαία τα τελευταία κυρίως χρόνια. Το 65% της παραγόμενης ποσότητας κατευθύνεται στην εγχώρια αγορά με κύριο αποδέκτη την οικοδομή και το υπόλοιπο εξάγεται (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000).

Η Ελλάδα σε παγκόσμιο επίπεδο σίγουρα δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως πρωτοπόρος στην παραγωγή αλουμίνιας και πρωτογενούς αλουμινίου, μπορεί όμως στο μέλλον να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια βιομηχανία αλουμινίου. Άλλωστε κάτι τέτοιο είναι φανερό από την αύξηση της εγχώριας παραγωγής βωξίτη και αλουμίνιας τα τελευταία χρόνια. Η ελληνική μεταλλουργική βιομηχανία αλουμινίου έχει προοπτικές περαιτέρω ανάπτυξης μέχρι το 2010, αν ληφθούν υπόψη οι εξής παράγοντες:

- ❖ Ο σημαντικός αριθμός αποθεμάτων βωξίτη στην Ελλάδα, που εκτιμώνται σε 600 εκατομμύρια τόνους και αντιστοιχούν στο 3% των παγκοσμίων αποθεμάτων, τα οποία εκτιμώνται στα 23 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους είναι σημαντικός παράγοντας που ευνοεί την περαιτέρω ανάπτυξη της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας αλουμινίου.

- ❖ Η διαρκής αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής βωξίτη (πίνακας 2.6), αλουμίνας (πίνακας 2.7) και πρωτογενούς αλουμινίου (πίνακας 2.3) σημαίνει ότι υπάρχει αυξανόμενη ζήτηση για το πρωτογενές αλουμίνιο (κυρίως από χώρες της Ε.Ε., αλλά και από χώρες όπως η Κίνα και οι Η.Π.Α.) και σε συνδυασμό με την Ελλάδα που εξορύσσει ετησίως μεγάλες ποσότητες βωξίτη καθιστά εφικτή την περαιτέρω ανάπτυξη της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας.
- ❖ Η εισαγωγή 2 εκατ. τόνων αλουμινίου σε ετήσια βάση κυρίως από τις χώρες του δυτικού κόσμου για πρωτογενές αλουμίνιο και η διαρκής, έστω και μικρή, ανοδική τάση των εισαγωγών από τις εν λόγω χώρες.
- ❖ Η μικρή άνοδος που παρατηρείται στην ονομαστική τιμή του αλουμινίου από το 2002 και έπειτα, κάτι που σαφώς μπορεί να επιφέρει περισσότερα κέρδη από την πώληση του αλουμινίου στην διεθνή αγορά (σχήμα 2.3)
- ❖ Ο διαρκής εκσυγχρονισμός της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' με την πρόσφατη εξαγορά της εταιρείας από την 'ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΣ Α.Ε – ΟΜΙΛΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ'. Η 'ALCAN', που είναι μια από τις μεγαλύτερες παραγωγούς αλουμινίου στον κόσμο, με πλούσιο δίκτυο πωλήσεων και μεγάλο αριθμό πελατών ανά τον κόσμο, εξακολουθεί και συνεργάζεται με την 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', με αποτέλεσμα έτσι να ευνοούνται οι εξαγωγές των προϊόντων της 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' σε νέες αγορές.
- ❖ Το κόστος παραγωγής αλουμινίου είναι άμεσα συνδεδεμένο με την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία στην Ελλάδα είναι η χαμηλότερη στην Ε.Ε., κάτι που οφείλεται και στην χρήση του λιγνίτη ως πρώτη ύλη παραγωγής ενέργειας. Η Ελλάδα θα συνεχίσει να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα με την χρήση λιγνίτη και τα επόμενα χρόνια, με βάση τα συνολικά αποθέματα λιγνίτη στην χώρα μας και τον προγραμματισμένο ρυθμό κατανάλωσης. Η χώρα μας είναι δεύτερη στην Ε.Ε και έκτη στον κόσμο σε αποθέματα λιγνίτη, τα οποία εκτιμώνται σε 3,2 δισεκατομμύρια τόνους και επαρκούν για τουλάχιστον 45 χρόνια ακόμα (<http://www.dei.gr/>).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΧΡΥΣΟΣ

3.1 Γενικά στοιχεία

Ο χρυσός αποτελεί το πιο γνωστό μέταλλο, από την ομάδα των πολύτιμων μετάλλων που ονομάζονται πολύτιμα λόγω της σπανιότητάς τους στη φύση και της αντίστασης τους στη διάβρωση (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η σημασία του χρυσού ως πολύτιμου μετάλλου είναι γνωστή από αρχαιοτάτων χρόνων. Η πιο διαδεδομένη χρήση του είναι στην κοσμηματοποιία, ενώ χρησιμοποιείται ευρύτατα στους τομείς των ηλεκτρονικών και της οδοντοτεχνίας. Ωστόσο ο σημαντικότερος ρόλος του είναι η χρήση του ως νομισματική μονάδα και η σύνδεση του με το διεθνές νομισματικό σύστημα. Ο χρυσός για περισσότερα από εκατό χρόνια, διαδραμάτιζε καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της συναλλαγματικής ισοτιμίας των νομισμάτων τόσο άμεσα, κατά την περίοδο 1870-1914 με την εφαρμογή του χρυσού κανόνα, όσο και έμμεσα, κατά την περίοδο 1945-1973 με την εφαρμογή του χρυσού συναλλαγματικού κανόνα. Παρόλο που η ιδιότητά του ως σημείο αναφοράς ισοτιμιών έχει πια εγκαταλειφθεί, οι κεντρικές τράπεζες διατηρούν σημαντικά αποθέματα χρυσού (Παναγόπουλος κ.ά., 2000)

Οι κυριότερες χώρες παραγωγής χρυσού επί συνόλου 80 χωρών είναι: η Ν. Αφρική που αντιπροσωπεύει το 19% της παγκόσμιας παραγωγής και ακολουθούν οι Η.Π.Α. με 15%, η Αυστραλία με 13%, ο Καναδάς με 6%, ενώ στις χώρες με μικρότερα ποσοστά, όπως η Ρωσία, η Κίνα, το Ουζμπεκιστάν και η Βραζιλία (Παναγόπουλος κ.ά., 2000)

Στην Ευρώπη γενικά υπάρχουν μικρά κοιτάσματα πολύτιμων μετάλλων. Αυτοί οι ορυκτοί πόροι αποτελούν περίπου το 1,1% της παγκόσμιας παραγωγής πρωτογενούς χρυσού (<http://eippcb.jrc.es/>).

3.2 Παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση

Οι κυριότερες χώρες παραγωγής χρυσού ανά τον κόσμο, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 3.1 είναι η Ν. Αφρική, οι Η.Π.Α., ο Καναδάς, η Αυστραλία και η Κίνα.

Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζεται η παγκόσμια παραγωγή χρυσού των παραπάνω χωρών για την περίοδο 2000-2004 σε μετρικούς τόνους.

Πίνακας 3.1: Παγκόσμια παραγωγή χρυσού Ν. Αφρικής, Η.Π.Α., Καναδά, Αυστραλίας, Κίνας για την περίοδο 2000-2004 σε μετρικούς τόνους (<http://www.usgs.gov/>).

Έτος	Ν. Αφρική	Η.Π.Α.	Αυστραλία	Καναδάς	Κίνα
2000	428,3	353	153,8	29,7	175,0
2001	39,0	350	281	160	181,8
2002	395,2	298	273	151,9	189,8
2003	450	274	275	140,6	201
2004	342,7	252,1	261	130,3	212,4

Στον πίνακα 3.2 παρουσιάζεται η συνολική παγκόσμια παραγωγή χρυσού σε μετρικούς τόνους για τα έτη 2000-2004.

Στον πίνακα 3.3 παρουσιάζεται η παγκόσμια κατανάλωση χρυσού σε μετρικούς τόνους για τα έτη 1999-2002.

Πίνακας 3.2: Συνολική παγκόσμια παραγωγή χρυσού σε μετρικούς τόνους για τα έτη 2000-2004 (<http://www.usgs.gov/>).

Έτος	Παγκόσμια παραγωγή χρυσού
2000	2.573
2001	2.604
2002	2.543
2003	2.593
2004	2.464

Πίνακας 3.3: Παγκόσμια κατανάλωση χρυσού σε μετρικούς τόνους για τα έτη 1999-2002 (Porter και Awey, 2003).

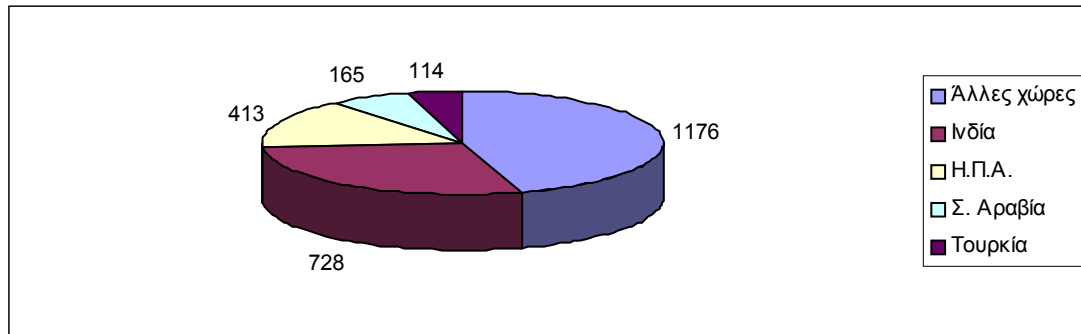
Έτος	Παγκόσμια κατανάλωση χρυσού
1999	399
2000	337
2001	257
2002	264

Η μεγαλύτερη χώρα παραγωγής χρυσού στον κόσμο είναι η Νότια Αφρική, ενώ η συνολική παγκόσμια παραγωγή χρυσού παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια μικρές αυξομειώσεις.

Η ζήτηση για τον χρυσό ανά τον κόσμο είναι υψηλή. Αυτό αποδεικνύεται από το ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση χρυσού είναι για το εμπόριο κοσμημάτων. Γενικά η

παγκόσμια κατανάλωση χρυσού είναι κυρίως για κοσμήματα, με μικρότερα ποσά να χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική, για οδοντοτεχνικούς σκοπούς και άλλες βιομηχανικές και διακοσμητικές εφαρμογές (<http://eirpcb.jrc.es/>).

Στο σχήμα 3.1 παρουσιάζεται ενδεικτικά η παγκόσμια ζήτηση για τον χρυσό σε μετρικούς τόνους για το 2001.



Σχήμα 3.1: Παγκόσμια ζήτηση για τον χρυσό σε μετρικούς τόνους για το 2001 (Κωνσταντινίδης και Μαρκόπουλος, 2003).

Στον πίνακα 3.4 παρουσιάζονται τα αποθέματα χρυσού ανά τον κόσμο σε μετρικούς τόνους για το 2004.

Πίνακας 3.4: Αποθέματα χρυσού ανά τον κόσμο σε μετρικούς τόνους για το 2004 (<http://www.usgs.gov/>).

Χώρα	Αποθέματα χρυσού
Νότια Αφρική	6.000
Αυστραλία	5.000
Περου	3.500
Ρωσία	3.500
Η.Π.Α	2.700
Ινδονησία	1.900
Καναδάς	1.300
Κίνα	1.200
Άλλες χώρες	17.000
Σύνολο	42.000

Η Νότια Αφρική έχει περίπου το 15% των αποθεμάτων, ενώ η Αυστραλία το 12% περίπου.

Η Ευρώπη γενικά υπολείπεται άλλων χωρών στην εξόρυξη χρυσού. Παρόλα αυτά στην Ε.Ε πραγματοποιείται ο καθαρισμός του χρυσού, είτε σε ειδικές εταιρείες που

ασχολούνται με τον καθαρισμό και την παραγωγή χρυσού, είτε σε εγκαταστάσεις καθαρισμού βασικών μετάλλων. Η συνολική δυναμικότητα καθαρισμού χρυσού στην Ε.Ε είναι η μεγαλύτερη στον κόσμο. Τα ορυχεία σε όλα τα μέρη του κόσμου αποστέλλουν μεγάλες ποσότητες μεταλλευμάτων χρυσού ή υποπροϊόντων, στις μονάδες καθαρισμού της Ε.Ε. Οι μονάδες χρυσού, που έχουν μεγάλες τεχνολογικές δυνατότητες, βρίσκονται στο Βέλγιο, τη Γερμανία, τη Σουηδία, τη Φινλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Σε αυτές τις μονάδες πραγματοποιείται ανάκτηση του χρυσού από μεταλλεύματα μολύβδου και ψευδάργυρου, χαλκού ή νικελίου, καθώς επίσης και από διάφορα απορρίμματα (<http://eirpcb.jrc.es/>).

Στον πίνακα 3.5 παρουσιάζεται η ετήσια δυναμικότητα των μονάδων καθαρισμού χρυσού ανά χώρα στην Ευρώπη σε τόνους.

Πίνακας 3.5: Ετήσια δυναμικότητα των μονάδων καθαρισμού χρυσού ανά χώρα στην Ευρώπη σε τόνους (<http://eirpcb.jrc.es/>).

Χώρα	Ετήσια δυναμικότητα
Ελβετία	565
Μεγάλη Βρετανία	300
Γερμανία	193
Γαλλία	135
Ιταλία	115
Αυστρία	70
Βέλγιο	60
Ισπανία	30
Ολλανδία	15
Σουηδία	15
Άλλες χώρες της Ε.Ε	10

3.3 Μεταλλουργία χρυσού και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Αναγκαία συνθήκη για την ίδρυση και λειτουργία μιας μεταλλουργικής μονάδας, είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Δηλαδή, κατά τη λειτουργία της θα πρέπει να εξασφαλίζεται ταυτόχρονα και το περιβάλλον (<http://eirpcb.jrc.es/>).

Οι εταιρείες καθαρισμού της Ε.Ε., όπως προαναφέρθηκε, εφαρμόζουν προηγμένες τεχνολογικές μεθόδους υψηλής απόδοσης με έμφαση στην έρευνα και την ανάπτυξη. Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούν συχνά επικίνδυνα αντιδραστήρια όπως HCl, HNO₃, Cl₂ και οργανικούς διαλύτες (<http://eirpcb.jrc.es/>).

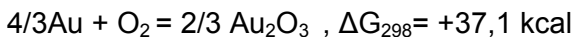
Η ανάκτηση του χρυσού από δευτερογενείς πρώτες ύλες είναι ιδιαίτερα σημαντική και πολλά από αυτά τα υλικά είναι ταξινομημένα ως απόβλητα από άλλες βιομηχανίες. Υπάρχουν καθυστερήσεις στην διακίνηση και αποστολή των πρώτων υλών, λόγω της διασυννοριακής νομοθεσίας αποβλήτων, κάτι που αποτελεί εμπόδιο για την ανακύκλωση (<http://eirpcb.jrc.es/>).

Στην περίπτωση της μεταλλουργίας χρυσού, γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση των μεθόδων που εφαρμόζονται σήμερα, διεθνώς, για την εξαγωγή του μετάλλου από τα μεταλλεύματά του, καθώς και των περιβαλλοντικών προβλημάτων και του τρόπου αντιμετώπισής τους.

A) Παρουσία του χρυσού στην φύση

Ο χρυσός εμφανίζεται στη φύση σε μεταλλική (αυτοφυή) κατάσταση, μέσα σε χαλαζιακές φλέβες ή σε κροκαλοπαγή πετρώματα στα οποία το συνδετικό χαλαζιακό υλικό των κροκαλών είναι χρυσοφόρο ή σε χαλαζιακή άμμο από αποσάθρωση χαλαζιακών πετρωμάτων στις κοίτες των ποταμών (προσχωματικός χρυσός) (Ζευγώλης, 2003).

Από τα θερμοδυναμικά δεδομένα της αντίδρασης:



προκύπτει ότι είναι αδύνατη η οξειδωση του χρυσού σε ατμοσφαιρικές συνθήκες. Γι αυτό το λόγο, ο χρυσός βρίσκεται στη φύση σε μεταλλική κατάσταση (Ζευγώλης, 2003).

Οι μόνες ενώσεις χρυσού που υπάρχουν στη φύση είναι με τελλούριο όπως ο καλαβερίτης, AuTe₂ ή με άργυρο και τελλούριο, όπως ο συλβανίτης (Au,Ag)Te₂. Χρυσός υπάρχει επίσης σε πυρίτες όπως ο σιδηροπυρίτης (FeS₂), ο αρσеноπυρίτης (FeAsS), ο χαλκοπυρίτης (CuFeS₂), ο γαληνίτης (PbS), κλπ. Ο χρυσός βρίσκεται πάντοτε διεσπαρμένος σε λεπτομερή κατάσταση. Συνεπώς, τα συμπαγή μεταλλεύματα (χαλαζιακές φλέβες, κροκαλοπαγή ή θειούχα μεταλλεύματα), θα πρέπει να υποστούν

λεπτομερή λειοτρίβηση για να απελευθερωθεί ο χρυσός, π.χ. σε κοκκομετρία κάτω των 200 mesh (-74 μm). Μερικές φορές, βρίσκεται σε υπομικροσκοπικό μέγεθος, οπότε δεν μπορεί να απελευθερωθεί με λειοτρίβηση. Τότε έχουμε τα λεγόμενα δυσκατέργαστα μεταλλεύματα (Ζευγώλης, 2003).

B) Εμπλουτισμός

Οι χρυσοθήρες στην άγρια δύση, "κοσκίνιζαν" με τα "πιάτα" την άμμο των ποταμών, όπου λόγω ειδικού βάρους ($19,3 \text{ g/cm}^3$), διαχωριζόταν εύκολα τα μεγάλα ψήγματα χρυσού (ειδικό βάρος άμμου = $2,5 \text{ g/cm}^3$, περίπου) στα προσχωματικά (αλουβιακά) κοιτάσματα (Ζευγώλης, 2003).

Οι μέθοδοι βαρυτομετρικού διαχωρισμού (με τράπεζες, jigs, υδροκυκλώνες κλπ) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή συμπυκνώματος το οποίο οδηγείται προς αμαλγάμωση ή άλλη μορφή επεξεργασίας (π.χ., τήξη). Στη Ν. Αφρική, στο 50% των μεταλλείων χρυσού εφαρμόζεται βαρυτομετρικός εμπλουτισμός (Ζευγώλης, 2003).

Επίπλευση εφαρμόζεται κατά τον εμπλουτισμό θειούχων ορυκτών τα οποία περιέχουν και χρυσό (Ζευγώλης, 2003).

Γ) Μέθοδοι επεξεργασίας μεταλλευμάτων χρυσού

Υπάρχουν δύο κατηγορίες μεθόδων:

1. Μέθοδοι απευθείας επεξεργασίας

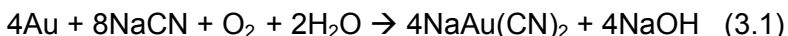
Πρόκειται για μεθόδους στις οποίες μετά τη βιομηχανική προπαρασκευή (θραύση-λειοτρίβηση) και τον ενδεχόμενο εμπλουτισμό του μεταλλεύματος ακολουθεί εκχύλιση. Τέτοια μεταλλεύματα, κατάλληλα για απευθείας επεξεργασία είναι εκείνα της Θράκης. Στο μέταλλευμα Σαππών, το διάγραμμα ροής ολοκληρώνεται προ της εκχύλισης, δηλαδή, εφαρμόζεται μόνο εμπλουτισμός (βαρυτομετρικός διαχωρισμός και επίπλευση), χωρίς εκχύλιση και σε εκείνο του Περάματος εφαρμόζεται μόνο εκχύλιση χωρίς εμπλουτισμό. Υπάρχουν 4 μέθοδοι εκχύλισης: Η κυάνωση, η θειουρία, η αμαλγάμωση και η χρήση αλογόνων (Ζευγώλης, 2003).

α) Κυάνωση

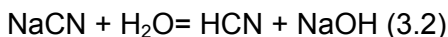
Η μέθοδος της κυάνωσης εφαρμόζεται από το 1889. Είναι παγκοσμίως, η πιο διαδεδομένη μέθοδος εκχύλισης χρυσού. Συγκεκριμένα, από τα 460 χρυσωρυχεία σε λειτουργία σε όλο τον κόσμο, σε πάνω από 400 χρησιμοποιείται η κυάνωση και παράγεται το 92% της παγκόσμιας παραγωγής χρυσού. Δηλαδή, τα περισσότερα μεταλλεύματα χρυσού εκχυλίζονται με τη μέθοδο της κυάνωσης (Ζευγώλης, 2003).

Μετά την αποδέσμευση του χρυσού (θραύση-λειοτρίβηση) και τυχόν εμπλουτισμό του μεταλλεύματος, ακολουθεί συνήθως εκχύλιση με αραιό διάλυμα NaCN , υπό

ατμοσφαιρική πίεση και οξειδωτικές συνθήκες, συμφωνά με την αντίδραση :



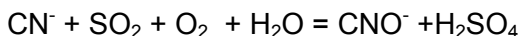
Εκτός από την αντίδραση αυτή έχουμε και εκείνη της υδρόλυσης του NaCN:



Το HCN είναι τοξικό και επικίνδυνο. Όμως, η προσθήκη βάσης (CaO), δεν επιτρέπει να προχωρήσει η αντίδραση (3.2) προς τα δεξιά.

Όσον αφορά το NaCN, το οποίο είναι και αυτό επικίνδυνο συστατικό, κατά την διαχείρισή του λαμβάνονται μέτρα σύμφωνα με τους διεθνείς κώδικες, για την παραγωγή, μεταφορά και χρήση του. Πρέπει δηλαδή, να υπάρχει συνεχής παρακολούθηση, έλεγχος, δειγματοληψία και συνεχής καταγραφή στοιχείων, σχετικά με τη συγκέντρωση ή την παρουσία κυανίου, στα διαλύματα της παραγωγικής διεργασίας ή στην ατμόσφαιρα εργασίας, τόσο από την πλευρά του εργοστασίου όσο και από ανεξάρτητους ιδιωτικούς ή κρατικούς φορείς. Αυτό συμβαίνει σε όλα τα σύγχρονα εργοστάσια. Εξάλλου, από την παγκόσμια παραγωγή NaCN (1,300,000 t/έτος, περίπου), το 15%, περίπου, χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία Au και Ag, δηλαδή, 200.000 t/έτος και το υπόλοιπο (1,100,000 t/έτος) σε άλλες χρήσεις (Ζευγώλης, 2003).

Ο διαλύτης, (NaCN), κατά την κυάνωση βρίσκεται σε σχετικά χαμηλή συγκέντρωση CN^- (-0.02% ή 200 ppm ή 200 mg/l) και σε pH 10,5-11,5, ενώ στα τέλματα από την εκχύλιση, τα οποία έχουν συγκέντρωση κυανιούχων CN^- ~100 ppm γίνεται αποδόμηση των ελεύθερων και των σύμπλοκων κυανιόντων προς κυανικά CNO^- , σε pH 7 -10 και ατμοσφαιρικές συνθήκες. Πρόκειται για τη μέθοδο SO_2/O_2 της INCO η οποία εφαρμόζεται σε δεκάδες εργοστάσια και προτάθηκε να χρησιμοποιηθεί και στο κοίτασμα του Περάματος Θράκης. Έτσι, η συγκέντρωση των κυανιόντων στη λεκάνη των τελμάτων, είναι μικρότερη από 1 ppm. Δηλαδή, υπάρχει και εφαρμόζεται μέθοδος καταστροφής των κυανιόντων πριν αποτεθούν μαζί με τα τέλματα της αποδεκτής διεργασίας, σύμφωνα με την αντίδραση:



Έτσι λοιπόν, από περιβαλλοντικής άποψης, η μέθοδος της κυάνωσης εφαρμόζεται διεθνώς και θεωρείται ασφαλής, παρότι το NaCN είναι επικίνδυνο συστατικό. Πρέπει όμως να αναφερθεί ότι πρόσφατα συνέβησαν ατυχήματα από διαρροή CN^- . Αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι θα πρέπει σταματήσει η χρησιμοποίηση του NaCN στην παραγωγή χρυσού ή σε άλλες βιομηχανικές εφαρμογές. Αντίθετα μάλιστα, αυτό σημαίνει ότι τα συγκεκριμένα ατυχήματα θα μελετηθούν σε έκταση και βάθος, ώστε να ληφθούν πρόσθετα προληπτικά μέτρα αποφυγής παρόμοιων ατυχημάτων στο μέλλον (Ζευγώλης,

2003).

β) Θειουρία

Η εκχύλιση με θειουρία αναπτύχθηκε κατά τη δεκαετία του 40, στην τέως Σοβιετική Ένωση. Δεν έχει βρει όμως εφαρμογή στις χώρες της Δύσης, εξαιτίας του υψηλού κόστους και επειδή απαιτείται υψηλή συγκέντρωση-κατανάλωση θειουρίας (30 g/l στο διαλύτη, έναντι 0.2-2.0 g/l NaCN) και παρουσία πολύ όξινων συνθηκών εκχύλισης.

Από περιβαλλοντική άποψη, η εκχύλιση με θειουρία παρουσιάζει πρόβλημα διαχείρισης των υγρών αποβλήτων, λόγω υψηλής συγκέντρωσης θειουρίας και οξέος (Ζευγώλης, 2003).

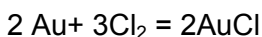
γ) Αμαλγάμωση

Είναι η αρχαιότερη μέθοδος εξαγωγής χρυσού. Αναφέρεται από τον Θεόφραστο το 300 π.Χ. Πρόκειται για τη διαλυτοποίηση του Au από Hg, ακολουθούμενη από την απόσταξη του Hg από το κράμα Au-Hg προς χρυσό και ατμούς υδραργύρου. Η μέθοδος έχει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα εξ' αιτίας του Hg και δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε θειούχα μεταλλεύματα. Ακόμη, έχει χαμηλή απόδοση (75-80%).

Σήμερα, δεν εφαρμόζεται στο σύνολο του μεταλλεύματος, παρά μόνο στο συμπύκνωμα του βαρυτομετρικού διαχωρισμού. Αλλά και εκεί τείνει να καταργηθεί εξ' αιτίας των σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων, λόγω του Hg. Στα λίγα εργοστάσια που εφαρμόζεται, πρέπει να λαμβάνονται αυστηρά μέτρα για τη συλλογή των ατμών και για την πρόληψη τυχόν διαρροών Hg (Ζευγώλης, 2003).

δ) Χρήση αλογόνων

Τα αλογόνα, πλην του φθορίου, διαλυτοποιούν το Au. Η διαλυτοποίηση γίνεται σύμφωνα με την ταχεία αντίδραση:



Η μέθοδος της χλωρίωσης είναι ακριβή και το χλώριο τοξικό, διαβρωτικό και επικίνδυνο αέριο. Επίσης, διαλυτοποιεί τα βαρέα μέταλλα, τα οποία στη συνέχεια δημιουργούν πρόσθετα περιβαλλοντικά προβλήματα, κατά τη διάθεση των υγρών αποβλήτων. Επίσης υπάρχει κίνδυνος αερίων χλωριούχων εκπομπών στην ατμόσφαιρα και απαιτούνται πολύ αυστηρές προδιαγραφές στο δίκτυο του αερίου χλωρίου (Ζευγώλης, 2003).

Η μέθοδος της χλωρίωσης αντικαταστάθηκε από τη μέθοδο της κυάνωσης, παρότι έχει πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα από την κυάνωση (Ζευγώλης, 2003).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι υπάρχουν δύο τεχνικές εκχύλισης. Αυτές είναι (Ζευγώλης, 2003):

- Εκχύλιση σε σωρούς
Η μέθοδος εφαρμόζεται σε φτωχά μεταλλεύματα, με περιεκτικότητα 1-4 g/t, ανάλογα και με την κοκκομετρία, μετά από θραύση του μεταλλεύματος. Το μεταλλευμα πρέπει να επιτρέπει τη διέλευση του εκχυλιστικού μεταλλεύματος. Το μεταλλοφόρο διάλυμα είναι πολύ αραιό και περιέχει 0,35-3,5 ppm (mg/l) Au.
- Εκχύλιση σε αντιδραστήρες εν σειρά (Pachuca agitation tanks).
Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται για περιεκτικότητα Au > 4 g/t μεταλλεύματος, περίπου. Μετά από λειοτρίβηση του μεταλλεύματος, σχηματίζεται πολφός με 45-50% στερεά. Το pH ρυθμίζεται στο 10,5 -10,6 με προσθήκη Ca(OH)₂. Η ανάδευση γίνεται με αέρα. Οι αντιδραστήρες είναι στεγανοί. Το μεταλλοφόρο διάλυμα περιέχει 2-15 mg/l Au.

Το μεταλλοφόρο διάλυμα περιέχει -1 ppm Au όταν προέρχεται από σωρούς και 2-15 ppm Au όταν προέρχεται από αναδεδυμένους αντιδραστήρες (Pachuca). Ακόμη, περιέχει 20-200 ppm CN⁻. Οι τρόποι με τους οποίους πραγματοποιείται η ανάκτηση του Au αναλύονται στην συνέχεια (Ζευγώλης, 2003).

α) Ανάκτηση Au με ενεργό άνθρακα [Carbon in Pulp (CIP), Process]

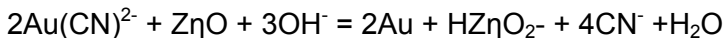
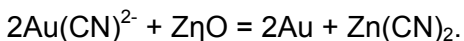
Η μέθοδος στηρίζεται στην προσρόφηση των σύμπλοκων κυανιούχων του Au, στην επιφάνεια ενεργού άνθρακα.

Κατά το επόμενο στάδιο της εκρόφησης, η ισορροπία προσρόφησης-ρόφησης αντιστρέφεται και ο Au επιστρέφει στο διάλυμα προς ηλεκτράνάκτηση. Με τη μέθοδο Zadra η εκρόφηση του Au από τον άνθρακα γίνεται με διάλυμα 0,1% NaCN και 1% NaOH σε συνθήκες T=85-95 °C, P=1 atm και t = 24-60 h.

Το κυριότερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτείται προεπεξεργασία του μεταλλοφόρου (χρυσοφόρου) διαλύματος πριν την ανάκτηση.

β) Καταβύθιση με ZnO

Ο Zn είναι ηλεκτραρνητικότερος του Au. Συνεπώς, τον αντικαθιστά από τα διαλύματά του.



Η μέθοδος εφαρμοζόταν μέχρι το 1950, οπότε εμφανίσθηκε η μέθοδος του ενεργού άνθρακα.

γ) Ηλεκτράνκτηση

Η μέθοδος περιλαμβάνει (Ζευγώλης, 2003):

- Ανακύκλωση διαλύματος ηλεκτρολύτη στο κύκλωμα κυάνωσης
- Ο χρυσός που ανακτάται είναι μεγάλης καθαρότητας
- Ένα πλούσιο διάλυμα έχει συγκέντρωση 0,035-0,900 g/l Au

δ) Ιονεναλλαγή

Εδώ γίνεται ανταλλαγή ανιόντων του ιονεναλλάκτη με τα σύμπλοκα ανιόντα χρυσού. Βρίσκεται σε περιορισμένη βιομηχανική εφαρμογή και συγκεκριμένα μόνο στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης (Ζευγώλης, 2003).

2. Μέθοδοι με προεπεξεργασία του δυσκατέργαστου μεταλλεύματος

Πρόκειται για μεθόδους στις οποίες προηγείται της εκχύλισης κάποια χημική προεπεξεργασία. Τέτοια μεταλλεύματα, στα οποία απαιτείται χημική προεπεξεργασία, είναι εκείνα της Χαλκιδικής (Ζευγώλης, 2003).

Δυσκατέργαστο είναι ένα χρυσοφόρο μετάλλευμα όταν η εξαγωγή του Au με τις συνήθεις μεθόδους κυάνωσης είναι χαμηλή (κάτω από 10%, περίπου). Εδώ, συνήθως ο Au βρίσκεται διεσπαρμένος σε υπομικροσκοπική μορφή μέσα στο πλέγμα των ορυκτών FeS_2 και FeAsS ή σε μορφή στερεού διαλύματος. Οι αιτίες δυσκατεργαστότητας σε ένα χρυσοφόρο μετάλλευμα είναι οι εξής: (Ζευγώλης, 2003)

- Εγκλωβισμός του χρυσού μέσα στο πλέγμα των θειούχων ορυκτών
- Η παρουσία στο διάλυμα κυάνωσης προϊόντων διάσπασης των θειούχων ορυκτών τα οποία καταναλώνουν κυάνιο ή οξυγόνο.
- Παρουσία ανθρακικών ορυκτών στο μετάλλευμα που έχουν την τάση να προσροφούν τα σύμπλοκα Au από το κυανιούχο διάλυμα.
- Σχηματισμός προστατευτικής στοιβάδας από διάφορες ενώσεις (οξείδια σιδήρου ενώσεις Sb και Pb επάνω στην επιφάνεια των κόκκων του μεταλλεύματος).
- Ύπαρξη του Au υπό μορφή αδιάλυτων κραμάτων ή ενώσεων .
- Αδρανοποίηση της ανοδικής διάλυσης του Au όταν είναι σε επαφή με άλλα αγώγιμα ορυκτά.

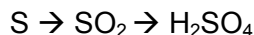
Για να επιτευχθεί ικανοποιητική ανάκτηση Au από δυσκατέργαστα μεταλλεύματα απαιτείται πλήρης διάσπαση του κρυσταλλικού πλέγματος των ορυκτών στα οποία είναι εγκλωβισμένος. Αν ο Au είναι υπό μορφή ενώσεων ή κραμάτων πρέπει να μετατραπεί σε εκχυλίσιμες ενώσεις. Συνεπώς, για να επιτευχθεί απελευθέρωση του χρυσού, απαιτείται οξειδωτική προεπεξεργασία του μεταλλεύματος ή συμπυκνώματος.

Οι μέθοδοι προεπεξεργασίας των δυσκατέργαστων θειούχων μεταλλευμάτων ή

συμπυκνωμάτων παρουσιάζονται στη συνέχεια (Ζευγώλης, 2003).

α) Οξειδωτική φρύξη

Κατά την οξειδωτική φρύξη γίνεται μετατροπή του θειούχου σιδήρου σε πορώδη οξείδια Fe, ώστε ο Au να είναι προσπελάσιμος από το κυανιούχο διάλυμα. Δηλαδή, κατά τη φρύξη πραγματοποιείται η αντίδραση:

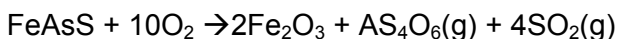
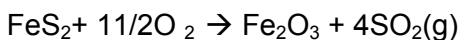


Το As κατανέμεται μεταξύ αέριας φάσης και φρύγματος, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες. Στο φρύγμα το As παραμένει ως $FeAsO_4$ (αρσενικός σίδηρος). Στην αέρια φάση (όταν $T > 180^\circ C$), ως $As_4O_6(g)$. Αν η αέρια φάση ψυχθεί ($T < 180^\circ C$), το $As_2O_6(g)$ συμπυκνώνεται προς $As_2O_3(S)$. Η αποθήκευση του $As_2O_3(S)$ απαιτεί τη λήψη ειδικών μέτρων, λόγω της μεγάλης του τοξικότητας (Ζευγώλης, 2003).

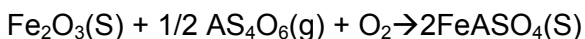
Τα δυσκατέργαστα μεταλλεύματα ή συμπυκνώματα περιέχουν, κατά κανόνα, θειούχες ή τελλουριούχες ή αρσενικούχες ή και υδραργυρούχες ενώσεις. Κατά την οξειδωτική φρύξη παράγονται οξείδια του θείου και αρσενικού και ενώσεις τελλουρίου και υδραργύρου και μαζί με τις σκόνες παρασύρονται στα απαέρια της φρύξης. Επομένως, απαιτούνται κατάλληλες εγκαταστάσεις για τον έλεγχο των αερίων και των στερεών εκπομπών (Ζευγώλης, 2003).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι στη μέθοδο οξειδωτικής φρύξης υπάρχουν και παραλλαγές. Αυτές είναι η οξειδωτική φρύξη ενός σταδίου και η οξειδωτική φρύξη δύο σταδίων.

Στην οξειδωτική φρύξη ενός σταδίου πραγματοποιείται φρύξη με περίσσεια αέρα σε ένα στάδιο:



Αντίδραση $As_4O_6(g)$ με $Fe_2O_3(S)$ και O_2 :

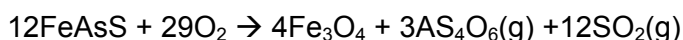


Έτσι, μέρος του As, (30-40%), ακολουθεί το φρύγμα. Το υπόλοιπο As ακολουθεί την αέρια φάση $As_4O_6(g)$ και ανακτάται ως $As_2O_3(S)$ μετά από ψύξη ($T < 180^\circ C$).

Η μέθοδος της οξειδωτικής φρύξης δύο σταδίων είναι κατάλληλη για αρσενικούχα συμπυκνώματα. Εφαρμόζεται για την πλήρη απομάκρυνση του As στα απαέρια. Αυτό επιτυγχάνεται με φρύξη δύο σταδίων.

Κατά το πρώτο στάδιο, παρέχεται το 70-80% του στοιχειομετρικά απαιτούμενου

O₂, ώστε το φρύγμα να έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε As και να περιέχει κυρίως μαγνητίτη:



Ο μαγνητίτης δεν αντιδρά όπως ο αιματίτης με το AS₄O₆(g) οπότε επιτυγχάνεται σχεδόν πλήρης απομάκρυνση του As από το φρύγμα (Ζευγώλης, 2003).

Στο δεύτερο στάδιο ο μαγνητίτης μετατρέπεται σε αιματίτη με παροχή περίσσειας αέρα.



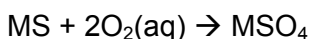
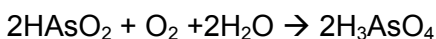
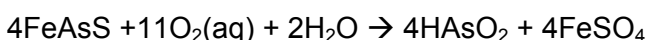
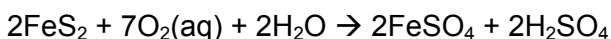
Τα απαέρια και των δύο σταδίων οδηγούνται σε εγκατάσταση καθαρισμού όπου συγκρατείται το As ως AS₂O₃(S) και μετά οδηγούνται στην εγκατάσταση παραγωγής H₂SO₄. Σε διαφορετική περίπτωση, το AS₂O₃(S) προκαλεί δηλητηρίαση του καταλύτη (Ζευγώλης, 2003). Για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που παρουσιάζονται:

- Απαιτούνται αυστηρές προδιαγραφές στο κύκλωμα φρύξης και καθαρισμού των αερίων (εργοστασιακός χώρος-συνθήκες εργασίας).
- Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την αποθήκευση AS₂O₃ (μεγάλη τοξικότητα).
- Αν το AS₂O₃ δεν μπορεί να διατεθεί στο εμπόριο, θα πρέπει να μετατραπεί σε αρσενικό οξείδιο (FeAsO₄). Ο FeAsO₄ είναι σταθερή ένωση που μπορεί να αποκτηθεί με ασφάλεια. Το κόστος μετατροπής είναι πολύ υψηλό και οι ποσότητες FeAsO₄ πολύ μεγάλες.

β) Οξειδωτική εκχύλιση υπό πίεση (υδατική οξείδωση υπό πίεση) σε υψηλή θερμοκρασία (μέθοδος Sherrit-Gordon)

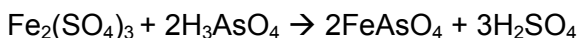
Συνθήκες: Πολφός, T = 180 -210 °C, P = 1800 -2200 kPa, πολύ όξινο περιβάλλον, ατμόσφαιρα O₂ και t = 1-3 h.

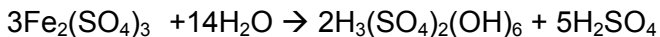
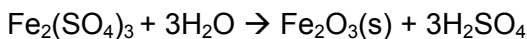
Κύριες αντιδράσεις οξείδωσης (διάσπασης του πλέγματος των πυριτών) στο αυτόκλειστο.



Όπου M= Pb, Zn, Cu, Ni, Co, ...

Αντιδράσεις καταβύθισης στο αυτόκλειστο:





Εδώ σχηματίζονται αρσενικός σίδηρος, αιματίτης, βασικά θειικά άλατα και ζαροσίτες (Ζευγώλης, 2003).

Το όξινο διάλυμα πριν απορριφθεί εξουδετερώνεται με ασβέστη ή ασβεστόλιθο και σχηματίζεται CaSO_4 και FeAsO_4 (Ζευγώλης, 2003).

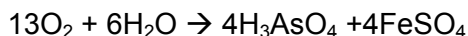
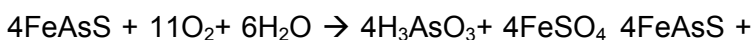
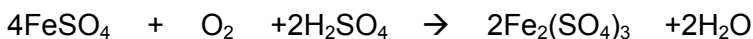
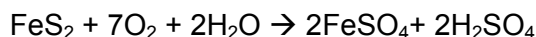
Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι τα στερεά απόβλητα είναι μη τοξικά και ότι υπάρχει απουσία υγρών ή αερίων αποβλήτων (Ζευγώλης, 2003).

Αντίθετα τα περιβαλλοντικά μειονεκτήματα είναι ότι το θείο και το αρσενικό δεν ανακτώνται και αποβάλλονται ως στερεά απόβλητα (CaSO_4 και FeAsO_4). Επίσης απαιτείται μεγάλος χώρος απόθεσης, λόγω της μεγάλης ποσότητας στερεών αποβλήτων. Τέλος παράγονται όξινα διαλύματα και απαιτείται μεγάλο φράγμα απόθεσης στερεών αποβλήτων (Ζευγώλης, 2003).

γ) Βακτηριακή οξείδωση

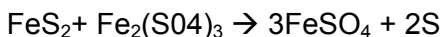
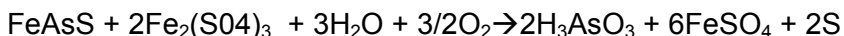
Η βακτηριακή οξείδωση FeS_2 και FeAsS μπορεί να απελευθερώσει το χρυσό που βρίσκεται εγκλωβισμένος σε αυτά τα ορυκτά και να επιτρέψει την εκχύλισή του με NaCN .

Ο άμεσος μηχανισμός της μεθόδου περιλαμβάνει τις εξής αντιδράσεις:

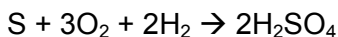


Οι μικροοργανισμοί συμβάλλουν στην οξείδωση των θειούχων ορυκτών.

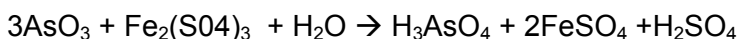
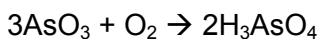
Στις αντιδράσεις που περιλαμβάνονται στον έμμεσο μηχανισμό της μεθόδου ο Fe^{3+} που παράγεται αντιδρά με τα θειούχα ορυκτά:



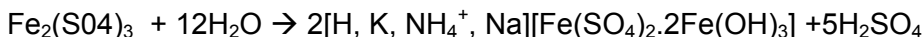
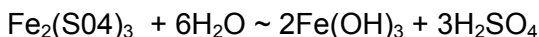
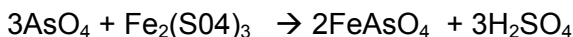
Το S οξειδώνεται κατά την αντίδραση:



Η οξείδωση του As^{3+} σε As^{5+} γίνεται ως εξής:



Ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες (pH, EMF, λόγος Fe/As, συγκέντρωση των κατιόντων K^+ , Na^+ και NH_4^+) σχηματίζονται τα ιζήματα:



3.4 Ο Ελληνικός χρυσός

Στο τμήμα αυτό του εν λόγω κεφαλαίου γίνεται ανάλυση των κοιτασμάτων χρυσού στην Χαλκιδική. Πρόκειται για σημαντικά κοιτάσματα χρυσού, για τα οποία έγιναν σημαντικές επενδύσεις από ελληνικές και πολυεθνικές εταιρείες. Μάλιστα οι εταιρείες αυτές είχαν προχωρήσει και στον σχεδιασμό μονάδων παραγωγής χρυσού, κάτι όμως που δεν πραγματοποιήθηκε κυρίως εξ' αιτίας των αντιδράσεων των κατοίκων των περιοχών, όπως συνέβη στην Χαλκιδική με την εταιρεία 'TVX HELLAS', που παρουσιάζεται στην συνέχεια. Η Ελλάδα διαθέτει επίσης χρυσοφόρα κοιτάσματα στην Δυτική Θράκη και στην Μήλο (Δημητριάδης, 1996).

Το μέταλλευμα της Χαλκιδικής είναι δυσκατέργαστο μέταλλευμα χρυσοφόρων πυριτών και παρουσιάζει τα εξής προβλήματα (Δημητριάδης, 1996):

- Ο χρυσός είναι διασπαρμένος μέσα στο κρυσταλλικό πλέγμα των πυριτών.
- Μεγάλη περιεκτικότητα αρσενικού (περιβαλλοντικά προβλήματα). Απαραίτητη η απομάκρυνση του αρσενικού υπό μορφή σταθερών, μη τοξικών ιζημάτων, π.χ. αρσενικού σιδήρου.

Στον πίνακα 3.6 παρουσιάζεται η μέση χημική ανάλυση πυριτών Ολυμπιάδας.

Πίνακας 3.6: Μέση χημική ανάλυση πυριτών Ολυμπιάδας (Δημητριάδης, 1996).

Συστατικό	%
S	41
Fe	40
As	10-12
Au	25 g/t
Ag	35 g/t

Συνεπώς, είναι αναγκαία η οξειδωτική προεπεξεργασία προς απελευθέρωση του χρυσού από το πλέγμα FeS_2 και $FeAsS$.

Η μέθοδος επεξεργασίας που ακολουθείται είναι η οξειδωτική φρύξη υπό πίεση (μέθοδος Sheritt-Gordon), η οποία είναι περιβαλλοντικά αποδεκτή. Η επεξεργασία των πυριτών Ολυμπιάδας πραγματοποιείται σε πέντε στάδια, τα οποία παρουσιάζονται στην συνέχεια (Δημητριάδης, 1996).

1. Προετοιμασία συμπακνώματος: Λειοτρίβηση συμπακνώματος (-325 mesh)

2. Οξειδωτική Εκχύλιση Υπό Πίεση: Συνθήκες στο αυτόκλειστο: $T = 185-190\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1800\text{ kPa}$, O_2

3. Έκπλυση στερεών.

4. Κυάνωση-Ανάκτηση χρυσού.

Το στερεό της έκπλυσης υφίσταται κυάνωση παρουσία ενεργού άνθρακα με αποτέλεσμα την ταυτόχρονη προσρόφηση του εκχυλισθέντος χρυσού στους κόκκους του ενεργού άνθρακα.

Η εκχύλιση του χρυσού από τον ενεργό άνθρακα γίνεται με την μέθοδο Zadra. Το στερεό κατάλοιπο της κυάνωσης αποτίθεται στο φράγμα απόθεσης. Το κυοφορούν διάλυμα ηλεκτρολύεται σε κυψέλες τύπου MINTEK (Δημητριάδης, 1996).

5. Εξουδετέρωση-Διαχείριση Αποβλήτων.

Το όξινο διάλυμα που προκύπτει μετά το κύκλωμα έκπλυσης εξουδετερώνεται με CaO ή CaCO_3 (Δημητριάδης, 1996).

Η χημική ανάλυση των υγρών αποβλήτων πριν και μετά την εξουδετέρωσή τους δίνεται στον πίνακα 3.7

Πίνακας 3.7: Χημική ανάλυση των υγρών αποβλήτων πριν και μετά την εξουδετέρωση (Δημητριάδης, 1996).

Στοιχείο	Ανάλυση πριν την εξουδετέρωση (mg/l)	Ανάλυση μετά την εξουδετέρωση (mg/l)
As	2140	0,13
Cd	-	<0,05
Fe	10200	0,22
Mg	30	9,2
Mn	30	<0,01
Ni	-	-
H_2SO_4	11400	(9,6)
Zn	280	<0,05
Fe/As (molar)	6,4/l	-

Κατά την εξουδετέρωση, καταβυθίζονται οι περιεχόμενες θειϊκές ενώσεις υπό μορφή γύψου, του As υπό μορφή αρσενικού Fe , (FeAsO_4), ενώ ο υπόλοιπος Fe και τα υπόλοιπα βαρέα μέταλλα υπό μορφή υδροξειδίων. Ακολουθεί διαχωρισμός υγρών στερεών. Τα στερεά οδηγούνται στο φράγμα απόθεσης.

3.5 'TVX ΕΛΛΑΣ Α.Ε.'

3.5.1 Γενικά στοιχεία

Στην Ελλάδα η κυριότερη μεταλλευτική μονάδα χρυσού ήταν της Καναδικής κοινοπραξίας TVX Gold Inc, στην περιοχή Κασσάνδρας στην Χαλκιδική. Η επιχείρηση μέχρι το 2000 ήταν βιώσιμη. Σήμερα έχει αναστείλει την λειτουργία της, εξ' αιτίας της απόσυρσης της επένδυσης από την Καναδική κοινοπραξία, την οποία προκάλεσαν οι αντιδράσεις εκ μέρους της τοπικής κοινωνίας. Εντούτοις, καταβάλλονται προσπάθειες για την επαναλειτουργία των μεταλλείων, ενώ σε περίπτωση που κάτι τέτοιο επιτευχθεί υπάρχει μεγάλη πιθανότητα λειτουργίας μονάδας παραγωγής στα πρότυπα αντίστοιχων μονάδων του εξωτερικού (Δημητριάδης, 1996).

Το πολυμεταλλικό θειούχο κοίτασμα της Ολυμπιάδας ανακαλύφθηκε το 1969, ύστερα από εκτεταμένο πρόγραμμα γεωτρήσεων. Γεωμορφολογικά το κοίτασμα της Ολυμπιάδας αποτελείται από δυο ανεξάρτητους φακούς. Η εκμετάλλευση του κοιτάσματος άρχισε το 1976 μετά την εγκατάσταση στην περιοχή του αντίστοιχου εργοστασίου εμπλουτισμού. Από το 1976 μέχρι το 2000 πάνω από 3.000.000 τόνοι μεταλλεύματος είχαν εξορυχθεί από το μεταλλείο Ολυμπιάδας (Δημητριάδης, 1996).

Η ορυκτολογική εξέταση του μεταλλεύματος Ολυμπιάδας έδειξε την παρουσία των παρακάτω ορυκτών: σιδηροπυρίτη, αρσеноπυρίτη, γαληνίτη, τεναντίτη, χαλκοπυρίτη, βουρνίτη, βουλανζερίτη, μαρκασίτη, πυροτίνη. Κύριο χαρακτηριστικό του μεταλλεύματος είναι η λεπτοκοκκώδης υφή του, η ύπαρξη αντικαταστάσεων και στερεών διαλυμάτων, καθώς και η στενή συνύπαρξη των διαφόρων ορυκτών, παράμετροι που δημιουργούν προβλήματα στην φάση του εμπλουτισμού (Δημητριάδης, 1996).

Το μέταλλευμα που εξορυσσόταν, μεταφερόταν στο εργοστάσιο εμπλουτισμού, όπου κατεργαζόταν με την μέθοδο της διαφορικής επίπλευσης για την παραγωγή των συμπυκνωμάτων μολύβδου, ψευδαργύρου και χρυσοφόρου σιδηροπυρίτη. Η δυναμικότητα επεξεργασίας του εργοστασίου εμπλουτισμού της Ολυμπιάδας ήταν 900.000 τόνους μεταλλεύματος/ έτος (Δημητριάδης, 1996).

Η ανάκτηση του χρυσού από το μέταλλευμα της Ολυμπιάδας αποτέλεσε

αντικείμενο έρευνας της 'METBA A.E'. εταιρείας του ευρύτερου δημόσιου τομέα, που ιδρύθηκε με σκοπό την αξιοποίηση των μικτών θειούχων μεταλλευμάτων της χώρας. Παρόλα αυτά εξ' αιτίας των αντιδράσεων της τοπικής κοινωνίας, δεν υλοποιήθηκε η επένδυση της 'METBA', με αποτέλεσμα τα 'Μεταλλεία Κασσάνδρας' να περιέλθουν σε δεινή οικονομική κατάσταση, με αποτέλεσμα η εταιρεία ύστερα από δικαστική απόφαση τέθηκε υπό καθεστώς ειδικής εκκαθάρισης. Η εταιρεία ύστερα από την προκήρυξη τριών διαγωνισμών αγοράσθηκε από την Καναδική 'TVX GOLD INC'. Έτσι ουσιαστικά ιδρύθηκε η 'TVX HELLAS A.E.', που ήταν η Ελληνική ανώνυμη εταιρεία που ανέλαβε την λειτουργία των Μεταλλείων Κασσάνδρας με τους εξής στόχους (Δημητριάδης, 1996):

- Να ακολουθήσει σύγχρονες και τεχνολογικά προηγμένες μεθόδους εκμετάλλευσης και επεξεργασίας που δεν θα επιβάρυναν το περιβάλλον.
- Να λάβει όλα τα δυνατά μέτρα για την βελτίωση της παρούσας κατάστασης του περιβάλλοντος.
- Να εξασφαλίσει απασχόληση στην περιοχή τηρώντας αυστηρά τους κανόνες υγιεινής και ασφάλειας.
- Να αποτελέσει την κύρια πηγή εισοδήματος για την περιοχή.
- Να εξασφαλίσει την λειτουργία των μεταλλείων για 17 τουλάχιστον χρόνια, όση ήταν και η διάρκεια ζωής των μέχρι τότε βέβαιων αποθεμάτων των Μεταλλείων Κασσάνδρας.
- Να εντοπίσει νέα αποθέματα, ώστε να είναι δυνατή τόσο η περαιτέρω ανάπτυξη των μεταλλείων, όσο και η επέκταση του χρόνου εκμετάλλευσης τους. Για τον λόγο αυτόν σχεδιάστηκε εκτεταμένο πρόγραμμα γεωτρήσεων.

3.5.2 Επιλογή τεχνολογίας

Τα κριτήρια που εφαρμόστηκαν για την αξιολόγηση των δυνατών μεθόδων προεπεξεργασίας του μεταλλεύματος Ολυμπιάδας διακρίνονταν σε τεχνολογικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά και εμπορικά (Δημητριάδης, 1996):

(α) Τεχνολογικά

- Βαθμός ανάπτυξης και βιομηχανικές εφαρμογές.
- Βαθμός ανάκτησης των περιεχομένων αξιών στο συμπύκνωμα (χρυσός, άργυρος, θείο, αρσενικό).
- Κατανάλωση ενέργειας και πρώτων υλών.

(β) Περιβαλλοντικά

- Ποιότητα και ποσότητα αποβλήτων
- Συμβατότητα αποβλήτων με περιβαλλοντικούς κανονισμούς

(γ) Οικονομικά

- Πάγιο και λειτουργικό κόστος, ετήσια έσοδα.
- Απόδοση κεφαλαίου
- Κόστος ανάπτυξης της μεθόδου

(δ) Εμπορικά

- Ποιότητα προϊόντων και παραπροϊόντων
- Δυνατότητες-Περιορισμοί εμπορίας

Η ικανοποίηση ορισμένων από τα κριτήρια αυτά, όπως Περιβαλλοντικά, Βαθμός αναπτύξεως-Βιομηχανικές εφαρμογές και Δυνατότητες-Περιορισμοί Εμπορίας, αποτέλεσε απαραίτητη προϋπόθεση για την περαιτέρω αξιολόγηση των εναλλακτικών μεθόδων (Δημητριάδης, 1996).

Η επιλογή τεχνολογίας για την επεξεργασία του χρυσοφόρου μεταλλεύματος Ολυμπιάδας ήταν εξαιρετικά δύσκολη, λόγω των ιδιοτεροτήτων που παρουσίαζε το μετάλλευμα επειδή (Δημητριάδης, 1996):

- Ανήκε στην κατηγορία των δυσκατέργαστων χρυσοφόρων μεταλλευμάτων. Ο χρυσός βρισκόταν εγκλωβισμένος στο πλέγμα των θειούχων ορυκτών και δεν ήταν άμεσα ανακτήσιμος. Έτσι ήταν απαραίτητη μια οξειδωτική επεξεργασία, η οποία θα διασπούσε το πλέγμα των θειούχων ορυκτών και θα αποδέσμευε τον περιεχόμενο χρυσό.
- Είχε υψηλή περιεκτικότητα σε αρσενικό και επιβαλλόταν προσεκτική επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας και σχεδιασμός των επιμέρους διεργασιών επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων και απόθεσης των στερεών καταλοίπων της επεξεργασίας με τρόπο περιβαλλοντικά αποδεκτό.

Οι διαθέσιμες τεχνολογίες για την επεξεργασία παρομοίων μεταλλευμάτων είναι τρεις: η μέθοδος της φρύξης, η μέθοδος της υδατικής οξείδωσης υπό πίεση και η μέθοδος της βακτηριακής οξείδωσης. Αυτές οι μέθοδοι αναπτύχθηκαν παραπάνω (Δημητριάδης, 1996).

3.5.3 Περιβαλλοντικά θέματα της ‘TVX ΕΛΛΑΣ Α.Ε’

Στα πλαίσια του προγράμματός της η ‘TVX ΕΛΛΑΣ Α.Ε’ και πριν την υπογραφή της σύμβασης με το Ελληνικό δημόσιο για την εξαγορά των Μεταλλείων Κασσάνδρας είχε εκπονήσει μελέτες ύψους 250.000 Ευρώ περίπου που αφορούσαν καταγραφή περιβαλλοντικής κατάστασης των εν λόγω μεταλλείων, διαχείριση υδάτων και μελέτη επιφανειακών καθιζήσεων. Οι παραπάνω μελέτες αποτέλεσαν την βάση για τον σχεδιασμό του περιβαλλοντικού προγράμματος της εταιρείας. Από καταγραφές της τότε κατάστασης αποδείχτηκε ότι μακροχρόνια δραστηριότητα στην περιοχή θα είχε αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ως σημαντικά προβλήματα είχαν καταγραφεί οι σωροί συμπυκνωμάτων αρσενιοπυρίτη στην Ολυμπιάδα, η οξείδωση των μεταλλευτικών απορριμμάτων, ο σχηματισμός όξινης απορροής μεταλλείων (ΟΑΜ) στο Στρατώνι και η συνακόλουθη επιρύπανση των επιφανειακών υδάτων. Αυτές οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την δραστηριότητα της εταιρείας αποτέλεσαν και την απαρχή των αντιδράσεων της τοπικής κοινωνίας, που οδήγησαν στην προσωρινή αναστολή λειτουργίας των Μεταλλείων και των υπόλοιπων βιομηχανικών μονάδων (Δημητριάδης, 1996).

Όσο αναφορά τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της μονάδας χρυσού αυτά ήταν:

α) Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα της μονάδας χρυσού αποτελούσαν σύνθεση του ιζήματος που καταβυθιζόταν κατά την εξουδετέρωση του όξινου αρσενικούχου διαλύματος στο κύκλωμα εξουδετέρωσης και των οξειδωμένων στερεών που καταβυθίζονταν στα αυτόκλειστα κατά την οξείδωση του μεταλλεύματος, αφού φυσικά είχε προηγηθεί ανάκτηση του περιεχόμενου χρυσού. Το στερεό κατάλοιπο της επεξεργασίας αποτελούνταν από γύψο, πυριτικά και αργίλικα ορυκτά, υδροξείδια μετάλλων και αρσενικό σίδηρο, που ως γνωστόν είναι μία από τις σταθερότερες ενώσεις αρσενικού που απαντούν στη φύση (Δημητριάδης, 1996).

Τα παραγόμενα στερεά απόβλητα παρουσίαζαν υψηλή σταθερότητα, που οφειλόταν στην καταβύθιση αρσενικού σιδήρου, εφόσον ο λόγος Fe/As ήταν μεγαλύτερος του 3. Πιο συγκεκριμένα το 90% του περιεχόμενου αρσενικού στην τροφοδοσία της Μεταλλουργίας Χρυσού καταβυθιζόταν στα αυτόκλειστα υπό μορφή κρυσταλλικών αρσενικών ενώσεων σιδήρου με συνθήκες καταβύθισης Fe/As [M]=3,2 στους 225°C, που ευνοούν ιδιαίτερα την παραγωγή σταθερών ιζημάτων. Επιπρόσθετα, με βάση

δοκιμές διαλυτοποίησης του αρσενικού που εκτελέστηκαν ο κρυσταλλικός σκοροδίτης ($\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) που καταβυθίζεται στα αυτόκλειστα είναι κατά 2-3 τάξεις μεγέθους σταθερότερος από τον άμορφο σκοροδίτη που καταβυθίζεται σε ατμοσφαιρικές συνθήκες. Το υπόλοιπο 10% του περιεχόμενου αρσενικού στην τροφοδοσία καταβυθίζεται στο κύκλωμα εξουδετέρωσης με προσθήκη ασβεστόλιθου-ασβέστη (Δημητριάδης, 1996).

Η προστασία του περιβάλλοντος και η αποφυγή ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα από ενδεχόμενη διαλυτοποίηση του αρσενικού εξασφαλιζόταν περαιτέρω με την διατήρηση προστατευτικής αλκαλικότητας από αποτιθέμενα στερεά απόβλητα. Για τον λόγο αυτό στο κύκλωμα της εξουδετέρωσης προβλεπόταν προσθήκη περίσσειας ασβεστόλιθου 15% και ασβέστη 300% σε σχέση με τις στοιχειομετρικές απαιτήσεις για την καταβύθιση του αρσενικού και των άλλων μετάλλων από το προς εξουδετέρωση αρσενικούχο διάλυμα (Δημητριάδης, 1996).

β) Υγρά απόβλητα

Στο εργοστάσιο Μεταλλουργίας Χρυσού προβλεπόταν πλήρης ανακύκλωση του νερού αποστράγγισης από την λεκάνη απόθεσης στο κύκλωμα έκπλυσης του εργοστασίου και επομένως δεν υπήρχε περίπτωση απόρριψης υγρών αποβλήτων σε φυσικό αποδέκτη. Ενδιαφέρον παρουσίαζε η εξέταση της ποιότητας των υγρών αποβλήτων που οδηγούνταν στην λεκάνη απόθεσης και της αποτίμησης του κινδύνου ρύπανσης του περιβάλλοντος (Δημητριάδης, 1996).

γ) Αέρια απόβλητα

Λόγω της υδρομεταλλουργικής φύσης της υδατικής οξείδωσης υπό πίεση δεν υπήρχαν αέριες εκπομπές As_2O_3 και SO_2 αντίθετα με ότι συνέβαινε στη φρύξη. Οι εκπομπές στην βιομηχανική μονάδα ήταν: (Δημητριάδης, 1996)

1. Εκπομπή ατμού από τα δοχεία εκτόνωσης των αυτοκλείστων, όπου προβλεπόταν εγκατάσταση συστήματος αυτοκαθαριστών και αφυγραντών για την εξάλειψη εκπομπής σταγονιδίων διαλύματος στην ατμόσφαιρα.
2. Εκπομπή ατμών από ανοικτές δεξαμενές (παχυντές, δεξαμενές εξουδετέρωσης, πύργοι ψύξης).
3. Εξαιρετικά περιορισμένη έκλυση HCN στις δεξαμενές CIP (δεξαμενές ανάκτησης του χρυσού με την διεργασία ενεργού άνθρακα). Όπως είναι γνωστό η έκλυση HCN εξαρτάται από το pH λειτουργίας του κυκλώματος της κυάνωσης. Σε $\text{pH}=11-11,5$ όπως προβλεπόταν για το κύκλωμα της κυάνωσης στη

Μεταλλουργία Χρυσού δεν υπήρχε κίνδυνος από άποψη υγιεινής, καθώς το 99% του περιεχομένου στο διάλυμα κυανίου βρισκόταν υπό μορφή κυανιόντων. Παρόλα αυτά στο σχεδιασμό του εργοστασίου της Μεταλλουργίας Χρυσού προβλεπόταν στο κύκλωμα της κυάνωσης η εγκατάσταση ανιχνευτών υδροκυανίου σε δύο επίπεδα προειδοποίησης και ανίχνευσης για την έγκαιρη διάγνωση και διόρθωση της λειτουργίας του κυκλώματος. Στις περιοχές προετοιμασίας του διαλύματος κυανιούχου νατρίου, αποφόρτισης του ενεργού άνθρακα και ηλεκτρόλυσης του κυοφορούντος διαλύματος χρυσού, προβλεπόταν επίσης εγκατάσταση αυτοκαθαριστών NaOH για την απορρόφηση των ατμών HCN. Ο κίνδυνος ανάμειξης NaCN και διαλύματος οξέος αποτρεπόταν από την κατάλληλη χωροθέτηση των σχετικών παραγωγικών τμημάτων και την απομόνωση των αντίστοιχων περιοχών τους με προστατευτικά τοιχία που λειτουργούσαν ως δευτερεύουσες δεξαμενές συλλογής των οποιωνδήποτε διαρροών. Το συμπέρασμα που προκύπτει από την περιγραφή της παραγωγικής διεργασίας, είναι ότι η μονάδα παραγωγής χρυσού λειτουργούσε σε κλειστό κύκλωμα, δεν θα είχε αέριες εκπομπές και δεν θα απέρριπτε υγρά απόβλητα στο περιβάλλον. Η λειτουργία της μονάδας βασιζόταν στην αρχή των μηδενικών εκπομπών-μηδενικών απορροών που αποτελεί την βασική επιθυμητή αρχή λειτουργίας των σύγχρονων μονάδων του εξωτερικού και χαρακτηρίζεται ως 'καθαρή τεχνολογία'.

3.5.4 Αναμενόμενα κοινωνικοοικονομικά οφέλη

Η αγορά των Μεταλλείων Κασσάνδρας και η προβλεπόμενη κατασκευή της μονάδας χρυσού από την 'TVX HELLAS A.E.' αποτέλεσε την μεγαλύτερη επένδυση των τελευταίων δεκαετιών στην Ελλάδα, συνολικού ύψους 2.000.000.000 Ευρώ περίπου (Δημητριάδης, 1996).

Η μονάδα παραγωγής είχε σχεδιαστεί για ετήσια παραγωγή 9300 κιλών χρυσού. Το άμεσο ετήσιο συναλλαγματικό όφελος για την εθνική οικονομία υπολογίστηκε ότι θα ήταν περίπου 62.000.000 Ευρώ. Στο ποσό αυτό θα πρέπει να προστεθούν και εισροές από την πώληση συμπυκνωμάτων μολύβδου και ψευδαργύρου, που ενδεχομένως θα συνεχιζόταν η παραγωγή τους σε όλο και μεγαλύτερες ποσότητες σε κάποιο μικρό βάθος χρόνου (Δημητριάδης, 1996).

Σημαντικό όφελος θα αποτελούσε η εξασφάλιση σημαντικού αριθμού θέσεων εργασίας 600 ατόμων σε πρώτη φάση για 15 χρόνια λειτουργίας του μεταλλείου (Δημητριάδης, 1996).

Η αγορά των Μεταλλείων Κασσάνδρας από την 'TVX HELLAS A.E.' απέφερε στο Δημόσιο 32.300.000 Ευρώ περίπου σε συνάλλαγμα, ενώ η ανάληψη μισθοδοσίας των εργαζομένων από την εταιρεία ελάφρυνε το Δημόσιο κατά 880.000 Ευρώ τον μήνα. Η κερδοφορία της 'TVX HELLAS A.E.' θα μπορούσε να αυξήσει τα έσοδα του Δημοσίου, αφού ένα σημαντικό μέρος των κερδών της εταιρείας θα παρέμενε στην Ελλάδα από την φορολόγηση των εσόδων της (Δημητριάδης, 1996).

Από τεχνολογική και επιστημονική πλευρά, η μονάδα παραγωγής χρυσού θα αποτελούσε μοναδική ευκαιρία για την εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών, που θα σχετίζονταν άμεσα και με την προστασία του περιβάλλοντος, τις οποίες θα γνώριζαν και στις οποίες θα εκπαιδεύονταν Έλληνες τεχνικοί και επιστήμονες (Δημητριάδης, 1996).

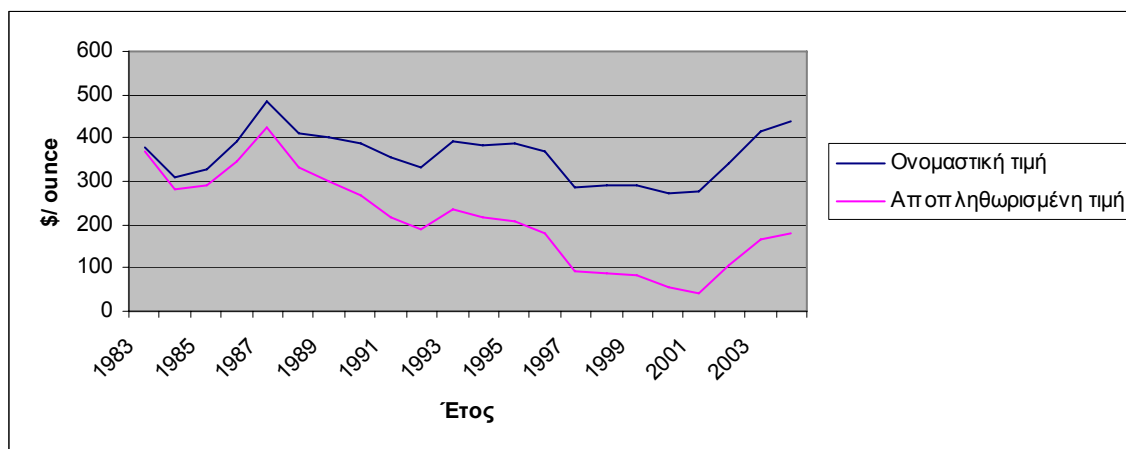
Η Ελλάδα θα συμπεριλαμβανόταν ανάμεσα στις χώρες παραγωγής χρυσού, αφού η μεταλλουργική δραστηριότητα στον τομέα του χρυσού θα αναπτυσσόταν για πρώτη φορά στην χώρα μας (Δημητριάδης, 1996).

Η περιοχή της ΒΑ Χαλκιδικής που έχει χαρακτηριστεί ως μια από τις φθίνουσες βιομηχανικές περιοχές της χώρας, με την επένδυση της 'TVX HELLAS A.E.' και την λειτουργία ενός βιομηχανικού έργου, θα αποκτούσε μια πρότυπη μονάδα από την λειτουργία της οποίας θα επηρεαζόταν θετικά το εισόδημα 25.000 κατοίκων, αφού το συνολικό κεφάλαιο που θα διακινούταν μηνιαίως, θα έφτανε στα 1.500.000 Ευρώ. Η έμμεση στήριξη θέσεων εργασίας από την λειτουργία των Μεταλλείων Κασσάνδρας και της μονάδας χρυσού είχε εκτιμηθεί σε 1:5, δηλαδή για κάθε ένα εργαζόμενο στα Μεταλλεία Κασσάνδρας πέντε θέσεις εργασίας θα υποστηρίζονταν στην ευρύτερη περιοχή (Δημητριάδης, 1996).

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται η μεγάλη σημασία που θα είχε η επαναλειτουργία των Μεταλλείων Κασσάνδρας και η κατασκευή εργοστασίου χρυσού για την ευρύτερη περιοχή της Χαλκιδικής, αλλά και για την χώρα μας γενικότερα, ακόμα και με διαφορετικό καθεστώς λειτουργίας από αυτό της TVX HELLAS A.E. Μία ενδεχόμενη κατασκευή της μονάδας παραγωγής χρυσού θα καθιστούσε την ελληνική μεταλλουργική βιομηχανία γενικότερα ιδιαίτερα ανταγωνιστική στο διεθνές στερέωμα (Δημητριάδης, 1996).

3.6 Προοπτικές ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας χρυσού

Στο σχήμα 3.2 απεικονίζονται οι διακυμάνσεις της ονομαστικών και των αποπληθωρισμένων τιμών του χρυσού από το 1983 έως και το 2004. Να σημειωθεί ότι για τον προσδιορισμό της αποπληθωρισμένης τιμής του χρυσού, λαμβάνεται ως σημείο αναφοράς ο πληθωρισμός των Ηνωμένων Πολιτειών.



Σχήμα 3.2: Διακυμάνσεις των ονομαστικών και των αποπληθωρισμένων τιμών του χρυσού από το 1983 έως και το 2004 (<http://www.bls.gov/>, <http://www.onlygold.com/>)

Τα τελευταία χρόνια έγιναν μελέτες της τιμής και της παγκόσμιας αγοράς του χρυσού, οι οποίες επικεντρώθηκαν πρωταρχικά στον τρόπο με τον οποίο η τιμή του χρυσού καθορίζεται από την ζήτηση και όχι τόσο από την τεχνολογία παραγωγής του. Η ετήσια παραγωγή χρυσού αντιπροσώπευε ένα μικρό μέρος των αποθεμάτων χρυσού στην παγκόσμια αγορά, με αποτέλεσμα η τιμή του χρυσού να καθοριζόταν από τις αποφάσεις των επενδυτών και των κερδοσκόπων σε συνάρτηση με τις οικονομικές και πολιτικές συνθήκες και από την ζήτηση για βιομηχανικούς σκοπούς. Οι προβλέψεις για την τιμή του χρυσού επικεντρώθηκαν στους παράγοντες που καθόριζαν την ζήτηση από αυτές τις διαφοροποιημένες πηγές (Rockerbie, 1999)

Από διάφορες μελέτες που έχουν γίνει, έχει υποτεθεί ότι η ζήτηση για τον χρυσό είναι μόνο για βιομηχανική και νομισματική χρήση. Η ζήτηση για μη νομισματική χρήση θα καθοριζόταν από τις αλλαγές στο εισόδημα και στην βιομηχανική τεχνολογία. Οι κλασσικοί οικονομολόγοι αγνόησαν το ζήτημα της εξάντλησης, προφανώς εξ' αιτίας των ακόμα περισσότερο αυξανόμενων αποθεμάτων χρυσού στην αγορά κατά τον 19^ο αιώνα. Αυτό υποδήλωνε ότι οι αλλαγές σε μη νομισματικούς παράγοντες, όπως είναι τα

πραγματικά εισοδήματα, δεν θα μπορούσαν να επηρεάσουν την τιμή του χρυσού σε μεγάλο βάθος χρόνου (Rockerbie, 1999)

Η μεγάλη αύξηση της ονομαστικής και της πραγματικής τιμής του χρυσού κατά την διάρκεια της δεκαετίας του '70 έδινε κίνητρα για περαιτέρω παραγωγή χρυσού ανά τον κόσμο. Η υψηλή τιμή του χρυσού, συνήθως λόγω εφαρμογής νέων τεχνικών εξόρυξης, επίσης επέτρεπε την επαναλειτουργία των εγκαταλελειμμένων ορυχείων και την επέκταση της παραγωγής στις ήδη τότε υπάρχουσες εγκαταστάσεις. Το αποτέλεσμα αυτής της εξόρυξης προκάλεσε δραματική αύξηση της ετήσιας παραγωγής χρυσού από τις μεγαλύτερες χώρες παραγωγής χρυσού του κόσμου, εκτός από την Νότια Αφρική που ήταν και είναι πρωτοπόρος στην παραγωγή χρυσού παγκοσμίως. Η παραγωγή χρυσού της Νότιας Αφρικής καθορίζει τόσο την παγκόσμια παραγωγή, αλλά και την τιμή του χρυσού διεθνώς (Rockerbie, 1999)

Το 1970 η Νότια Αφρική παρήγαγε 1000 από τους 1250 τόνους χρυσού της παγκόσμιας παραγωγής των τότε μη σοσιαλιστικών χωρών. Σε αυτή την περίοδο ο μέσος όρος του χρόνου ζωής των μεταλλείων ήταν μικρός. Μεταξύ του 1970 και 1974, η ετήσια παραγωγή της Νότιας Αφρικής μειώθηκε σε 700 τόνους και παρέμεινε σε αυτά τα επίπεδα μέχρι το 1986, όπου και έπεσε ακόμα περισσότερο στους 600 τόνους. Τότε για πρώτη φορά από το 1954 η ετήσια παραγωγή της Νότιας Αφρικής ήταν λιγότερη από την συνολική παραγωγή χρυσού που παραγόταν από τον υπόλοιπο κόσμο. Σε σύγκριση με τις τότε μη σοσιαλιστικές χώρες η παραγωγή χρυσού κυμαινόταν από 300-1000 τόνους από το 1981 έως το 1986. Μέχρι το 1989 η βιομηχανία χρυσού στη Νότια Αφρική ανταποκρινόταν σε χαμηλότερες τιμές, λόγω της περικοπής του κόστους και των ανεπιτυχών αποπειρών για την εξόρυξη περισσότερου χρυσού. Τα ορυχεία, στα οποία είχε εξαντληθεί ο χρόνος ζωή τους, δεν αντικαταστάθηκαν από καινούρια ορυχεία. Άλλοι εξωτερικοί παράγοντες της βιομηχανίας εξόρυξης (εσωτερική αστάθεια τιμών, πολιτική αστάθεια κ.ά) επίσης συνέβαλλαν σε πτωτικές τάσεις της παραγωγής χρυσού. Στην πραγματικότητα πολλά ορυχεία στη Νότια Αφρική εστίασαν περισσότερο στην ποιότητα εξόρυξης, όπου όλα τα μεταλλεύματα πρέπει να είναι οικονομικά χρήσιμα, παρά στην εξόρυξη μεγάλων ποσοτήτων μεταλλευμάτων. (Rockerbie, 1999)

Σύμφωνα με στοιχεία του 2004 στην Νότια Αφρική, η παραγωγή χρυσού ήταν η χαμηλότερη των τελευταίων 73 ετών. Οι δύο βασικοί λόγοι για την μείωση της παραγωγής ήταν το συνεχώς αυξανόμενο κόστος εξόρυξης και η γενική σταθεροποίηση των κερδών των μεγάλων μεταλλευτικών εταιρειών. (<http://www.dailyfutures.com/>)

Στην Ελλάδα έχουν εντοπιστεί κοιτάσματα επιθερμικού χρυσού. Συγκεκριμένα η μέχρι σήμερα έρευνα από διάφορους φορείς οδήγησε στην ανακάλυψη κοιτασμάτων επιθερμικού χρυσού μικρού μεγέθους, ικανών όμως για την ανάπτυξη μεταλλείων και κατ' επέκταση μεταλλουργικών μονάδων παραγωγής. Η ανακάλυψη των κοιτασμάτων στο Πέραμα και τις Σάππες της Θράκης και στον Προφήτη Ηλία στη Μήλο δίνει τη δυνατότητα να ενταχθεί η Ελλάδα στις παραγωγούς χρυσού από επιθερμικά κοιτάσματα (Βουδούρης και Σκαρπέλης, 2000).

Παρά τις ευνοϊκές γεωλογικές και κοιτασματολογικές συνθήκες, ακόμη και με τις σημερινές χαμηλές τιμές του χρυσού, τα προβλήματα προστασίας του περιβάλλοντος, ο τουριστικός χαρακτήρας αρκετών περιοχών και η ελλιπής ενημέρωση των τοπικών κοινωνιών για τα άμεσα και έμμεσα οφέλη της μεταλλευτικής και μεταλλουργικής δραστηριότητας, αποτελούν ανασχετικούς παράγοντες για την ανάληψη επενδυτικών πρωτοβουλιών για έρευνα επιθερμικού χρυσού και για ανάπτυξη μεταλλείων, καθώς και για την δημιουργία βιομηχανικών μονάδων παραγωγής χρυσού. Είναι απαραίτητο πλέον να αναληφθούν πρωτοβουλίες ενημέρωσης των κατοίκων για την ανάγκη ανάπτυξης τόσο μεταλλείων και μεταλλουργικών μονάδων, όσο και για την προστασία του περιβάλλοντος. Επίσης είναι ανάγκη να υλοποιηθούν από την πολιτεία προτάσεις, ώστε να μεγιστοποιηθούν τα οικονομικά οφέλη των κατοίκων των περιοχών αυτών (Βουδούρης και Σκαρπέλης, 2000)

Επειδή η βιωσιμότητα των προγραμμάτων έρευνας, εντοπισμού, ανάπτυξης μεταλλείων και η δημιουργία βιομηχανικών μονάδων παραγωγής χρυσού εξαρτάται και από περιβαλλοντικές, κοινωνικές και πολιτικές παραμέτρους, κρίνεται ότι η ανεμπόδιστη ανάπτυξη ερευνητικής, μεταλλευτικής και μεταλλουργικής δραστηριότητας σε μία περιοχή μπορεί να επιτευχθεί εάν η πολιτεία και οι ενδιαφερόμενες εταιρείες, έγκαιρα ενημερώσουν τους κατοίκους για τις φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες που θα χρησιμοποιήσουν και αν τους προσφέρουν τέτοια οφέλη, ώστε να έχουν τη στήριξή τους. (Βουδούρης και Σκαρπέλης, 2000)

Οι προοπτικές που διαφαίνονται για ανάπτυξη της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας χρυσού είναι δυσοίωνες. Οι λόγοι που οδηγούν σε αυτό το συμπέρασμα είναι οι ακόλουθοι:

- ❖ Η ζήτηση για τον χρυσό ανέκαθεν ήταν υψηλή, όπου τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ανοδική τάση της ονομαστικής τιμής του χρυσού (σχήμα 3.2), καθώς όπως προαναφέρθηκε οι αυξομειώσεις στην τιμή του εξαρτώνται κυρίως

από την ζήτηση στην διεθνή αγορά. Παρόλα αυτά η ονομαστική τιμή του θεωρείται και πάλι χαμηλή, κάτι που σημαίνει ότι υπάρχει κρίση στην διεθνή μεταλλευτική βιομηχανία. Η Ελλάδα με συρρικνωμένη αυτή την στιγμή μεταλλευτική βιομηχανία δεν θα μπορούσε να ανταποκριθεί στον ανταγωνισμό της διεθνούς αγοράς και να αναπτύξει και μεταλλουργική βιομηχανία.

❖ Η γενικότερη πτώση της παγκόσμιας παραγωγής χρυσού τα τελευταία χρόνια, όπως παρουσιάζεται στους πίνακες 3.1 και 3.2 της παραγράφου 3.2 είναι ενδεικτική της κρίσης στην παγκόσμια μεταλλευτική και μεταλλουργική βιομηχανία χρυσού.

❖ Αν και η Ελλάδα διαθέτει χρυσοφόρα κοιτάσματα στην Χαλκιδική, στην Δυτική Θράκη και στην Μήλο, εντούτοις δεν συγκαταλέγεται στις χώρες με τα περισσότερα αποθέματα χρυσού με βάση τα στοιχεία του πίνακα 3.4.

❖ Οι αντιδράσεις που υπάρχουν από τις τοπικές κοινωνίες στην Χαλκιδική και στην Θράκη για την επαναλειτουργία των μεταλλείων αποτρέπουν, σε συνδυασμό πάντα με την υπάρχουσα διεθνή κρίση, την δημιουργία επενδύσεων από τις διεθνείς εταιρείες εξόρυξης και μεταλλουργίας χρυσού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

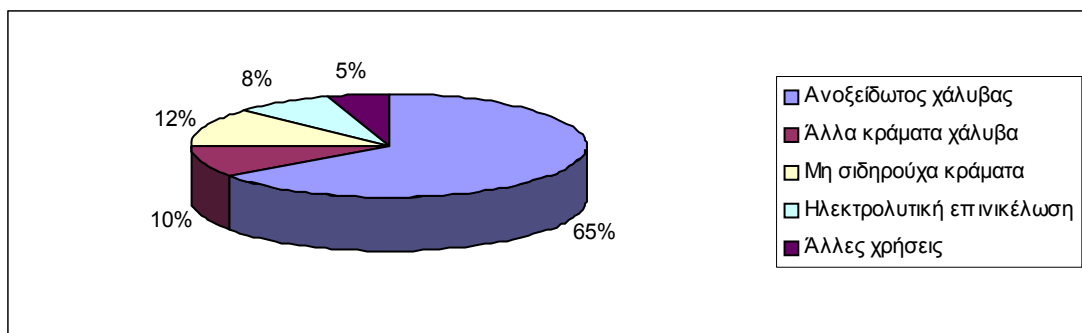
ΝΙΚΕΛΙΟ

4.1 Γενικά στοιχεία

Το νικέλιο είναι ένα ασημόλευκο μέταλλο με χαρακτηριστικές μεταλλικές ιδιότητες. Ανακαλύφθηκε το 1751 και τα κράματά του χρησιμοποιούνται εδώ και αιώνες π.χ. οι Κινέζοι έκαναν τον "άσπρο χαλκό" που έμοιαζε στην εμφάνιση με το ασήμι. Μεταξύ 1870-1880, καταδείχθηκε η χρήση του νικελίου στους χάλυβες κραμάτων και αναπτύχθηκε επιτυχώς η ηλεκτρολυτική επινικέλωση (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η μεγάλη σημασία του νικελίου βρίσκεται στη ικανότητα σχηματισμού κραμάτων με άλλα στοιχεία, για την αύξηση της αντοχής και της αντίστασης διάβρωσης σε ευρύ φάσμα θερμοκρασίας. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις ευεργετικές ιδιότητες, το νικέλιο χρησιμοποιείται σε μια ευρεία ποικιλία προϊόντων. Το πρωτογενές νικέλιο χρησιμοποιείται στα κράματα. Το σημαντικότερο κράμα του, είναι ο ανοξείδωτος χάλυβας. Άλλες χρήσεις περιλαμβάνουν την ηλεκτρολυτική επινικέλωση, τα χυτήρια, τους καταλύτες, τις μπαταρίες και άλλες διάφορες εφαρμογές. Το νικέλιο χρησιμοποιείται σε προϊόντα μεταφορών, ηλεκτρονικό εξοπλισμό, χημικές ενώσεις, δομικά υλικά, πετρελαιοειδή, αεροδιαστημικό εξοπλισμό, ανθεκτικά καταναλωτικά αγαθά, χρώματα και στην κεραμική. Το νικέλιο είναι ένα ζωτικής σημασίας μέταλλο στις βιομηχανοποιημένες κοινωνίες (<http://eippcb.jrc.es/>).

Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζονται οι κύριες χρήσεις του νικελίου.



Σχήμα 4.1: Κύριες χρήσεις του νικελίου (<http://www.insg.org/>)

Χημικά, το νικέλιο μοιάζει με το σίδηρο και το κοβάλτιο, καθώς επίσης και με τον χαλκό. Το νικέλιο μπορεί να σχηματίσει αρκετά θειικά άλατα, χλωρίδια, οξείδια, και υδροξείδια ενώσεων π.χ. μια ιδιότητα του νικελίου είναι η ικανότητα του να αντιδράσει άμεσα με το μονοξείδιο του άνθρακα για τον σχηματισμό ενός σύμπλοκου καρβονυλίου,

που είναι πτητικό στις περιβαλλοντικές θερμοκρασίες. Σε μέτριες θερμοκρασίες το νικέλιο αντιστέκεται στην διάβρωση ενάντια στον αέρα, στο νερό της θάλασσας, στα μη-οξειδωτικά οξέα και στα αλκάλια. Αντίθετα, το νικέλιο διαβρώνεται από υδατικά διαλύματα αμμωνίας (<http://eippcb.jrc.es/>).

Το νικέλιο είναι ένα φυσικά εμφανιζόμενο στοιχείο που υπάρχει στη φύση κυρίως υπό μορφή σουλφιδίων, οξειδίων και ορυκτών πυριτικών αλάτων. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα βρίσκονται σε τροπικές περιοχές στη Νοτιοανατολική Ασία, στην Αυστραλία, στη Νότια Αμερική, στην Καραϊβική και στην περιοχή των Βαλκανίων και ειδικά στην Ελλάδα, η οποία είναι η μόνη χώρα που παράγει μεταλλεύματα νικελίου στην Ευρώπη. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι μεταλλευμάτων: (<http://eippcb.jrc.es/>)

- Τα θειούχα μεταλλεύματα νικελίου (0,1-2,5% νικελίου) εμφανίζονται συχνά μαζί με οικονομικώς ανακτήσιμα ποσοστά χαλκού, κοβαλτίου, χρυσού, ασημιού, μετάλλων της ομάδας λευκόχρυσου και διάφορων άλλων μετάλλων.
- Τα οξειδωμένα μεταλλεύματα είναι προϊόντα λατεριτικής αποσάθρωσης υπερβασικών πετρωμάτων, τα οποία περιέχουν 1-3% νικέλιο. Με το πέρασ του χρόνου οι προσμίξεις εκπλύθηκαν από τα κοιτάσματα και το νικέλιο εμφανίζεται ως μικτό οξείδιο πυριτίου, σιδήρου και μαγνησίου. Το κοβάλτιο και ο σίδηρος, που είναι συστατικά των λατεριτών συνδέονται συνήθως με το νικέλιο.

Η σύνθετη μεταλλουργία του νικελίου περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα διεργασιών εξαγωγής και καθαρισμού. Κάθε εγκατάσταση παρουσιάζει διαφοροποιήσεις, τόσο σε σχέση με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται όσο και με την επίγνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Το νικέλιο που περιέχεται στα θειούχα μεταλλεύματα είναι δυνατόν να συμπυκνωθεί με τεχνικές εμπλουτισμού, προτού το συμπύκνωμα υποστεί τήξη και καθαριστεί (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τα λατεριτικά μεταλλεύματα, αντίθετα, υπόκεινται μόνο σε φυσικές μεθόδους εμπλουτισμού με περιορισμένο όφελος π.χ. μαγνητικό διαχωρισμό ή μεθόδους βαρέων-διαμέσων, με αποτέλεσμα σχεδόν ολόκληρος ο όγκος του μεταλλεύματος να πρέπει να μεταφερθεί σε μεταλλουργικές εγκαταστάσεις. Κατά συνέπεια, η κατεργασία λατεριτή έχει περισσότερο κόστος, σε αντίθεση με τις δαπάνες εξόρυξης που είναι συνήθως πολύ χαμηλότερες σε σχέση με τα θειούχα μεταλλεύματα (<http://eippcb.jrc.es/>).

4.2 Ελληνική βιομηχανία νικελίου

Η 'ΛΑΡΚΟ' είναι μια μεγάλη μεταλλουργική και μεταλλευτική εταιρεία και ο μοναδικός παραγωγός σιδηρονικελίου (FeNi) στην Ευρωπαϊκή Ένωση από αξιοποίηση μόνο εγχώριων μεταλλευμάτων. Συγκαταλέγεται μεταξύ των πλέον αξιόπιστων παραγωγών της διεθνούς αγοράς FeNi (<http://www.larco.gr/>).

4.2.1 Γενικά για την εταιρεία

Η 'Ανώνυμος Ελληνική Μεταλλευτική & Μεταλλουργική Εταιρεία Λάρυμνας ΛΑΡΚΟ' ιδρύθηκε κατά το 1963 από τον Μποδοσάκη Αθανασιάδη με κεφάλαια της 'ΑΕΕΧΠ και Λιπασμάτων' (79%) και της Γαλλικής 'LE NICKEL' (21%) με στόχο την παραγωγή σιδηρονικελίου με χρήση Ελληνικής διεθνώς αναγνωρισμένης τεχνογνωσίας, αξιοποιώντας τα σιδηρονικελιούχα μεταλλεύματα Λοκρίδας (<http://www.larco.gr/>).

Το 1966 έγινε αμιγώς Ελληνική ανήκουσα στην 'ΑΕΕΧΠ και Λιπασμάτων' μετά από αποχώρηση της 'LE NICKEL' (<http://www.larco.gr/>).

Το 1966 άρχισε η λειτουργία του μεταλλουργικού εργοστασίου Λάρυμνας με μετάλλευμα από το κοίτασμα Αγ. Ιωάννη Λοκρίδας. Το 1969 άρχισαν να αναπτύσσονται τα Μεταλλεία Ευβοίας (<http://www.larco.gr/>).

Το 1970 και 1972 κατασκευάσθηκαν και τέθηκαν σε λειτουργία δύο νέες περιστροφικές κάμινοι, αυξάνοντας έτσι την ετήσια παραγωγή του εργοστασίου στους 15.000 τόνους νικελίου, περίπου. Την περίοδο 1976-1980, πραγματοποιήθηκαν μεγάλης κλίμακας επενδύσεις στα μεταλλεία και στο μεταλλουργικό εργοστάσιο Λάρυμνας με στόχο την αύξηση της παραγωγής (<http://www.larco.gr/>).

Μετά την επένδυση της περιόδου 1976-80, η 'ΛΑΡΚΟ' δεν κατόρθωσε να αυξήσει την παραγωγή της στα προβλεφθέντα επίπεδα, οπότε το αυξημένο κόστος λειτουργίας σε συνδυασμό με τη συγκυρία χαμηλών τιμών του νικελίου, οδήγησε την εταιρεία σε οικονομικό αδιέξοδο. Έτσι, κατά την περίοδο 1982-86, η 'ΛΑΡΚΟ' υπάγεται σε καθεστώς ελέγχου από Δημόσιους Οργανισμούς (Τράπεζες και Οργανισμός Ανασυγκρότησης Επιχειρήσεων (ΟΑΕ). Κατά το 1987 υπάγεται σε καθεστώς ειδικής εκκαθάρισης 'εν λειτουργία' και το 1989 ιδρύεται η νέα 'ΛΑΡΚΟ' με μετόχους τους ΟΑΕ, ΔΕΗ, ΕΤΕ και ΕΤΕΒΑ (<http://www.larco.gr/>).

Η νέα 'ΛΑΡΚΟ', με την εμπορική ονομασία 'ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑ ΛΑΡΚΟ', ιδρύθηκε στις 20/04/89 και λειτουργεί μέχρι σήμερα με τις ίδιες παραγωγικές εγκαταστάσεις και μεταλλειοκτησίες

της παλιάς εταιρείας, δηλ. πρακτικά η εταιρεία λειτουργεί συνεχώς από το 1966. Καλύπτει περίπου το 10% των αναγκών της Ευρωπαϊκής αγοράς σε νικέλιο και συνεισφέρει κατά μέσο όρο, περίπου 0,15% στο Ελληνικό ακαθάριστο εθνικό εισόδημα. Ο ετήσιος κύκλος εργασιών της ανέρχεται περίπου στα 150 εκατομμύρια Ευρώ, ανάλογα με τις τιμές της αγοράς. Είναι μια 100% εξαγωγική εταιρεία και οι πελάτες της είναι οι μεγαλύτερες εταιρείες παραγωγής ανοξείδωτου χάλυβα στη Δυτική Ευρώπη (<http://www.larco.gr/>).

4.2.2 Εργοτάξια

Τα μεταλλεία Ευβοίας έχουν ετήσια παραγωγή από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις 1.200.000-1.500.000 τόνους μεταλλεύματος. Για την παραγωγή απαιτείται η εξόρυξη και απομάκρυνση των υπερκείμενων στειρών, σε αναλογία 10 τόνοι στειρών (κυρίως ασβεστόλιθων) προς ένα τόνο μεταλλεύματος, περίπου. Τα κοιτάσματα εντοπίζονται στην κεντρική Εύβοια, σε μέγιστη ακτίνα 20 χλμ, περίπου, από τις εγκαταστάσεις θραύσης και κοσκίνισης (<http://www.larco.gr/>).

Τα μεταλλεία διαθέτουν σύγχρονο χωματουργικό εξοπλισμό επιφανειακών εκμεταλλεύσεων, δύο εγκαταστάσεις θραύσης και κοσκίνισης των μεταλλευμάτων, μονάδα εμπλουτισμού και εγκαταστάσεις ομογενοποίησης και φόρτωσης πλοίων (<http://www.larco.gr/>)

Για την μεταφορά του μεταλλεύματος από το τριβείο στις εγκαταστάσεις εμπλουτισμού και ομογενοποίησης, υπάρχει ενιαίο σύστημα μεταφορικής ταινίας, μήκους 7,5 χλμ, το οποίο αξιοποιεί την υψομετρική διαφορά προς παραγωγή κινητικής ενέργειας (<http://www.larco.gr/>).

Τα μεταλλεία Αγίου Ιωάννη, βρίσκονται στο Νέο Κόκκινο του Νομού Βοιωτίας. Είναι τα παλαιότερα μεταλλεία της εταιρείας και λειτουργούν με υπόγειες και επιφανειακές εκμεταλλεύσεις. Η ετήσια παραγωγή τους ανέρχεται σε 700.000 τόνους μεταλλεύματος και 6-7 εκατομμύρια τόνους πετρωμάτων, κυρίως ασβεστόλιθων. Από την παραγωγή, μια ποσότητα 60.000 τόνων μεταλλεύματος, περίπου, με υψηλή περιεκτικότητα νικελίου προέρχεται από τις υπόγειες εκμεταλλεύσεις. Τα μεταλλεία είναι εξοπλισμένα με σύγχρονο υπόγειο και επιφανειακό εξοπλισμό. Επιπλέον, υπάρχουν δύο εγκαταστάσεις θραύσης-κοσκίνισης, μονάδα εμπλουτισμού του μεταλλεύματος, καθώς και εγκατάσταση ομογενοποίησης του μεταλλεύματος (<http://www.larco.gr/>).

Τα μεταλλεία Ευβοίας και Αγίου Ιωάννη, έχουν οργανωμένα συνεργεία συντήρησης μηχανημάτων, εργαστήρια χημικών αναλύσεων, αποθήκες και εγκαταστάσεις γραφείων. Στον Άγιο Ιωάννη υπάρχει οικισμός για παροχή στέγης σε εργαζομένους (<http://www.larco.gr/>).

Τα μεταλλεία Καστοριάς, ευρίσκονται κοντά στα Αλβανικά σύνορα. Λειτουργήσαν στη δεκαετία του '90, με ετήσια παραγωγή 200.000-300.000 τόνων μεταλλεύματος, περίπου, υψηλής περιεκτικότητας νικελίου και παραγωγή στείρων (κυρίως ασβεστολιθικών και οφιολιθικών κροκαλοπαγών) 2-4 εκατομμυρίων τόνων, περίπου. Τα μεταλλεία είναι επιφανειακά και λειτουργούν με εργολαβικά συνεργεία εξόρυξης και αποκάλυψης. Διαθέτουν εγκαταστάσεις θραύσης, κοσκίνισης και εμπλουτισμού του μεταλλεύματος. Η μεταφορά στις μεταλλουργικές εγκαταστάσεις της Λάρυμνας γίνεται επίσης με εργολαβικά οχήματα (<http://www.larco.gr/>).

Το λιγνιτωρυχείο Σερβίων, ευρίσκεται στο Νομό Κοζάνης. Η ετήσια παραγωγή λιγνίτη κυμαίνεται μεταξύ 200.000-300.000 τόνων, σύμφωνα με τις ανάγκες του εργοστασίου. Για την παραπάνω παραγωγή λιγνίτη απαιτείται η απομάκρυνση 2-3 εκατ. κυβικών μέτρων στείρων νεογενών πετρωμάτων. Ο λιγνίτης θραύεται και κοσκινίζεται σε εγκαταστάσεις στο ορυχείο και μεταφέρεται με οχήματα στις μεταλλουργικές εγκαταστάσεις της Λάρυμνας. Η εκμετάλλευση του ορυχείου είναι επιφανειακή και πραγματοποιείται από εργολάβους. Επίσης, με εργολαβικά οχήματα εκτελείται και η μεταφορά του λιγνίτη στη Λάρυμνα (<http://www.larco.gr/>).

Οι μεταλλουργικές εγκαταστάσεις, βρίσκονται στη Λάρυμνα στο Νομό Φθιώτιδας, 130 χλμ περίπου ΒΑ της Αθήνας. Οι βασικές γραμμές παραγωγής αποτελούνται από τέσσερις περιστροφικές καμίνους, πέντε ηλεκτρικές καμίνους συνολικής ονομαστικής ισχύος 200 MVA περίπου, και δύο μεταλλάκτες τύπου OBM, δυναμικότητας 50 τόνων μετάλλου ο καθένας. Υπάρχουν ακόμη, δευτερεύουσες εγκαταστάσεις, όπως δύο μονάδες κοκκοποίησης μετάλλου, δύο μονάδες παραγωγής οξυγόνου-αζώτου, εγκαταστάσεις τριβείων και μαγνητικών διαχωριστών. Επί πλέον, υπάρχουν λιμενικές εγκαταστάσεις, δύο φορτηγά πλοία, συνεργεία επισκευών εγκαταστάσεων-μηχανημάτων, γραφεία, άρτια εξοπλισμένο εργαστήριο χημικών αναλύσεων, οικισμός με σχολεία, νηπιαγωγεία, φαρμακεία, εστιατόρια, κινηματογράφους, κλπ .

Η πυρομεταλλουργική διεργασία για την παραγωγή σιδηρονικελίου χωρίζεται στις ακόλουθες φάσεις:

- Ανάμιξη μεταλλεύματος και στερεών καυσίμων, στις κατάλληλες αναλογίες.

- Ξήρανση, προθέρμανση και μερική αναγωγή του μεταλλεύματος στις περιστροφικές καμίνους. Τα συστατικά των στερεών καυσίμων δρουν ταυτόχρονα ως αναγωγικοί παράγοντες των οξειδίων σιδήρου και νικελίου του μεταλλεύματος και ως ενεργειακές πηγές. Πρόσθετη θερμική ενέργεια παρέχεται από καυστήρα στο στόμιο εξαγωγής, για να επιτευχθούν οι απαιτούμενες θερμοκρασίες εντός των καμίνων και κυρίως η τελική θερμοκρασία του παραγόμενου φρύγματος (ΠΕΚ).
- Αναγωγική τήξη του φρύγματος (ΠΕΚ) εντός ηλεκτρικών καμίνων, ανοικτού λουτρού, βυθιζόμενου τόξου και με τρία ηλεκτρόδια τύπου Soderberg εκάστη. Στη φάση αυτή και εξαιτίας της τήξης, επιτυγχάνεται διαχωρισμός του κράματος του σιδηρονικελίου, με νικέλιο 12-13%, από την υπόλοιπη μάζα των σκωριών.
- Καθαρισμός και εμπλουτισμός του σιδηρονικελίου εντός μεταλλακτών τύπου OBM με εμφύσηση καθαρού οξυγόνου και κοκκοποίηση του κράματος στην τελική εμπορική μορφή του, με ποσοστό νικελίου 19-26% (<http://www.larco.gr/>).

4.2.3 Μεταλλουργική επεξεργασία λατεριτών

Στο μεταλλουργικό συγκρότημα της Γ.Μ. & Μ. ΑΕ 'ΛΑΡΚΟ' στη Λάρυμνα γίνεται επεξεργασία των Ελληνικών σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων (λατεριτών) με αντικείμενο την παραγωγή σιδηρονικελίου (FeNi), περιεκτικότητας 18-24% σε νικέλιο που αποτελεί πρώτη ύλη για τις βιομηχανίες παραγωγής ανοξειδωτων χαλύβων στον Ευρωπαϊκό χώρο (<http://www.larco.gr/>).

Η εταιρεία χαίρει άριστης φήμης στους πελάτες της, γεγονός που οφείλεται στην ποιότητα του προϊόντος και στη συνέπεια στις παραδόσεις των αιτούμενων φορτίων. Το γεγονός ότι ήταν μέσα στις 100 πρώτες Ελληνικές εταιρείες που πιστοποίησαν την παραγωγική διεργασία τους κατά ISO 9002 από τον ΕΛΟΤ, μέλους του Ευρωπαϊκού συστήματος EQNET, επιβεβαιώνει την φήμη και τις προσπάθειές μας για διαρκή ποιοτική παραγωγή νικελίου (<http://www.larco.gr/>).

Η συνολικά κατ' έτος ποσότητα μεταλλεύματος που κατεργάζεται το εργοστάσιο της Λάρυμνας ανέρχεται στους 2.500.000 τόνους περίπου, σε αναλογία κατά προέλευση, 15% περίπου από τα μεταλλεία Καστοριάς, 30% περίπου από τα μεταλλεία του Αγίου Ιωάννου στη Βοιωτία και 55% από τα μεταλλεία Ευβοίας (<http://www.larco.gr/>).

Το ετήσιο ύψος παραγωγής Ni ανέρχεται σε 18.000-20.000 τόνους και καλύπτει το 6% περίπου της ζήτησης της Ευρωπαϊκής αγοράς (<http://www.larco.gr/>).

Η επεξεργασία του μεταλλεύματος διακρίνεται σε 4 κύριες φάσεις, όπως παρακάτω:

1^η Φάση. Διακίνηση πρώτων υλών και ανάμιξη για προετοιμασία του μεταλλουργικού μίγματος (Μ.Μ.)

Το λειοτριβημένο σε διαστάσεις -15mm μετάλλευμα και τα στερεά καύσιμα που απαιτούνται, δηλαδή ο γαιάνθρακας και οι λιγνίτες (Σερβίων, Πτολεμαΐδας, κλπ), παραλαμβάνονται είτε οδικώς είτε δια θαλάσσης και αποθηκεύονται στις πλατείες πρώτων υλών. Από εκεί διακινούνται μέσω δοσιμετρικών ζυγών, ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή αναλογία, και ταινιόδρομων προς την δεύτερη φάση επεξεργασίας, τις περιστροφικές καμίνους (<http://www.larco.gr/>).

Η τυπική σύσταση του μεταλλουργικού μίγματος είναι η παρακάτω:

Α) Μεταλλεύματα: 15% μετάλλευμα Καστοριάς (ΜΕΚ), 30% μετάλλευμα Αγ. Ιωάννη (ΜΕΙ), 55% μετάλλευμα Ευβοίας (ΜΕΕ) (<http://www.larco.gr/>).

Β) Στερεά καύσιμα, γαιάνθρακας-λιγνίτες, περίπου 200-500 kg/t φυσικού μεταλλεύματος.

Η παραπάνω αναλογία των μεταλλευμάτων υπαγορεύεται κυρίως από τον όγκο των αποθεμάτων, την περιεκτικότητα των κοιτασμάτων σε νικέλιο, την δυνατότητα και δυναμικότητα των εκμεταλλεύσεων και την εν γένει χημική και ορυκτολογική σύσταση. Η χρήση ποικιλίας καυσίμων αποσκοπεί στη καλύτερη αξιοποίηση των συστατικών τους (μόνιμος άνθρακας και πτητικά) για την προθέρμανση και την προαναγωγή του μεταλλεύματος στις περιστροφικές καμίνους (<http://www.larco.gr/>).

2η Φάση. Προθέρμανση και προαναγωγή του μεταλλεύματος σε περιστροφικές καμίνους (Π/Κ)

Λειτουργούν τέσσερις Π/Κ συνολικής ικανότητας τροφοδοσίας 500 t Μ.Μ./ώρα περίπου (<http://www.larco.gr/>).

Σ' αυτές κατά τη διέλευση του μίγματος μεταλλεύματος και καυσίμων σε αντιροή με τον αέρα-αέρια καύσης λαμβάνουν χώρα αναγωγικές αντιδράσεις και επιτυγχάνεται η ξήρανση και προαναγωγή των οξειδίων του νικελίου και του σιδήρου (<http://www.larco.gr/>).

Οι θερμοκρασίες που διατηρούνται είναι της τάξης των 400°C στην είσοδο του μίγματος και 850°C στην έξοδο. Η απαιτούμενη θερμότητα παρέχεται από την καύση ενός μέρους εκ των τροφοδοτούμενων καυσίμων και συμπληρωματικά με καυστήρα μαζούτ που λειτουργεί στην έξοδο των Π/Κ. Ο αέρας που απαιτείται για την καύση εξασφαλίζεται με ανεμιστήρα ελκυσμού προσαρμοσμένου στην είσοδο της Π/Κ και με πλευρικούς ανεμιστήρες στο σώμα (<http://www.larco.gr/>).

Η μικρή κλίση (περίπου 2%) και η περιστροφή των καμίνων (περίπου 1 στροφή το λεπτό) προωθούν το μίγμα προς την έξοδο με χρόνο παραμονής του μέσα στις Π/Κ της τάξης των 4 ωρών. Το προϊόν των Π/Κ (ΠΕΚ) διακινείται εν θερμώ με κατάλληλα δοχεία με τη βοήθεια γερανογεφυρών προς την επόμενη φάση επεξεργασίας (<http://www.larco.gr/>).

Τα απαέρια που κινούνται κατ' αντιροή με το μίγμα παρασύρουν το λεπτομερές υλικό, πρακτικά -70μ, και συνεπώς είναι απαραίτητο να καθαριστούν πριν αποδοθούν στο περιβάλλον. Αυτό επιτυγχάνεται με διαδοχή κονιοθαλάμου, πολυκυκλώνα και πύργων πλύσης (Venturi scrubber) για τις τρεις εκ των τεσσάρων Π/Κ, ενώ για την Π/Κ IV χρησιμοποιείται διαδοχή κονιοθαλάμου και ηλεκτροφίλτρων. Η προώθηση, των καθαρών πλέον απαερίων στην ατμόσφαιρα, γίνεται μέσω κεντρικής καμινάδας ύψους 155 μέτρων (<http://www.larco.gr/>).

Οι σκόνες που συλλέγονται, είτε σε υγρή είτε σε ξηρά μορφή, χαρακτηρίζονται από αξιόλογη περιεκτικότητα σε νικέλιο και άνθρακα. Για την ανάκτηση του νικελίου αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος σφαιροποιούνται με χρήση τσιμέντου ως συνδετικού και ανακυκλώνονται στις Π/Κ. Το ποσοστό των συλλεγομένων κόνεων είναι της τάξης του 8% επί του τροφοδοτούμενου λατερίτη. Ο βαθμός ανακύκλωσης ξεπερνά σήμερα το 98% ενώ η υπόλοιπη ποσότητα αποτίθεται σε κατάλληλα επιλεγμένο χώρο για μελλοντική αξιοποίηση (<http://www.larco.gr/>).

3η Φάση. Αναγωγική τήξη σε ηλεκτρικές καμίνους (Η/Κ)

Το προϊόν των περιστροφικών καμίνων, ΠΕΚ, τροφοδοτείται σε πέντε ηλεκτροκαμίνων εμβαπτισμένου τόξου, ανοικτού λουτρού, με σταθερή ανηρητημένη οροφή και με αυτοεψιγνόμενα ηλεκτρόδια τύπου Soderberg. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 165 MW. Το ύψος του σώματος και των πέντε ηλεκτροκαμίνων είναι 6 μέτρα, και η διάμετρος τεσσάρων εκ των Η/Κ είναι 12, ενώ της πέμπτης είναι 18 μέτρα (<http://www.larco.gr/>).

Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται, με τη βοήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας, για την τήξη και τον διαχωρισμό των συστατικών του ΠΕΚ είναι της τάξης των 1600 °C. Ταυτόχρονα με την τήξη προωθείται και η αναγωγή των οξειδίων του σιδήρου προς μεταλλικό σίδηρο. Έτσι διαμορφώνονται δύο φάσεις, μια μεταλλική, γνωστή ως σιδηρονικέλιο ή FeNi 15, όπου συγκεντρώνεται το νικέλιο και μέρος του σιδήρου και μια φάση σκουριάς με κύρια συστατικά οξείδια του σιδήρου, ασβεστίου και πυριτίου. Η περιεκτικότητα του Ni στο FeNi 15 ρυθμίζεται μέσω του γαιάνθρακα που τροφοδοτείται στην Π/Κ. (<http://www.larco.gr/>).

Οι φάσεις του μετάλλου και της σκουριάς απομακρύνονται συστηματικά από κατάλληλες οπές που ευρίσκονται στο σώμα του Η/Κ και απέχουν μεταξύ των 90-135 μοίρες κατά περιφέρεια και 50-70 εκατοστά καθ' ύψος (<http://www.larco.gr/>).

Η παραγόμενη σκουριά ηλεκτροκαμίνων αποτελεί το 85% περίπου της τροφοδοσίας και προκύπτει από αναγωγικές διεργασίες όπως ήδη προαναφέρθηκε. Κοκκοποιείται με ισχυρό ρεύμα θαλασσινού νερού και απορρίπτεται ή πωλείται στις τσιμεντοβιομηχανίες και τις μονάδες παραγωγής αμμοβολής (<http://www.larco.gr/>).

Η φάση του μετάλλου που είναι το προϊόν των Η/Κ παραλαμβάνεται με την περιοδική διάνοιξη της οπής απομετάλλωσης με χρήση σωλήνων οξυγόνου και προωθείται με κατάλληλους κάδους των 50 τόνων στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας (<http://www.larco.gr/>).

4η Φάση. Εμπλουτισμός-καθαρισμός σε μεταλλάκτες (M/T) OBM

Το προϊόν των Η/Κ με κατάλληλους κάδους χωρητικότητας 50 τόνων και γερανογέφυρα ανυψωτικής ικανότητας 100 τόνων τροφοδοτείται σε μεταλλάκτες τύπου OBM, όπου με εμφύσηση οξυγόνου και προπανίου από τον πυθμένα οξειδώνεται μία ποσότητα σιδήρου και επιτυγχάνεται έτσι ο εμπλουτισμός του σιδηρονικελίου στην επιθυμητή τελική περιεκτικότητα σε Ni. Για τον σκοπό αυτό διατίθενται δύο μεταλλάκτες των 50 τόνων ο καθένας. Ταυτόχρονα με τον εμπλουτισμό σε Ni επιτυγχάνεται και καθαρισμός του προϊόντος, με προσθήκη κατάλληλων συλλιπασμάτων. Έτσι περιορίζονται οι περιεκτικότητες θείου και φωσφόρου στα εμπορικά επιτρεπτά επίπεδα (<http://www.larco.gr/>).

Κατά την επεξεργασία οι θερμοκρασίες είναι της τάξης των 1600-1700°C. Με την ολοκλήρωση της παραπάνω επεξεργασίας το τελικό τήγμα κοκκοποιείται σε διαστάσεις +3-40 mm και αποτελεί το εμπορεύσιμο προϊόν. Συγκεντρώνεται σε σωρούς ανάλογα με την περιεκτικότητα σε Ni και από το λιμάνι της Λάρυμνας προωθείται στην αγορά (<http://www.larco.gr/>).

Η παραγόμενη κατά τον εμπλουτισμό σκουριά αποτελεί παραπροϊόν, που αποτίθεται και αφού λειοτριβηθεί σε διαστάσεις -5mm, πωλείται στο σύνολό της, ως βαρύ και αδρανές για την παραγωγή ειδικού τύπου μπετόν για επικάλυψη αγωγών πετρελαίου ή άλλων παρόμοιων έργων στην Ευρώπη, την Βόρειο Αφρική και την Μέση Ανατολή (<http://www.larco.gr/>).

4.2.4 Προϊόντα και παραπροϊόντα

Η 'ΛΑΡΚΟ' είναι εταιρεία του πρωτογενούς τομέα και παράγει Ni υπό μορφή σιδηρονικελίου με περιεκτικότητα Ni % από 18-25% σε μορφή κόκκων. Το προϊόν έχει εξαιρετική ποιότητα και χρησιμοποιείται μαζί με σιδηροχρώμιο, ως βασικό συστατικό κυρίως στην παραγωγή κραμάτων ανοξείδωτων χαλύβων. Η ποιότητα του προϊόντος είναι πιστοποιημένη κατά το πρότυπο ISO 9002 (<http://www.larco.gr/>).

Συγκεκριμένα από τα τέλη του 1992 αποφασίστηκε η λειτουργία του μεταλλουργικού συγκροτήματος Λάρυμνας να τεθεί υπό καθεστώς Διασφάλισης Ποιότητας κατά ISO 9002/87. Την 27/6/94 η διεργασία παραγωγής FeNi πιστοποιήθηκε από τον Ε.Λ.Ο.Τ. και αξιολογήθηκε ότι είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του ως άνω προτύπου.

Το πιστοποιητικό αυτό έχει βοηθήσει σημαντικά στην σταθεροποίηση της εταιρείας στην αγορά, αφού απευθύνεται αποκλειστικά σε Ευρωπαϊκές Εταιρείες παραγωγής ανοξείδωτου χάλυβα (<http://www.larco.gr/>).

Τέλος, τον Ιούνιο του 1997 το Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας της 'ΛΑΡΚΟ' εναρμονίστηκε πλήρως με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 9002/94. Η τυπική χημική ανάλυση του προϊόντος παρουσιάζεται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Τυπική ανάλυση του FeNi (<http://www.larco.gr/>).

Ni	17-23%
Co	4,5% επί του περιεχόμενου νικελίου
As	0,13% max
P	0,02% max
S	0,13% max
Cu	0,10% max
C, Mn, Si, Cr	ίχνη

Ως παραπροϊόντα του σιδηρονικελίου παράγονται:

α) Σκωρία μεταλλακτών η οποία εξάγεται στο σύνολό της για την παραγωγή βαρέως σκυροδέματος (<http://www.larco.gr/>)

β) Σκωρία Η/Κ η οποία διατίθεται στην Ελληνική τσιμεντοβιομηχανία και στις βιομηχανίες-βιοτεχνίες παραγωγής υλικών αμμοβολής, ενώ σχετικές έρευνες έχουν δώσει άριστα αποτελέσματα για χρήση τους στην κεραμική βιομηχανία, για παραγωγή αντιολισθητικών υλικών για ασφαλοτάπητες, για κατασκευή πλακών πεζοδρομίων με αντιολισθητική επιφάνεια, στην οδοποιία, κ.λ.π. (<http://www.larco.gr/>)

4.2.5 Περιουσιακά στοιχεία

- Τα γεωλογικά αποθέματα νικελιούχου μεταλλεύματος, μετρημένα με το διεθνές σύστημα αξιολόγησης μεταλλευτικών αποθεμάτων, είναι άνω των 250.000.000 τόνων.
- Οι μεταλλουργικές εγκαταστάσεις παραγωγής νικελίου βρίσκονται στη Λάρυμνα, Νομού Φθιώτιδας, με ονομαστική δυναμικότητα περίπου 25.000 τόνων νικελίου το χρόνο, ανάλογα με την περιεκτικότητα νικελίου στο μετάλλευμα τροφοδοσίας.
- Τα μεταλλεία είναι πλήρως εξοπλισμένα για εξόρυξη και επεξεργασία μεταλλευμάτων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές τροφοδοσίας του εργοστασίου.
- Το λιγνιτωρυχείο της 'ΛΑΡΚΟ' στα Σέρβια Κοζάνης μπορεί να διαθέσει 10.000.000 τόνους λιγνίτη με ανώτερη θερμογόνο δύναμη 2.600 kcal/kg επί φυσικού ο οποίος επαρκεί για δεκαετίες.
- Η εταιρεία διαθέτει σύμβαση νομοθετικά κατοχυρωμένη για χαμηλό τιμολόγιο ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική και στα ίδια επίπεδα τιμολογίου με την εταιρεία 'ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ' (<http://www.larco.gr/>).

4.2.6 Μεταλλευτικά αποθέματα

Τα αποθέματα των σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων της εταιρείας, ανά την Ελλάδα, παρουσιάζουν σημαντικές ποιοτικές και ορυκτολογικές διακυμάνσεις. Η περιεκτικότητα νικελίου κυμαίνεται από 0,9-2%, με επίσης έντονα κυμαινόμενη σχέση αποκάλυψης (<http://www.larco.gr/>).

Τα σιδηρονικελιούχα αποθέματα της Εύβοιας ξεπερνούν τα 200 εκατομμύρια τόνους, ενώ εξ αυτών ποσοστό 15% θεωρείται σήμερα ως βέβαιο εκμεταλλεύσιμο απόθεμα. Στο Νέο Κόκκινο Θηβών τα αποθέματα είναι περίπου 40 εκατομμύρια και εξ αυτών ποσοστό 35% θεωρείται ως βέβαιο εκμεταλλεύσιμο απόθεμα. Στην περιοχή Καστοριάς τα αποθέματα είναι περίπου 6 εκατομμύρια τόνοι και εξ' αυτών ποσοστό 50% θεωρείται ως βέβαιο εκμεταλλεύσιμο απόθεμα (<http://www.larco.gr/>).

Γενικότερα στον χώρο της Δ. Μακεδονίας υπάρχουν ενδιαφέροντες μεταλλοφόροι χώροι από πλευράς περιεχομένου Ni, όπου η 'ΛΑΡΚΟ' έχει ή σκοπεύει στο άμεσο μέλλον να αποκτήσει μεταλλευτικά δικαιώματα (Βέρμιο, Έδεσσα). Ήδη έχουν πραγματοποιηθεί γεωλογικές - κοιτασματολογικές μελέτες, έχουν εντοπιστεί αξιόλογα δυνατά-πιθανά αποθέματα και αναμένονται με γεωτρίτική έρευνα, βέβαια

εκμεταλλεύσιμα με περιεκτικότητα σε Ni % υψηλότερη εκείνης των κοιτασμάτων της Ν. Ελλάδας (<http://www.larco.gr/>).

Η συνολική έκταση στον Ελληνικό χώρο κάτω από την οποία αναμένονται αποθέματα σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων εκτιμάται σε 1400 km², ενώ η ερευνημένη είναι μόλις το 10-15% της συνολικής. Φαίνεται ότι η ανεξερεύνητη έκταση στην οποία αναμένεται να εντοπιστούν με σύγχρονες τεχνικές σημαντικές ποσότητες εκμεταλλεύσιμων κοιτασμάτων σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος είναι τεράστια (<http://www.larco.gr/>).

Τα αποθέματα προσδιορίζονται και μετρώνται με τη χρήση σύγχρονων τεχνικών και προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ο προσδιορισμός βασίζεται στην τρισδιάστατη προσομοίωση των μεταλλοφόρων περιοχών, σύμφωνα με τα στοιχεία της έρευνας και το κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας του μεταλλεύματος για την παραγωγή του τελικού προϊόντος (<http://www.larco.gr/>).

4.2.7 Περιβαλλοντικά θέματα της 'ΛΑΡΚΟ'

1. Γενικά

Το πρόγραμμα προστασίας του περιβάλλοντος που έχει εκπονήσει η εταιρεία περιλαμβάνει:

- Την αναγνώριση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τις δραστηριότητες και την αξιολόγησή τους σε κάθε φάση.
- Την σύνταξη μελετών και την έγκρισή τους από τις Δημόσιες Αρχές πριν την έναρξη των εργασιών, ώστε κάθε δραστηριότητα να εκτελείται σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.
- Την παρακολούθηση των ρύπων με μετρήσεις σε αέρα, νερό και έδαφος, την επεξεργασία και αξιολόγησή τους.
- Τη λήψη μέτρων με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον.
- Την αποκατάσταση του περιβάλλοντος στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις με επαναφορά της βλάστησης (<http://www.larco.gr/>).

2. Προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος.

Α) Υπαίθριες εκμεταλλεύσεις, λειοτρίβηση, υδρομηχανικός εμπλουτισμός, ομογενοποίηση και μεταφορά (<http://www.larco.gr/>).

Ο έλεγχος των ρύπων γίνεται με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Επιπτώσεις: Παραγωγή στερεών αποβλήτων (ασβεστολιθικά υπερκείμενα εκμεταλλεύσεων, στείρα εμπλουτισμού), υγρών αποβλήτων λεπτομερούς μεταλλεύματος (εμπλουτισμός), σκόνης στείρων-μεταλλευμάτων (εξόρυξη, λειοτρίβηση, κοσκίνηση, ομογενοποίηση, φόρτωση και μεταφορά) και τέλος παραγωγή προϊόντων καύσης ντιζελομηχανών.

Αντιμετώπιση:

- καταστολή σκόνης με συνεχή διαβροχή στα σημεία παραγωγής της,
- ασφαλτοστρώσεις χωμάτων δρόμων, εφαρμογή αποκονίωσης με σακκόφιλτρα κατά την τριβή,
- εγκατάσταση συστήματος παχυντή-ταινιοφιλτρόπρεσσας για την ελαχιστοποίηση του ψιλού απορρίμματος του εμπλουτισμού,
- χρήση αφριστικού,
- κάλυψη της μεταφορικής ταινίας,
- φόρτωση του πλοίου με χρήση φυσούνας,
- συνεχής συντήρηση ντιζελομηχανών και μέτρηση των προϊόντων καύσης τους. Επίσης πραγματοποιούνται, επαναλαμβανόμενες ανά τακτά χρονικά διαστήματα μετρήσεις σε:
- αέρα (συγκέντρωση σκόνης, χημική ανάλυση σκόνης : Ni, Fe, SiO₂, κοκκομετρική ανάλυση σκόνης)
- επιφανειακά νερά (παροχή, pH, αγωγιμότητα, ολικά διαλυμένα στερεά, ολικά αιωρούμενα στερεά, συγκέντρωση Ni, Fe)
- υπόγεια νερά (στάθμη, pH, αγωγιμότητα).

B) Αποκατάσταση του περιβάλλοντος

Επιπτώσεις: Μετασχηματισμός του φυσικού ανάγλυφου των περιοχών, αισθητική ρύπανση.

Αντιμετώπιση: Αποκατάσταση του περιβάλλοντος με επαναφορά της βλάστησης μετά το πέρας των εργασιών κάθε υπαίθριας εκμετάλλευσης (διάστρωση φυτικής γης, φύτευση, εγκατάσταση δικτύων νερού ποτίσματος, προστασία, περιποίηση και λίπανση φυτωρίων) και παρακολούθηση της προόδου με συνεχείς επεμβάσεις όπου αυτές απαιτούνται για διάστημα περίπου 4 χρόνων.

Γ) Μεταλλουργικό εργοστάσιο

Ο έλεγχος των ρύπων γίνεται με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον (<http://www.larco.gr/>).

Επιπτώσεις: Εκπομπές σκόνης και καπναερίων, παραγωγή σκωρίας

Αντιμετώπιση: Σύστημα αποκονίωσης και έλεγχος ρύπων με μετρήσεις σε:

- νερά παχυντή: pH, pHs, TH, CaH, MgH, NaCl, Na₂SO₃, Na₂SO₄, ολικά στερεά, ολικά αιωρούμενα στερεά) αποσκληρυμένα νερά (pH, TH, NaCl, ελεύθερο χλώριο)
- απόβλητα εργοστασίου (pH, COD, Fe, Ni, λίπη και έλαια, ολικά αιωρούμενα στερεά, Cr⁺⁶, C₆H₅OH),
- βιομηχανικό και πόσιμο νερό (pH, pHs, TH, CaH, MgH, NaCl, Na₂SO₃, Na₂SO₄, ολικά στερεά, ολικά αιωρούμενα στερεά, ενώ στο πόσιμο νερό μετρούνται επίσης Cl⁻ και κολοβακτηρίδια),
- θαλασσινό νερό (κολοβακτηρίδια),
- αέρια περιστροφικών (CO, CO₂, O₂, SO₂, CH₄),
- αέρια (CO, CO₂, SO₂), και σκόνη σε διάφορες θέσεις εργασίας,
- μονάδα βιολογικού καθαρισμού (pH, όγκος, συγκέντρωση, δείκτης, χρώμα λάσπης, διαλυμένο οξυγόνο και COD εισόδου και εξόδου) (<http://www.larco.gr/>).

3. Αξιοποίηση στερεών αποβλήτων

Παράλληλα με τα παραπάνω γίνεται προσπάθεια αξιοποίησης των στερεών αποβλήτων και ειδικότερα των στείρων του εμπλουτισμού και της σκωρίας των ηλεκτρικών καμίνων (υλικό ασφαλτόστρωσης, αμμοβολής, κλπ) με στόχο την διάθεσή τους ως παραπροϊόντα (<http://www.larco.gr/>).

4. Συμμετοχή σε ερευνητικά προγράμματα με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος

α) *Πρόγραμμα:* 'ΕΚΒΑΝ # 385 (Αλουμινούχο Τσιμέντο)'

Τίτλος: Συμπαραγωγή αλουμινούχου τσιμέντου υψηλών προδιαγραφών και ειδικών σιδηροκραμάτων από επιτόπια παραγόμενα μεταλλουργικά απορρίμματα (ρευστές σκωρίες κτλ) και εγχώριες πρώτες ύλες (<http://www.larco.gr/>).

Το έργο αφορά την διερεύνηση δυνατότητας παραγωγής ειδικών τσιμέντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, με χρήση σκωρίας ηλεκτροκαμίνων και άλλων απορριμμάτων.

β) *Πρόγραμμα:* 'ENVIRONMENT AND CLIMATE (ASTERISMOS)

Τίτλος: Application of space technology to environmental aspects of surface mining. A surface mining decision support system (<http://www.larco.gr/>).

Το έργο αφορά την εφαρμογή GIS (γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών) στα μεταλλεία με στόχο τη βέλτιστη και οικονομικότερη αποκατάσταση περιβάλλοντος στην περιοχή των εκμεταλλεύσεων (<http://www.larco.gr/>).

γ) *Πρόγραμμα*: 'ΠΑΒΕ 97 ΒΕ 160 (Τεχνολογία συσσωμάτωσης σε pellets)

Τίτλος: Αξιοποίηση των λεπτών κλασμάτων του νικελιούχου μεταλλεύματος με ανάπτυξη τεχνολογίας συσσωμάτωσης σε pellets (<http://www.larco.gr/>).

Αντικείμενο του έργου είναι η αξιοποίηση των λεπτομερών απορριμμάτων νικελιούχου λατερίτη, που παράγονται κατά τη διεργασία εμπλουτισμού του μεταλλεύματος, με τη μέθοδο της συσσωμάτωσης σε pellets ή μπρικέτες (<http://www.larco.gr/>).

δ) *Πρόγραμμα*: 'Υγιεινή και Ασφάλεια Εργασίας (Υ Α Ε)'

Τίτλος: Εκτέλεση έργων για την βελτίωση των συνθηκών υγιεινής και ασφάλειας στους εργοστασιακούς χώρους (<http://www.larco.gr/>).

Το έργο αφορά την κατασκευή σύγχρονου συστήματος πυρόσβεσης στο εργοστάσιο της Λάρυμνας (<http://www.larco.gr/>).

ε) *Πρόγραμμα*: 'ΕΠΕΤ II (ΕΠΕΤ II 98 ΒΙΑ-5-Διαχείριση Βιομηχανικών Αποβλήτων)

Τίτλος: Ανάπτυξη συστήματος συνολικής διαχείρισης και αξιοποίησης στερεών αποβλήτων της 'ΛΑΡΚΟ' (<http://www.larco.gr/>).

Το έργο αφορά την εξεύρεση εμπορικών λύσεων για τη χρησιμοποίηση της παραγόμενης σκωρίας των ηλεκτροκαμίνων του εργοστασίου της Λάρυμνας (<http://www.larco.gr/>).

4.3 Παγκόσμια βιομηχανία νικελίου

4.3.1 Παραγωγή και κατανάλωση

Η μεγάλη ποικιλία των εφαρμοζόμενων μεταλλουργικών διεργασιών δίνει αντίστοιχα μεγάλη ποικιλία τελικών προϊόντων πρωτογενούς νικελίου. Τα προϊόντα αυτά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: (Ζευγώλης και Κοντός, 2000)

- **Κατηγορία Ι: προϊόντα με Ni 99% ή περισσότερο.**

- i.Κάθοδοι νικελίου (99,96% Ni, περίπου)

- ii.Pellets νικελίου. Παράγονται κυρίως με την μέθοδο της καρβονυλίωσης.

- iii.Σκόνη νικελίου. Παράγεται κατά την μέθοδο της αμμωνιακής εκχύλισης (Sherrit).

- iv.Μπρικέτες νικελίου.

- v.Ροδέλες.

- **Κατηγορία II: προϊόντα με Ni κάτω του 99%**

- i. Σιδηρονικέλιο (20-30% Ni με εξαίρεση την εταιρεία 'Nippon Mining' με 60% Ni, περίπου)

- ii. Οξειδίο του νικελίου-sinter (75-90% Ni) .

Σε ορισμένες βιομηχανίες κατά την παραγωγή νικελίου παράγεται ένα ενδιάμεσο προϊόν, γνωστό και ως matte νικελίου. Η παραγόμενη matte υφίσταται επεξεργασία προς παραγωγή καθαρού νικελίου. (Ζευγώλης και Κοντός, 2000)

Η παγκόσμια βιομηχανία νικελίου σήμερα είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένη. Εκμετάλλευση νικελιούχων κοιτασμάτων πραγματοποιείται σε 22 χώρες ανά τον κόσμο. Σε όλες αυτές τις χώρες υπάρχουν και αντίστοιχες εγκαταστάσεις κατεργασίας προς παραγωγή πρωτογενούς νικελίου. Εξαίρεση αποτελούν η Μποτσουάνα και οι Φιλιππίνες. Αντίστοιχα στην Αυστρία, Γαλλία, Νορβηγία και Αγγλία γίνεται επεξεργασία νικελιούχων μεταλλευμάτων/συμπυκνωμάτων που εισάγονται από άλλες χώρες (Ζευγώλης και Κοντός, 2000).

Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η παραγωγή πρωτογενούς νικελίου σε μετρικούς τόνους ανά χώρα για τα έτη 2003 και 2004.

Πίνακας 4.2: Παραγωγή πρωτογενούς νικελίου σε μετρικούς τόνους ανά χώρα για τα έτη 2003 και 2004 (Kuck, 2005).

Χώρα	2003	2004
Ρωσία	315.000	315.000
Αυστραλία	210.000	210.000
Καναδάς	162.756	180.000
Ινδονησία	143.000	144.000
Νέα Καληδονία	111.895	122.000
Κούβα	74.018	75.000
Κολομβία	70.844	72.500
Κίνα	60.000	62.000
Δομινικανή Δημοκρατία	45.700	47.000
Βραζιλία	45.000	45.000
Νότια Αφρική	40.842	40.700
Μποτσουάνα	32.740	32.100
Ελλάδα	21.410	22.100
Φιλιππίνες	21.150	20.000
Βενεζουέλα	20.700	22.000
Ζιμπάμπουε	9.517	9.300
Άλλες χώρες	14.000	14.000

Στον πίνακα 4.3 παρουσιάζεται η παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς νικελίου σε μετρικούς τόνους για τα έτη 1999-2004.

Πίνακας 4.3: Παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς νικελίου σε μετρικούς τόνους για τα έτη 1999-2004 (Goonan και Kuck, 2005)

Έτος	Παγκόσμια παραγωγή
1999	1.160.000
2000	1.270.000
2001	1.340.000
2002	1.340.000
2003	1.400.000
2004	1.400.000

Στον πίνακα 4.4 παρουσιάζεται η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς νικελίου σε μετρικούς τόνους για έτη 1999-2002.

Πίνακας 4.4: Παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς νικελίου σε μετρικούς τόνους για έτη 1999-2002 (Goonan και Kuck, 2005).

Έτος	Κατανάλωση
1999	211.000
2000	231.000
2001	230.000
2002	221.000

Στον πίνακα 4.5 παρουσιάζονται τα αποθέματα νικελίου ανά χώρα σε μετρικούς τόνους για το 2004.

Πίνακας 4.5: Αποθέματα νικελίου ανά χώρα σε μετρικούς τόνους για το 2004 (Kuck, 2005)

Χώρα	Αποθέματα
Αυστραλία	22.000.000
Ρωσία	6.600.000
Κούβα	5.600.000
Καναδάς	4.800.000
Βραζιλία	4.500.000
Νέα Καληδονία	4.400.000
Νότια Αφρική	3.700.000
Ινδονησία	3.200.000
Κίνα	1.100.000
Φιλιππίνες	940.000
Κολομβία	830.000
Δομινικανή Δημοκρατία	720.000
Βενεζουέλα	560.000
Ελλάδα	490.000
Μποτσουάνα	490.000
Ζιμπάμπουε	15.000
Άλλες χώρες	1.300.000
Σύνολο	62.000.000

Τα περισσότερα αποθέματα νικελίου βρίσκονται στην Λατινική Αμερική (42%, περίπου, του συνόλου), εκ των οποίων το 90% βρίσκεται στην Κούβα (38% του συνόλου). Αντίστοιχα το σύνολο σχεδόν των αποθεμάτων νικελίου της Β. Αμερικής (13% του συνόλου) βρίσκεται στον Καναδά. Το 15% περίπου των αποθεμάτων βρίσκεται στην Ευρώπη. Εξ' αυτών το 90% βρίσκεται στην Ρωσία. Σημαντικά αποθέματα υπάρχουν στην Αυστραλία, στη Νέα Καληδονία (14%, περίπου, του συνόλου) και ακολουθούν η Ασία (9,2% περίπου) και η Αφρική (6,4% περίπου) (Ζευγώλης και Κοντός, 2000).

Η Ελλάδα είναι προνομιούχος έναντι άλλων χωρών της Ε.Ε καθ' όσον στο υπέδαφος της απαντούν σε αφθονία σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα. Η Ελλάδα κατέχει το 90% των αποθεμάτων στην Ε.Ε, ενώ το υπόλοιπο 10% η Φινλανδία. Απαντώνται, όπως προαναφέρθηκε, στην Εύβοια, στην Βοιωτία και στην Καστοριά υπό μορφή ενώσεων με σίδηρο, πυρίτιο, οξυγόνο και άλλα στοιχεία, όπως ασβέστιο και μαγνήσιο (Ζευγώλης και Κοντός, 2000).

Στον πίνακα 4.6 παρουσιάζονται τυπικές χημικές αναλύσεις των ελληνικών μεταλλευμάτων.

Πίνακας 4.6: Τυπική χημική ανάλυση ελληνικών σιδηρονικελιούχων μεταλλευμάτων (Ζευγώλης και Κοντός, 2000).

	ΕΥΒΟΙΑ (%)	ΒΟΙΩΤΙΑ (%)	ΚΑΣΤΟΡΙΑ (%)
Fe ₂ O ₃	47,5	45	24,8
Fe _{tot}	33,2	31,4	17,3
SiO ₂	28,2	18,6	32,2
Caρ	3	6,6	7,8
MgO	3,2	4	15,4
Al ₂ O ₃	7	10,9	2,9
Cr ₂ O ₃	3,1	2,7	1,4
MnO	0,04	0,04	0,01
S	0,4	0,45	0,4
Ni	1,03	1,15	1,45
Co	0,05	0,06	0,06
Απ. Πυρ	5	7,5	12,5
ΣΥΝΟΛΟ	98,88	97,41	99,03

4.3.2 Εταιρείες παραγωγής

Οι κυριότερες εταιρείες παραγωγής νικελίου στην Ευρώπη παρουσιάζονται στον πίνακα 4.7.

Πίνακας 4.7: Κυριότερες εταιρείες παραγωγής νικελίου στην Ευρώπη (<http://eippcb.jrc.es/>)

Εταιρεία	Πηγή πρώτων υλών	Δυνατότητα παραγωγής σε τόνους	Ποσοστό της συνολικής ευρωπαϊκής παραγωγής (%)	Παραπροϊόντα
Outokumpu, Φινλανδία	Φινλανδία, Νορβηγία, Αυστραλία	36.000	18	Cu, Co, θειϊκό οξύ
Eramet, Γαλλία	Νέα Καληδονία	16.000	8	Χλωρίδιο κοβαλτίου, χλωρίδιο σιδήρου
Falconbridge, Νορβηγία	Καναδάς, Μποτσουάνα	85.000	42	Cu, Co, θειϊκό οξύ
INCO, Ηνωμένο Βασίλειο	Καναδάς	41.000 (σκόνη νικελίου και pellets)	20	Θειϊκό άλας νικελίου
Treibacher, Αυστρία	Δευτερογενής	4.000	2	Παραγωγή σιδηρονικελίου
Larco, Ελλάδα	Ελλάδα	20.000	10	Παραγωγή σιδηρονικελίου
Σύνολο		202.000		

4.3.3 Περιβαλλοντικά θέματα

Η εκπομπή διοξειδίου του θείου στον αέρα από την φρύξη και την τήξη των θειούχων συμπυκνωμάτων είναι ένα σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Αυτό το πρόβλημα έχει λυθεί αποτελεσματικά από τους κάμινους τήξης στην Ε.Ε που επιτυγχάνουν κατά μέσον όρο σταθεροποίηση 98,9% του θείου και παράγουν θειϊκό οξύ και υγρό διοξείδιο του θείου. Οι εκπομπές σκόνης, μεταλλικών στοιχείων και διαλυτών είναι επίσης ένα θέμα που πρέπει να αποτραπεί και να ελεγχθεί (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τα κύρια περιβαλλοντικά θέματα που συνδέονται με την παραγωγή του δευτερογενούς νικελίου συνδέονται επίσης με τα απαιτήρια των διαφόρων καμίνων. Αυτά τα αέρια καθαρίζονται, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η μείωση των εκπομπών σκόνης. Υπάρχει επίσης η πιθανότητα σχηματισμού διοξινών, λόγω της παρουσίας μικρών ποσών χλωρίου στις δευτερογενείς πρώτες ύλες. Η καταστροφή των διοξινών είναι ένα θέμα που πρέπει πάντα να εξετάζεται (<http://eippcb.jrc.es/>).

Το νικέλιο είναι ένα βιώσιμο προϊόν. Ο ανοξειδωτός χάλυβας και άλλα κράματα νικελίου είναι οι αρχικές πηγές του δευτερογενούς νικελίου. Υπολογίζεται ότι περίπου 80% του νικελίου ανακυκλώνεται από νέο και παλαιό scrap ανοξειδωτού χάλυβα και επιστρέφει σε αυτή την τελική χρήση. Άλλα υλικά που περιέχουν νικέλιο, όπως ιζήματα και κατάλοιπα ανακυκλώνονται στην πρωτογενή παραγωγή (<http://eippcb.jrc.es/>).

Σε πολλές εφαρμογές, τα κράματα νικελίου είναι βασικά και δεν μπορούν να αντικατασταθούν με άλλα υλικά. Η χρήση του νικελίου σε εφαρμογές όπου αξιοποιούνται οι ιδιότητες της αντοχής, της αντίστασης σε διάβρωση, της υψηλής αγωγιμότητας, των μαγνητικών χαρακτηριστικών και των καταλυτικών ιδιοτήτων, θεωρείται ως περιβαλλοντικό όφελος, όπως θεωρείται άλλωστε και η χρήση του στις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (<http://eippcb.jrc.es/>).

4.3.4 Διεργασίες παραγωγής νικελίου

Οι διαφορές των οξειδωμένων και των θειούχων μεταλλευμάτων νικελίου (παράγραφος 4.1) σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους, όπως η γεωγραφική θέση, ο τρόπος εκμετάλλευσης (υπόγεια ή επιφανειακή), η σχέση αποκάλυψης, η χημική και ορυκτολογική σύσταση του μεταλλεύματος, η μεταλλουργική απόδοση, η διαχείριση των παραπροϊόντων της μεταλλουργικής επεξεργασίας κ.ά αποτελούν σημαντικούς παράγοντες καθορισμού της οικονομικότητας της μονάδας. Έτσι για την επεξεργασία

των νικελιούχων μεταλλευμάτων χρησιμοποιείται μεγάλη ποικιλία πυρομεταλλουργικών και υδρομεταλλουργικών μεθόδων (Ζευγώλης και Κοντός, 2000).

1. Επεξεργασία οξειδωμένων μεταλλευμάτων νικελίου

Για την επεξεργασία των λατεριτικών μεταλλευμάτων χρησιμοποιούνται τέσσερις κύριες μέθοδοι: (Ζευγώλης και Κοντός, 2000)

- I. Τήξη προς παραγωγή matte.** Αποτελεί την πρώτη βιομηχανική εφαρμογή πυρομεταλλουργικής επεξεργασίας οξειδωμένων μεταλλευμάτων του νικελίου.
- II. Απ' ευθείας τήξη του μεταλλεύματος για παραγωγή σιδηρονικελίου.** Στην κατηγορία αυτή υπάγεται και η μέθοδος της 'ΛΑΡΚΟ'.
- III. Αναγωγική φρύξη και εκχύλιση με αμμωνία προς παραγωγή οξειδίου του νικελίου.**
- IV. Εκχύλιση με θειϊκό οξύ σε αυτόκλειστα υπό πίεση προς παραγωγή μπρικεττών και σκόνης νικελίου (μέθοδος PAL).**

Στα μεταλλεύματα λατερίτη το νικέλιο είναι συνδεδεμένο με ενώσεις οξειδίων ή πυριτικών οξέων και έτσι είναι δύσκολο να αναβαθμιστεί σε συμπύκνωμα. Η τήξη αυτών των μεταλλευμάτων με μια πηγή άνθρακα μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ηλεκτρική κάμινο. Έτσι παράγεται σιδηρονικέλιο ή μπορεί να δημιουργηθεί matte νικελίου μετά την προσθήκη θείου (<http://eippcb.jrc.es/>).

Πριν από την τήξη το μετάλλευμα συνήθως προθερμαίνεται ή υφίσταται φρύξη σε περιστροφικό κλίβανο. Έπειτα για την τήξη συνήθως χρησιμοποιείται ηλεκτρική κάμινος.

Τα μεταλλεύματα σαπρόλιθου είναι δυνατόν να υποστούν τήξη με θείο, έτσι ώστε το οξείδιο του νικελίου να μετατραπεί σε θειούχο matte και ο σίδηρος να απομακρυνθεί ως σκωρία. Η matte επεξεργάζεται με τον ίδιο τρόπο με τη matte που παράγεται από θειούχα μεταλλεύματα (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η παραγωγή νικελίου από μεταλλεύματα λατερίτη προέρχεται σε μεγάλο ποσοστό από την τήξη προς σιδηρονικέλιο. Η εκχύλιση λατερίτη με αμμωνία χρησιμοποιείται επίσης για την εξαγωγή νικελίου. Αν και η μετατροπή του οξειδίου του νικελίου σε νικέλιο χαμηλής καθαρότητας και έπειτα σε καρβονύλιο νικελίου, που είναι πτητικό, χρησιμοποιείται για την παραγωγή καθαρού νικελίου, τελικά παράγεται οξείδιο του νικελίου από την τήξη των οξειδωμένων μεταλλευμάτων. Τα λατεριτικά μεταλλεύματα έχουν γενικά μέγιστη περιεκτικότητα σε νικέλιο 3% και επομένως δεν χρησιμοποιούνται άμεσα σε αυτήν την διεργασία (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η εκχύλιση του λατερίτη με θειικό οξύ υπό πίεση είναι μια απλή διεργασία. Η θερμοκρασία, η πίεση και άλλες παράμετροι διαφοροποιούνται από περίπτωση σε περίπτωση, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται οι καλύτερες δυνατές μεταλλουργικές συνθήκες ανάλογα με το μέταλλευμα και τα επιθυμητά προϊόντα. Η θερμοκρασία των αυτοκλείστων της εκχύλισης κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 230 και 260°C, ενώ χρησιμοποιούνται πιέσεις μεγαλύτερες από 43 bar. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στη διεργασία οξυγόνο (<http://eippcb.jrc.es/>).

Το διάλυμα που σχηματίζεται, καθαρίζεται είτε με τις σύγχρονες μεθόδους εξαγωγής με οργανικό διαλύτη είτε με τις παραδοσιακές μεθόδους καταβύθισης. Παραδείγματος χάριν το υδρόθειο χρησιμοποιείται για να καταβυθίσει επιλεκτικά θειούχο νικέλιο και κοβάλτιο τα οποία και οδηγούνται για περαιτέρω ανάκτηση. Το διάλυμα είναι δυνατόν να εξουδετερωθεί έτσι ώστε να καταβυθιστεί σίδηρος. Το νικέλιο και το κοβάλτιο καταβυθίζονται και εκχυλίζονται ξανά με αμμωνία (<http://eippcb.jrc.es/>).

Η εξαγωγή με οργανικό διαλύτη χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό του χλωριούχου νικελίου και κοβαλτίου και των θεικών αλάτων. Το νικέλιο παράγεται με την ηλεκτράνακτηση και το κοβάλτιο καταβυθίζεται ως θειούχο κοβάλτιο. Εναλλακτικά, με αναγωγή υδρογόνου, το νικέλιο και το κοβάλτιο ανακτώνται ως σκόνες μετάλλων (<http://eippcb.jrc.es/>).

2. Επεξεργασία θειούχων μεταλλευμάτων νικελίου

Για την επεξεργασία των θειούχων μεταλλευμάτων νικελίου χρησιμοποιούνται τρεις κύριες μέθοδοι: (Ζευγώλης και Κοντός, 2000)

- I. Μέθοδος INCO**, όπου το συμπύκνωμα μετά από οξειδωτική φρύξη τήκεται σε ηλεκτρικές καμίνους.
- II. Μέθοδος Outokumpu**, όπου το συμπύκνωμα μετά από ξήρανση τήκεται σε καμίνους ακαριαίας τήξης.
- III. Μέθοδος Sheritt**, όπου το συμπύκνωμα εκχυλίζεται και ανάγεται προς καταβύθιση νικελίου και κοβαλτίου.

Εάν το μέταλλευμα περιέχει σημαντική ποσότητα χαλκού, τότε η παραγωγή matte με χρήση μεταλλάκτη είναι υποχρεωτική. Ο διαχωρισμός νικελίου και κοβαλτίου της matte πραγματοποιείται είτε με αργή ψύξη της είτε με φρύξη και εκχύλιση με θειικό οξύ. Για την υδρομεταλλουργική κατεργασία της matte χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι (Ζευγώλης και Κοντός, 2000):

- **Η μέθοδος Ammax**, όπου η matte εκχυλίζεται χρησιμοποιώνταςθειϊκό οξύ που προέρχεται από το κύκλωμα εκχύλισης του χαλκού. Το μεταλλικό νικέλιο καταβυθίζεται από το υδατικό διάλυμα με χρήση αερίου υδρογόνου και άνοδο της θερμοκρασίας.
- **Η μέθοδος Sheritt**, που περιλαμβάνει εκχύλιση με αμμωνία ακολουθούμενη με βρασμό μεθειϊκό οξύ για την απομάκρυνση του χαλκού. Στην συνέχεια το νικέλιο ανάγεται σε αυτόκλειστα υπό πίεση όπου παράγονται σκόνες και μπρικέττες νικελίου. Η εταιρεία Sheritt είναι πρωτοπόρος στην κατεργασία θειούχων συμπυκνωμάτων με εκχύλιση.

Ανακεφαλαιώνοντας διαπιστώνεται ότι τα θειούχα μεταλλεύματα νικελίου, είναι δυνατόν να εμπλουτιστούν, ώστε να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε νικέλιο. Έτσι παράγονται συμπυκνώματα νικελίου, που περιέχουν γενικά 7-25% νικέλιο, κάτι που καθιστά την περαιτέρω επεξεργασία ευκολότερη. Τα συμπυκνώματα νικελίου υφίστανται τήξη συνήθως υπό οξειδωτικές συνθήκες για την οξείδωση του θειούχου σιδήρου. Ο θειούχος σίδηρος και άλλα άγονα υλικά σχηματίζουν σκωρία πυριτικών αλάτων. Στην Ευρώπη χρησιμοποιείται η κάμιнос ακαριαίας τήξης Outokumpu, ενώ στον υπόλοιπο κόσμο χρησιμοποιούνται οι κάμινοι ακαριαίας τήξης Outokumpu, INCO και ηλεκτρικές ή φρεατώδεις κάμινοι (<http://eippcb.jrc.es/>).

Το νικέλιο ανακτάται σε θειούχο matte που περιέχει 35-70% νικέλιο, κοβάλτιο και χαλκό. Η matte είναι δυνατόν να επεξεργαστεί σε έναν μεταλλάκτη Pierce Smith ή να κοκκοποιηθεί ή να ψυχθεί αργά πριν από το στάδιο της υδρομεταλλουργικής ανάκτησης (<http://eippcb.jrc.es/>).

Τα κύρια συστατικά της matte νικελίου είναι κοβάλτιο, χαλκός και πολύτιμα μέταλλα. Η σκωρία που παράγεται κατά τη διάρκεια της τήξης περιέχει επίσης ανακτήσιμο μέταλλο και κατεργάζεται σε ηλεκτρική κάμινο για την παραγωγή περισσότερης matte νικελίου, που μπορεί να κοκκοποιηθεί και να επεξεργαστεί ξεχωριστά. Τα δευτερογενή υλικά ανακτώνται μερικές φορές σε ηλεκτρική κάμινο (<http://eippcb.jrc.es/>).

α) Συμβατική διεργασία σε κάμινο ακαριαίας τήξης

Συμβατικές διεργασίες τήξης εφαρμόζονται για την απομάκρυνση του σιδήρου και στείρων υλικών από θειούχα συμπυκνώματα για την παραγωγή matte νικελίου. Στην Ευρώπη χρησιμοποιείται μόνο η κάμιнос ακαριαίας τήξης Outokumpu (<http://eippcb.jrc.es/>).

Στην μέθοδο Outokumpu, χρησιμοποιείται κάμιнос ακαριαίας τήξης με αέρα

εμπλουτισμένο σε οξυγόνο, όπου παράγεται matte χαλκού-νικελίου με περιεκτικότητα 75% σε Cu και Ni και 2-6% σε σίδηρο. Η matte κοκκοποιείται πριν το στάδιο της εκχύλισης. Στην συνέχεια γίνεται έκπλυση της σκωρίας που οδηγείται σε ηλεκτρική κάμινο, όπου επεξεργάζεται με κοκ για την παραγωγή περισσότερης matte νικελίου και καθαρής σκωρίας που απομακρύνεται. Οι δύο matte είναι διαφορετικής σύστασης και επεξεργάζονται χωριστά (<http://eippcb.jrc.es/>).

β) Διεργασίες καθαρισμού των matte

Οι matte που παράγονται με τις διεργασίες τήξης πρέπει να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία, προκειμένου να ανακτηθεί και καθαριστεί το μέταλλο. Η matte νικελίου πρέπει να υποστεί διεργασία καθαρισμού πολλών σταδίων, για την απομάκρυνση του σιδήρου και την ανάκτηση του χαλκού, του κοβαλτίου και των πολύτιμων μετάλλων. Η επεξεργασία της matte μπορεί να γίνει πυρομεταλλουργικά, αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται υδρομεταλλουργικές μέθοδοι. Γενικά χρησιμοποιούνται διάφορες διεργασίες καθαρισμού, εκχύλισης-αναγωγής και καταβύθισης. Το νικέλιο ανακτάται από καθαρισμένα διαλύματα με ηλεκτράνακτηση ή με αναγωγή υδρογόνου (<http://eippcb.jrc.es/>).

γ) Χλωριούχος εκχύλιση της matte και ηλεκτράνακτηση

Η matte εκχυλίζεται σε χλωριούχο διάλυμα σε διάφορα στάδια σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση, χρησιμοποιώντας ως οξειδωτικό αέριο χλώριο που παράγεται στα κελιά ηλεκτράνακτησης. Ο χαλκός καταβυθίζεται ως θειούχος χαλκός και έπειτα καταβυθίζονται ο σίδηρος και το αρσενικό ως υδροξείδια και αρσενικά άλατα. Ο θειούχος χαλκός υφίσταται φρύξη και το φρύγμα που παράγεται εκχυλίζεται (<http://eippcb.jrc.es/>).

Το κοβάλτιο απομακρύνεται με εξαγωγή χρησιμοποιώντας ως οργανικό διαλύτη χλωριούχο διάλυμα. Το διάλυμα νικελίου είναι δυνατόν να καθαριστεί περισσότερο χρησιμοποιώντας χλώριο για την απομάκρυνση μολύβδου και μαγγανίου και στη συνέχεια με ηλεκτράνακτηση χρησιμοποιώντας ανόδους τιτανίου. Τα κελιά σφραγίζονται για την ανάκτηση του χλωρίου που σχηματίζεται στην άνοδο (<http://eippcb.jrc.es/>).

δ) Εκχύλιση με θειικό οξύ, εκχύλιση υπό πίεση και ηλεκτράνακτηση/αναγωγή υδρογόνου

Η matte εκχυλίζεται σε θειικό άλας που ανακτάται από ηλεκτράνακτηση του νικελίου. Η θειούχος matte του νικελίου εκχυλίζεται σε ένα στάδιο ατμοσφαιρικής εκχύλισης, χρησιμοποιώντας οξυγόνο. Ο διαλυτοποιημένος σίδηρος οξειδώνεται για να σχηματίσει οξείδιο του σιδήρου, το οποίο και καταβυθίζεται (<http://eippcb.jrc.es/>).

Το κατάλοιπο από την ατμοσφαιρική εκχύλιση οδηγείται στο στάδιο εκχύλισης υπό πίεση, όπου διαλυτοποιείται και ο χαλκός καταβυθίζεται ως θειούχος χαλκός, ο οποίος και επιστρέφει στην κάμινο τήξης. Το ίζημα οξειδίων του σιδήρου επίσης επιστρέφει στην κάμινο τήξης. Το διάλυμα νικελίου από την ατμοσφαιρική εκχύλιση καθαρίζεται με εξαγωγή με οργανικό διαλύτη για την απομάκρυνση του κοβαλτίου και των προσμίξεων. Το κοβάλτιο είναι δυνατόν να υποστεί ηλεκτρανάκτηση ή να αναχθεί σε σκόνη κοβαλτίου παρουσία υδρογόνου. Το νικέλιο είναι δυνατόν να υποστεί ηλεκτρανάκτηση από το καθαρισμένο διάλυμα θειϊκού άλατος για την παραγωγή καθόδων (<http://eippcb.jrc.es/>).

Σκόνη νικελίου μπορεί να παραχθεί με προσθήκη αμμωνίας και θειϊκού άλατος αμμωνίου στο διάλυμα. Το μίγμα ανάγεται στη συνέχεια σε αυτόκλειστο σε ατμόσφαιρα υδρογόνου. Η σκόνη πωλείται ή συμπυκνώνεται σε μπρικέτες. Το θειϊκό οξύ εξουδετερώνεται από αμμωνία. Θειϊκό άλας αμμωνίου ανακτάται προς πώληση ή επαναχρησιμοποιείται στη διεργασία (<http://eippcb.jrc.es/>).

ε) Εκχύλιση αμμωνίας υπό πίεση και αναγωγή με υδρογόνο

Η matte εκχυλίζεται σε αμμωνιακό διάλυμα θειϊκού άλατος σε αυτόκλειστα πίεσης, χρησιμοποιώντας ως οξειδωτικό αέρα. Μετά την καταβύθιση θειούχου χαλκού, το διάλυμα νικελίου ανάγεται με υδρογόνο στα αυτόκλειστα για την παραγωγή μεταλλικής σκόνης νικελίου. Το θειϊκό άλας αμμωνίου που σχηματίζεται στο στάδιο αναγωγής με υδρογόνο ανακτάται με κρυστάλλωση. Μετά από την αναγωγή με υδρογόνο το υπόλοιπο διαλυτοποιημένο νικέλιο και όλο το κοβάλτιο καταβυθίζονται με υδρόθειο (<http://eippcb.jrc.es/>).

στ) Εκχύλιση με χλωριούχο σίδηρο

Η matte εκχυλίζεται σε διάφορα στάδια χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένο χλωριούχο σίδηρο παρουσία χλωρίου (που παράγεται από τα κελιά ηλεκτρανάκτησης) κοντά στο σημείο βρασμού. Το θείο παραμένει σε στοιχειακή κατάσταση και διηθείται από το τελικό διάλυμα. Ο σίδηρος στη συνέχεια απομακρύνεται με εξαγωγή με οργανικό διαλύτη χρησιμοποιώντας φωσφορικό άλας, επιτρέποντας έτσι την ανάκτηση χλωριούχου σιδήρου. Το κοβάλτιο απομακρύνεται σε επόμενο στάδιο εξαγωγής με οργανικό διαλύτη χρησιμοποιώντας αμίνη. Το διάλυμα χλωριούχου κοβαλτίου πωλείται (<http://eippcb.jrc.es/>).

Άλλες κύριες προσμίξεις, όπως το χρώμιο, το αργίλιο και ο μόλυβδος απομακρύνονται, χρησιμοποιώντας συνδυασμό ηλεκτρόλυσης, ιονεναλλαγής και ενεργού άνθρακα. Το νικέλιο από το καθαρισμένο διάλυμα ανακτάται με

ηλεκτράνηση, χρησιμοποιώντας ανόδους τιτανίου και καθόδους νικελίου. Το χλώριο συλλέγεται και επιστρέφει στο κύκλωμα εκχύλισης (<http://eippcb.jrc.es/>).

ζ) Διεργασία καρβονυλίωσης

Η διεργασία της καρβονυλίωσης, χρησιμοποιεί το οξείδιο που περιέχει προσμίξεις και παράγεται από την τήξη του θειούχου μεταλλεύματος. Αυτό το οξείδιο ανάγεται σε μέταλλο χαμηλής καθαρότητας, παρουσία υδρογόνου. Το νικέλιο της καρβονυλίωσης σχηματίζεται έπειτα από αντίδραση του μετάλλου με μονοξείδιο του άνθρακα σε χαμηλή θερμοκρασία και πίεση. Είναι πτητικό και καθαρίζεται από τις στερεές προσμίξεις με διαχωρισμό. Το στερεό κατάλοιπο επιστρέφει για περαιτέρω επεξεργασία στην αρχική κάμινο τήξης με σκοπό την ανάκτηση και άλλων μετάλλων (<http://eippcb.jrc.es/>).

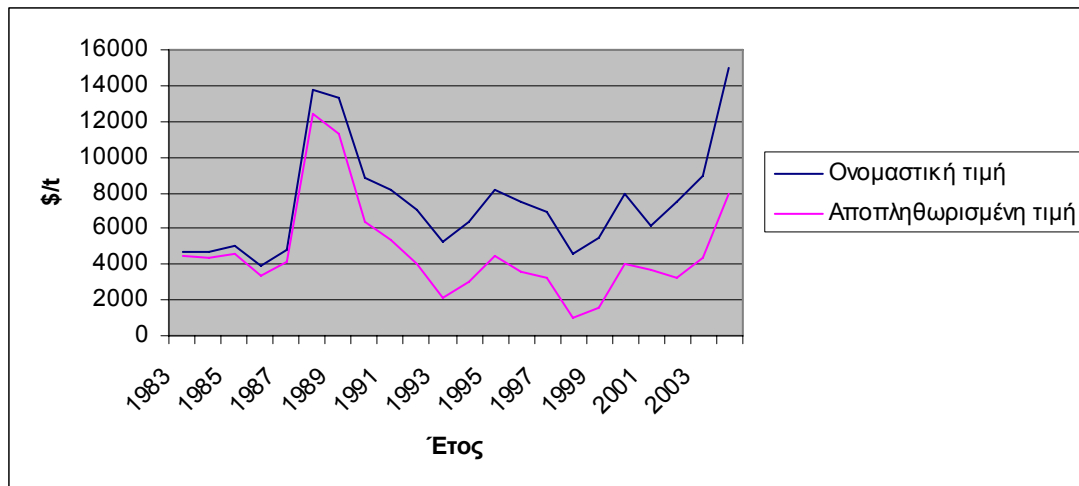
Το αέριο της καρβονυλίωσης αποσυντίθεται παρουσία θερμότητας για την παραγωγή σκόνης και pellets. Μπορεί επίσης να αποσυντεθεί επάνω σε άλλα υποστρώματα, όπως ίνες άνθρακα για την παραγωγή υλικών επιστρωμένων με νικέλιο. Κατά τη διάρκεια της αποσύνθεσης απελευθερώνεται μονοξείδιο του άνθρακα, το οποίο ανακτάται και επαναχρησιμοποιείται για την παραγωγή περισσότερου καρβονυλίου. Τα καθαρά άλατα του νικελίου παράγονται από την αντίδραση των pellets με οξέα (<http://eippcb.jrc.es/>).

η) Ηλεκτρικός καθαρισμός της matte

Η matte νικελίου είναι δυνατόν να χυτευθεί σε ανόδους. Οι άνοδοι διαλύονται σε διάφραγμα κελιού ηλεκτρόλυσης χρησιμοποιώντας χλωριούχο ηλεκτρολύτη ή ηλεκτρολύτη θειϊκού άλατος. Αυτή η διεργασία εφαρμόζεται μόνο για matte που έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε χαλκό (<http://eippcb.jrc.es/>).

4.4 Προοπτικές της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας νικελίου

Στο σχήμα 4.2 απεικονίζονται οι διακυμάνσεις των ονομαστικών και των αποπληθωρισμένων τιμών του νικελίου από το 1983 έως και το 2004. Να σημειωθεί ότι για τον προσδιορισμό της αποπληθωρισμένης τιμής του νικελίου, λαμβάνεται ως σημείο αναφοράς ο πληθωρισμός των Ηνωμένων Πολιτειών.



Σχήμα 4.2: Διακυμάνσεις των ονομαστικών και των αποπληθωρισμένων τιμών του νικελίου από το 1983 έως και το 2004 (<http://www.bls.gov/>, <http://www.lme.com/>, <http://www.usgs.gov/>)

Η Ελλάδα σήμερα είναι από τους σημαντικότερους Ευρωπαίους παραγωγούς νικελίου, καθώς καλύπτει περίπου το 2% της παγκόσμιας παραγωγής και το 10% της αντίστοιχης ευρωπαϊκής. Η μεταλλουργική βιομηχανία νικελίου στηρίζεται αποκλειστικά στη λειτουργία της ΛΑΡΚΟ. Οι προοπτικές για το μέλλον της ελληνικής βιομηχανίας νικελίου είναι σχετικά ευοίωνες:

- ❖ Η ονομαστική τιμή του νικελίου (σχήμα 4.2) τα τελευταία τρία χρόνια παρουσιάζει ανοδική τάση, κάτι που σαφώς μπορεί να επιφέρει περισσότερα κέρδη από την περαιτέρω πώληση του νικελίου στην διεθνή αγορά.
- ❖ Η ζήτηση είναι αυξανόμενη και κατά μέσο όρο εκτιμάται ότι η αύξηση αυτή θα είναι της τάξης 2-3% ετησίως (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000). Αυτός ο παράγοντας επίσης ευνοεί την περαιτέρω ανάπτυξη της ελληνικής βιομηχανίας νικελίου.
- ❖ Η άριστη ποιότητα του προϊόντος της 'ΛΑΡΚΟ' και το γεγονός ότι η εταιρεία βρίσκεται πολύ κοντά σε ένα από τα μεγαλύτερα κέντρα κατανάλωσης νικελίου, δηλαδή την Ε.Ε.
- ❖ Η 'ΛΑΡΚΟ' θεωρείται σε διεθνές επίπεδο ως μέσου μεγέθους επιχείρηση, η αγορά στην οποία δραστηριοποιείται είναι ολιγοπωλιακή και δεν αναμένονται εμφανίσεις νέων παραγωγών. (Λιανός και Νικηταρίδης, 2000)
- ❖ Τα αποθέματα των σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων στον ελληνικό χώρο εκτιμώνται σε 490.000 τόνους και θεωρούνται σημαντικά τουλάχιστον για τον

ευρωπαϊκό χώρο. Η Ελλάδα κατέχει το 90% των αποθεμάτων στην Ε.Ε και το υπόλοιπο 10% η Φινλανδία. Το γεγονός αυτό ευνοεί την παραγωγή νικελίου για αρκετά ακόμα χρόνια.

❖ Η μικρή αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής νικελίου τα τελευταία χρόνια (πίνακας 4.3) και η μικρή αύξηση της αντίστοιχης παραγωγής στην χώρα μας το 2004 σε σχέση με το 2003 (πίνακας 4.2), αποδεικνύει ότι γενικά ευνοείται η παραγωγή νικελίου διεθνώς και κατ' επέκταση στην Ελλάδα για τα επόμενα χρόνια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η κατάσταση της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας σήμερα μπορεί να θεωρηθεί σε γενικές γραμμές ως δυσχερής. Παρόλα αυτά διαφαίνονται κάποιες προοπτικές περαιτέρω ανάπτυξης, κυρίως ως προς την μεταλλουργική βιομηχανία αλουμινίου και νικελίου. Αντίθετα δεν φαίνεται να υπάρχουν προοπτικές ανάπτυξης για την μεταλλουργική βιομηχανία χρυσού, καθώς εδώ και λίγα χρόνια έχουν ανασταλεί όλες οι δραστηριότητες εξόρυξης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα, με βάση τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν στους πίνακες των προηγούμενων κεφαλαίων, κατέχει σημαντική θέση στην μεταλλουργία αλουμινίου και νικελίου στους κόλπους της Ε.Ε.

Παρακάτω παρατίθενται προτάσεις που ενδεχομένως θα μπορούσαν, με την σωστή εφαρμογή τους, να συνεισφέρουν στην ενίσχυση της θέσης της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας.

1) Η ενεργοποίηση του ρόλου του ελληνικού κράτους θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για την περαιτέρω εξέλιξη της μεταλλουργίας στην Ελλάδα.

Το κράτος θα πρέπει να δώσει κίνητρα, τόσο σε ελληνικούς, όσο και σε ξένους επενδυτικούς φορείς, κυρίως για επενδύσεις που στοχεύουν στην αύξηση της παραγωγικότητας, μείωση του κόστους και αξιοποίηση των παραπροϊόντων, ιδιαίτερα με ανάπτυξη και χρήση νέων τεχνολογιών. Με τα σημερινά δεδομένα, χρειάζονται επενδύσεις κυρίως για εξοικονόμηση και αντικατάσταση ενέργειας που να είναι φιλική προς το περιβάλλον π.χ. χρήση φυσικού αερίου για την λειτουργία των μεταλλουργικών μονάδων με την ανάπτυξη σχετικού δικτύου διανομής, αντί για χρήση ηλεκτρικού ρεύματος ή πετρελαίου, ανανέωση του εξοπλισμού, βελτίωση της ποιότητας των ελληνικών μεταλλουργικών προϊόντων και αξιοποίηση των παραπροϊόντων.

Σημαντικός παράγοντας για την προσέλκυση επενδύσεων θα πρέπει να θεωρηθεί από την πολιτεία και η βελτίωση των δικτύων μεταφορών και επικοινωνιών που χρησιμοποιούνται από τις επιχειρήσεις του μεταλλευτικού και μεταλλουργικού κλάδου. Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια για τη βελτίωση των μεταφορών με την διάνοιξη σημαντικών οδικών αρτηριών, όπως είναι η 'Εγνατία Οδός' που θα συνδέει το λιμάνι της Ηγουμενίστας με τα ελληνοτουρκικά σύνορα στους Κήπους του Έβρου, καθώς και με την διαπλάτυνση και κατασκευή νέων τμημάτων της εθνικής οδού Πατρών- Αθηνών- Θεσσαλονίκης- Ευζώνων.

Τέλος το κράτος θα πρέπει να χαράξει μια εθνική και ενιαία πολιτική και να δείξει

αποφασιστικότητα ως προς την αυστηρή εφαρμογή της Κοινοτικής νομοθεσίας για την προστασία του περιβάλλοντος σε σχέση με τις μεταλλευτικές και μεταλλουργικές βιομηχανίες. Το εγχείρημα αυτό θα πρέπει να γίνει με ταυτόχρονη έναρξη εκστρατείας ενημέρωσης των τοπικών κοινωνιών, στις οποίες λειτουργούν ή πρόκειται να λειτουργήσουν μεταλλευτικές και μεταλλουργικές μονάδες, αλλά και έναρξης διαλόγου μεταξύ του κράτους, Ελλήνων και ξένων επενδυτών και των φορέων τοπικής αυτοδιοίκησης. Ο σκοπός του όλου εγχειρήματος θα πρέπει να είναι η αποτροπή γεγονότων παρόμοιων με αυτών που οδήγησαν στην αναστολή λειτουργίας των μεταλλείων στην Χαλκιδική με συνέπεια την απόσυρση του επενδυτικού ενδιαφέροντος από την Καναδική εταιρεία 'TVX GOLD INC'.

2) Για την ανάπτυξη της ελληνικής μεταλλουργικής βιομηχανίας δεν θεωρείται αρκετός μόνο ο ρόλος του κράτους, αλλά και η τήρηση υπεύθυνης στάσης από την πλευρά των ίδιων των ελληνικών μεταλλευτικών και μεταλλουργικών εταιρειών.

Μία πρώτη δραστηριότητα αφορά τη συμμετοχή ελληνικών εταιρειών σε μεταλλευτικές και μεταλλουργικές δραστηριότητες και παραγωγή προϊόντων στο εξωτερικό. Αυτό προϋποθέτει την συνεργασία των ελληνικών εταιρειών με αντίστοιχες ξένες εταιρείες, που έχουν μεγάλα δίκτυα διανομής των προϊόντων τους και μεγάλο αριθμό πελατών ανά τον κόσμο. Είναι φανερό ότι αυτή η συνεργασία θα μπορούσε να διευκολύνει τη διακίνηση και εμπορία των ελληνικών προϊόντων, κάτι που σαφώς θα ευνοούσε την πώληση των εγχώριων μεταλλουργικών προϊόντων σε περισσότερους πελάτες ανά τον κόσμο.

Μία δεύτερη δραστηριότητα αφορά τη διαρκή εκπαίδευση του προσωπικού των εταιρειών σε θέματα σχετικά τόσο με τις διαδικασίες εξόρυξης των μεταλλευμάτων και παραγωγής των προϊόντων, όσο και σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας που αφορούν κυρίως το ίδιο το προσωπικό. Επίσης επιβάλλεται η ανανέωση του ανθρώπινου δυναμικού των εταιρειών με την μείωση του μέσου όρου ηλικίας του προσωπικού, την πρόσληψη εργαζομένων με μικρό σχετικά μέσο όρο ηλικίας κάτι που ενδεχομένως θα οδηγούσε σε βελτίωση των παραγωγικών διαδικασιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βουδούρης Π., Σκαρπέλης Ν. (2000). Επιθερμικές Μεταλλοφορίες χρυσού στην Ελλάδα: Θεώρηση και προοπτικές της έρευνας εντοπισμού, *3ο Συνέδριο Ορυκτού Πλούτου*, Αθήνα, 22-24 Νοεμβρίου, σελ. 117-123.
2. Δημητριάδης Δ. (1996). Περιβαλλοντική θεώρηση των μονάδων χρυσού της 'TVX HELLAS A.E.', *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Ημερίδα: Η διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων*, Αθήνα, σελ. 2-26.
3. Ζευγώλης Ε.. (2003). Περιβάλλον και τοπικές κοινωνίες: Μεταλλουργία χρυσού και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Ημερίδα: Σύγχρονες εξελίξεις και προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου μεταλλευτικής και μεταλλουργία*, Αθήνα, 15 Μαΐου 2003, σελ. 1-12.
4. Ζευγώλης Ε., Κοντός Ι.Λ. (2000). Η διεθνής εικόνα του νικελίου και η θέση της ελληνικής βιομηχανίας σιδηρονικελίου σε αυτή, *3ο Συνέδριο Ορυκτού Πλούτου*, Αθήνα, 22-24 Νοεμβρίου, σελ. 199-208.
5. Κωνσταντινίδης Κ.Δ., Μαρκόπουλος Γ. (2003) Παραγωγή χρυσού στην Θράκη και περιβάλλον', *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Ημερίδα: Σύγχρονες εξελίξεις και προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου μεταλλευτικής και μεταλλουργίας*, Αθήνα, 15 Μαΐου 2003, σελ. 15-22.
6. Λιανός Δ, Νικηταρίδης Μ. (2000). Η μεταλλουργική βιομηχανία, εξέλιξη προοπτικές στους υποκλάδους νικελίου, μολύβδου, ψευδαργύρου, αλουμινίου, *3ο Συνέδριο Ορυκτού Πλούτου*, Αθήνα, 22-24 Νοεμβρίου σελ. 99-108.
7. Μπαντέκα Ε. (1991), *Στοιχεία Φυσικής Μεταλλουργίας*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα
8. Παναγόπουλος Κ., Τσακίρης Π., Τσώλας Ι. (2000). Διεθνείς εξελίξεις στην αγορά χρυσού και επιπτώσεις στη βιωσιμότητα του επενδυτικού έργου μεταλλουργίας χρυσού στην Χαλκιδική, *3ο Συνέδριο Ορυκτού Πλούτου*, Αθήνα, 22-24 Νοεμβρίου σελ. 283-289.
9. <http://www.alhellas.gr/>
10. <http://www.dei.gr/>
11. <http://www.larco.gr/>

12. <http://www.ypexode.gr/>

ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aluminum, <http://www.roskill.com/>
2. Aluminum profile, <http://www.addgr.com/>
3. Aluminum statistics and information, <http://www.usgs.gov/>
4. Awey E.B., Porter K.E., (2003). Historical data, <http://www.usgs.gov/>
5. Buckingham D.A., Plunkert P.A. (2003). Historical data, <http://www.usgs.gov/>
6. European Aluminum Association, <http://www.EAA.com/>
7. Gold, <http://www.dailyfutures.com/>
8. Goonan T.G., Kuck P.H. (2005). Historical data, <http://www.usgs.gov/>
9. Historical data, <http://www.lme.com/>
10. Historical gold prices, <http://www.onlygold.com/>
11. Historical gold production, <http://www.usgs.gov/>
12. International Aluminum Institute, <http://www.world-aluminium.org/>
13. Kuck P.H. (2005). Historical data, <http://www.usgs.gov/>
14. Moors E. H. M., Mulder K. F., Vagrant P. J. (1998). Towards cleaner production: barriers and strategies in the base metals producing industry, <http://www.elsevier.com/>
15. Newman Harold R. (1999). The mineral industry of Greece, *U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 1999*, pp. 18.1-18.2.
16. Nickel statistics and information, <http://www.usgs.gov/>
17. Plunkert P.A. (2003). Historical data, <http://www.usgs.gov/>
18. Reference Document on Best Available Techniques in the Non-Ferrous Metals Industries, IPPC European Commission, <http://eippcb.jrc.es/>
19. Rockerbie Duane W., (1999), Gold prices and gold production, evidence for South Africa, <http://www.elsevier.com/>
20. The world of nickel, <http://www.insg.org/>
21. U.S. Inflation Rate, <http://www.bls.gov/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

ΕΠΙΣΗΜΗ ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΑΡΙΘ. L 257 της 10/10/1996 σ. 0026 - 0040

Κείμενο: ΟΔΗΓΙΑ 96/61/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 24ης Σεπτεμβρίου 1996 σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης

Το συμβούλιο της Ε.Ε, έχοντας υπόψη τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, και ιδίως το άρθρο 130 Σ παράγραφος 1, την πρόταση της Επιτροπής (1), τη γνώμη της Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής (2), αποφαινόμενο σύμφωνα με τη διεργασία του άρθρου 189 Γ της συνθήκης (3), εκτιμώντας:

- 1) ότι οι στόχοι και οι αρχές της κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής, όπως ορίζονται στο άρθρο 130 Ρ της συνθήκης, αποσκοπούν ιδίως στην πρόληψη, τη μείωση και, στο μέτρο του δυνατού, την εξάλειψη της ρύπανσης, με ενέργειες κατά προτεραιότητα στην πηγή, καθώς και στην εξασφάλιση συνετής διαχείρισης των φυσικών πόρων, σύμφωνα με τις βασικές αρχές του «ο ρυπαίνων πληρώνει» και της πρόληψης
- 2) ότι το πέμπτο πρόγραμμα δράσης στον τομέα του περιβάλλοντος, του οποίου η γενική προσέγγιση εγκρίθηκε από το Συμβούλιο και τους αντιπροσώπους των κυβερνήσεων των κρατών μελών που συνήλθαν στα πλαίσια του Συμβουλίου με το ψήφισμά του της 1ης Φεβρουαρίου 1993 (4), αποδίδει προτεραιότητα στην ολοκληρωμένη μείωση της ρύπανσης, ως σημαντικού στοιχείου της εξέλιξης προς πλέον μακροχρόνια ισορροπία μεταξύ, αφενός, των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης και, αφετέρου, των πόρων και της αναγεννητικής δυνατότητας της φύσης
- 3) ότι η υλοποίηση μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης για τον έλεγχο της ρύπανσης απαιτεί την ανάληψη δράσης σε κοινοτικό επίπεδο, προκειμένου να τροποποιηθεί και να συμπληρωθεί η ισχύουσα κοινοτική νομοθεσία που αφορά την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης που προέρχεται από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις
- 4) ότι η οδηγία 84/360/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 28ης Ιουνίου 1984, σχετικά με την καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από βιομηχανικές εγκαταστάσεις (5), θέσπισε ένα γενικό πλαίσιο βάσει του οποίου απαιτείται

προηγούμενη άδεια για την εκμετάλλευση ή την ουσιαστική τροποποίηση των βιομηχανικών εγκαταστάσεων που μπορούν να προκαλέσουν ατμοσφαιρική ρύπανση

5) ότι η οδηγία 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 4ης Μαΐου 1976, περί ρυπάνσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας (6), εισήγαγε την υποχρέωση άδειας για την απόρριψη των ουσιών αυτών

6) ότι, μολονότι υπάρχει κοινοτική νομοθεσία για την καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και για την πρόληψη ή την ελαχιστοποίηση των απορρίψεων επικίνδυνων ουσιών στο νερό, δεν υπάρχει συγκρίσιμη κοινοτική νομοθεσία για την πρόληψη ή τη μείωση των εκπομπών στο έδαφος

7) ότι διαφορετικές προσεγγίσεις για το χωριστό έλεγχο των εκπομπών στον αέρα, το νερό ή το έδαφος ενδέχεται να ευνοήσουν τη διασπορά της ρύπανσης στο περιβάλλον αντί να προστατεύσουν το περιβάλλον στο σύνολό του

8) ότι ο στόχος μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης για τον έλεγχο της ρύπανσης είναι η πρόληψη, όπου αυτό είναι εφικτό, των εκπομπών στην ατμόσφαιρα, το νερό και το έδαφος, λαμβανομένης υπόψη της διαχείρισης των αποβλήτων και, όταν αυτό είναι αδύνατο, η ελαχιστοποίησή τους, ώστε να επιτυγχάνεται υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του

9) ότι η παρούσα οδηγία θεσπίζει ένα γενικό πλαίσιο για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης ότι προβλέπει τα αναγκαία μέτρα για την εφαρμογή της ολοκληρωμένης πρόληψης και ελέγχου της ρύπανσης ώστε να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του ότι η εφαρμογή της αρχής της αειφόρου ανάπτυξης ευνοείται με την ολοκληρωμένη προσέγγιση της μείωσης της ρύπανσης

10) ότι οι διατάξεις της παρούσας οδηγίας εφαρμόζονται με την επιφύλαξη της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ, της 27ης Ιουνίου 1985, για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον (7) ότι, οσάκις για τη χορήγηση άδειας, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πληροφορίες ή συμπεράσματα εκ της εφαρμογής της ανωτέρω οδηγίας, η παρούσα οδηγία δεν θίγει την εφαρμογή της

11) ότι τα κράτη μέλη πρέπει να λάβουν τα δέοντα μέτρα για να εξασφαλίζεται ότι ο φορέας εκμετάλλευσης ανταποκρίνεται στις γενικές αρχές ορισμένων βασικών

υποχρεώσεων ότι, προς το σκοπό αυτόν, οι αρμόδιες αρχές λαμβάνουν υπόψη τις γενικές αυτές αρχές όταν θέτουν τους όρους χορήγησης της άδειας

12) ότι οι διατάξεις που θεσπίζονται σύμφωνα με την παρούσα οδηγία πρέπει να εφαρμοστούν στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις είτε ύστερα από προθεσμία που καθορίζεται για ορισμένες από τις διατάξεις αυτές, είτε από την ημερομηνία εφαρμογής της παρούσας οδηγίας

13) ότι, για να κατεργαστούν αποτελεσματικότερα και αποδοτικότερα τα προβλήματα ρύπανσης, ο φορέας εκμετάλλευσης πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τις περιβαλλοντικές πτυχές ότι τα στοιχεία πρέπει να κοινοποιούνται στην αρμόδια αρχή ώστε πριν χορηγήσει την άδεια να μπορεί να βεβαιώνεται ότι έχουν προβλεφθεί όλα τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης ή ελέγχου της ρύπανσης ότι η ύπαρξη πολύ διαφορετικών διεργασιών για την αίτηση αδειάς ενδέχεται να οδηγήσει σε διαφορετικά επίπεδα προστασίας του περιβάλλοντος και ευαισθητοποίησης του κοινού ότι, συνεπώς, οι αιτήσεις αδειάς βάσει της παρούσας οδηγίας πρέπει να περιέχουν τουλάχιστον ορισμένα δεδομένα

14) ότι, με το δέοντα συντονισμό της διεργασίας και των όρων χορήγησης της άδειας μεταξύ των αρμόδιων αρχών, θα επιτευχθεί το υψηλότερο επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του

15) ότι η αρμόδια αρχή πρέπει να χορηγεί ή να τροποποιεί μια άδεια μόνον εφόσον έχουν προβλεφθεί ολοκληρωμένα μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας του αέρα, του νερού και του εδάφους

16) ότι η άδεια πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα αναγκαία μέτρα για να πληρούνται οι όροι της, ώστε να επιτυγχάνεται υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του και ότι, με την επιφύλαξη της διεργασίας χορήγησης άδειας, για τα μέτρα αυτά μπορούν να ισχύουν και γενικές δεσμευτικές προδιαγραφές

17) ότι οι οριακές τιμές εκπομπής, οι ισοδύναμες παράμετροι ή τεχνικά μέτρα πρέπει να βασίζονται στις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές, χωρίς να επιτάσσουν τη χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνικής ή τεχνολογίας, και λαμβανομένων υπόψη των τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης εκμετάλλευσης, της γεωγραφικής της θέσης και των τοπικών περιβαλλοντικών συνθηκών ότι, σε όλες τις περιπτώσεις, οι όροι χορήγησης της άδειας προβλέπουν διατάξεις για την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης σε μεγάλη απόσταση ή της διασυννοριακής

ρύπανσης και εξασφαλίζουν υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του

18) ότι τα κράτη μέλη είναι αρμόδια να καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο είναι δυνατό να λαμβάνονται υπόψη, εφόσον χρειάζεται, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης εγκατάστασης, η γεωγραφική της θέση και οι τοπικές συνθήκες περιβάλλοντος

19) ότι, για ένα ποιοτικό πρότυπο περιβάλλοντος, απαιτούνται όροι αυστηρότεροι από εκείνους που είναι δυνατό να επιτευχθούν με τη χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών, απαιτούνται ιδίως συμπληρωματικοί όροι για την άδεια, με την επιφύλαξη άλλων μέτρων που είναι δυνατό να λαμβάνονται για την τήρηση των ποιοτικών προτύπων περιβάλλοντος

20) ότι, οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου, ιδίως με την τεχνική πρόοδο, οι αρμόδιες αρχές πρέπει να παρακολουθούν ή να ενημερώνονται για την πάροδο αυτή

21) ότι οι μεταβολές μιας εγκατάστασης ενδέχεται να είναι ρυπογόνες ότι, συνεπώς, κάθε μεταβολή που ενδέχεται να έχει συνέπειες για το περιβάλλον πρέπει να κοινοποιείται στην αρμόδια αρχή ότι, για την ουσιαστική μεταβολή της λειτουργίας, πρέπει να χορηγείται προηγούμενη άδεια σύμφωνα με την παρούσα οδηγία

22) ότι οι όροι χορήγησης της άδειας πρέπει να επανεξετάζονται και, ενδεχομένως, να προσαρμόζονται περιοδικώς ότι, σε ορισμένες περιπτώσεις, οι όροι αυτοί θα επανεξετάζονται οπωσδήποτε

23) ότι, για να ενημερώνεται το κοινό σχετικά με τη λειτουργία εγκαταστάσεων και τις δυνητικές επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και για να εξασφαλιστεί η διαφάνεια της διεργασίας χορήγησης της άδειας στο σύνολο της Κοινότητας, το κοινό πρέπει να έχει πρόσβαση, πριν ληφθεί οποιαδήποτε απόφαση, στις πληροφορίες σχετικά με τις αιτήσεις αδειών νέων εγκαταστάσεων ή ουσιαστικών μεταβολών καθώς και στις ίδιες τις άδειες, στις αναπροσαρμογές τους και στα σχετικά δεδομένα ελέγχου

24) ότι η κατάρτιση καταλόγου των κυριότερων εκπομπών και των πηγών τους μπορεί να θεωρηθεί ως σημαντικό μέσο το οποίο επιτρέπει, ιδίως, τη σύγκριση των ρυπαντικών δραστηριοτήτων στην Κοινότητα ότι η κατάρτιση του καταλόγου αυτού θα αναληφθεί από την Επιτροπή, επικουρούμενη, για το σκοπό αυτόν, από ρυθμιστική επιτροπή

25) ότι η πρόοδος και οι ανταλλαγές πληροφοριών σε κοινοτικό επίπεδο όσον αφορά τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές θα επιτρέψουν τη μείωση των τεχνολογικών διαφορών εντός της Κοινότητας, θα ευνοήσουν την διάδοση, ανά τον κόσμο, των οριακών τιμών και των τεχνικών που χρησιμοποιούνται στην Κοινότητα και θα βοηθήσουν τα κράτη μέλη κατά την αποτελεσματική εφαρμογή της παρούσας οδηγίας

26) ότι πρέπει να καταρτίζονται τακτικά εκθέσεις σχετικά με την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητα της παρούσας οδηγίας

27) ότι η παρούσα οδηγία αφορά τις εγκαταστάσεις με σημαντικές δυνατότητες ρύπανσης και, κατά συνέπεια, διασυννοριακής ρύπανσης ότι οργανώνεται διασυννοριακή διαβούλευση όταν υποβάλλονται αιτήσεις αδείας για νέες εγκαταστάσεις ή για ουσιαστικές μεταβολές εγκαταστάσεων που ενδέχεται να έχουν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις για το περιβάλλον ότι στις αιτήσεις για τις προτάσεις ή τις ουσιαστικές μεταβολές αυτές θα έχει πρόσβαση το κοινό του κράτους μέλους το οποίο ενδέχεται να θιγεί

28) ότι είναι δυνατό να χρειαστεί κοινοτική δράση για τον καθορισμό οριακών τιμών εκπομπής για ορισμένες κατηγορίες εγκαταστάσεων και ρυπαντικών ουσιών που καλύπτονται από την παρούσα οδηγία ότι το Συμβούλιο θα καθορίσει τις οριακές τιμές σύμφωνα με τις διατάξεις της συνθήκης

29) ότι οι διατάξεις της παρούσας οδηγίας εφαρμόζονται με την επιφύλαξη των κοινοτικών διατάξεων σε θέματα υγείας και ασφάλειας στο εργασιακό περιβάλλον,

εξέδωσε την παρούσα οδηγία:

Άρθρο 1

Σκοπός και πεδίο εφαρμογής

Στόχος της οδηγίας είναι η ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης που προκαλούν οι δραστηριότητες του παραρτήματος Ι. Η οδηγία προβλέπει μέτρα αποφυγής και, όταν αυτό δεν είναι δυνατόν, μείωσης των εκπομπών από τις ανωτέρω δραστηριότητες στην ατμόσφαιρα, το νερό και το έδαφος, και μέτρα για τα απόβλητα, ώστε να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του, με την επιφύλαξη της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ και των άλλων σχετικών κοινοτικών απαιτήσεων.

Άρθρο 2

Ορισμοί

Για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας, νοούνται ως:

1. «ουσίες»: τα χημικά στοιχεία και οι ενώσεις τους, πλην των κατά την έννοια της οδηγίας 80/836/Ευρατόμ (8) ραδιενεργών ουσιών καθώς και των γενετικώς τροποποιημένων οργανισμών κατά την έννοια της οδηγίας 90/219/ΕΟΚ (9) και της οδηγίας 90/220/ΕΟΚ (10)
 2. «ρύπανση»: η άμεση ή έμμεση εισαγωγή, στην ατμόσφαιρα, το νερό ή το έδαφος, ως αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας, ουσιών, κραδασμών, θερμότητας ή θορύβου που ενδέχεται να θίξουν την ανθρώπινη υγεία ή το περιβάλλον, να υποβαθμίσουν υλικά αγαθά, να παραβιάσουν ή να εμποδίσουν την ψυχαγωγική λειτουργία καθώς και τις άλλες νόμιμες χρήσεις του περιβάλλοντος
 3. «εγκατάσταση»: κάθε ακίνητη τεχνική μονάδα όπου εκτελούνται μία ή περισσότερες από τις δραστηριότητες του παραρτήματος Ι, καθώς και όλες οι άλλες άμεσα συνδεδεμένες δραστηριότητες, τεχνικώς συναφείς με τις εκεί εκτελούμενες, και η οποία ενδέχεται να επηρεάζει τις εκπομπές και τη ρύπανση
 4. «υφιστάμενη εγκατάσταση»: μια λειτουργούσα εγκατάσταση ή, στο πλαίσιο της νομοθεσίας που προΐσχύει της θέσης σε εφαρμογή της παρούσας οδηγίας, μια εγκεκριμένη εγκατάσταση ή μια εγκατάσταση για την οποία έχει υποβληθεί πλήρης αίτηση άδειας, σύμφωνα με τη γνώμη της αρμόδιας αρχής, αν η εγκατάσταση τεθεί σε λειτουργία το αργότερο ένα έτος μετά την ημερομηνία θέσης σε εφαρμογή της παρούσας οδηγίας
 5. «εκπομπή»: η άμεση ή έμμεση απόρριψη ουσιών, κραδασμών, θερμότητας ή θορύβου στον αέρα, το νερό ή το έδαφος, από σημειακές ή διάχυτες πηγές της εγκατάστασης
 6. «οριακές τιμές εκπομπής»: η μάζα, εκφρασμένη σε σχέση με ορισμένες ειδικές παραμέτρους, η συγκέντρωση ή/ και η στάθμη μιας εκπομπής, της οποίας δεν επιτρέπεται η υπέρβαση κατά τη διάρκεια μιας ή περισσότερων συγκεκριμένων χρονικών περιόδων. Οριακές τιμές εκπομπής μπορούν να ορίζονται και για συγκεκριμένες ομάδες, οικογένειες ή κατηγορίες ουσιών, ιδίως δε όσες αναφέρονται στο παράρτημα ΙΙΙ.
- Οι οριακές τιμές εκπομπής ουσιών ισχύουν κανονικά στο σημείο όπου οι εκπομπές βγαίνουν από την εγκατάσταση, χωρίς να υπολογίζεται, για τον

προσδιορισμό τους, η τυχόν αραίωσή τους. Όσον αφορά τις έμμεσες απορρίψεις στο νερό, οι επιπτώσεις ενός σταθμού καθαρισμού μπορούν να συνυπολογίζονται κατά τον προσδιορισμό των οριακών τιμών εκπομπής της εγκατάστασης, υπό την προϋπόθεση ότι κατοχυρώνεται ισοδύναμο επίπεδο προστασίας του όλου περιβάλλοντος και ότι δεν γεννώνται μεγαλύτερα ρυπαντικά φορτία για το περιβάλλον, με την επιφύλαξη ότι θα τηρηθούν οι διατάξεις της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ και των οδηγιών που εκδόθηκαν προς εφαρμογή της

7. «ποιοτικό πρότυπο περιβάλλοντος»: η δέσμη απαιτήσεων που πρέπει να πληρούνται σε συγκεκριμένο χρόνο από ένα συγκεκριμένο περιβάλλον ή ένα επί μέρους τμήμα του, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία

8. «αρμόδια αρχή»: αρχές, ή οργανισμοί, αρμόδιοι, δυνάμει της νομοθεσίας των κρατών μελών, για την εκτέλεση των υποχρεώσεων εκ της παρούσας οδηγίας

9. «άδεια»: το τμήμα ή το σύνολο μιας ή περισσότερων εγγράφων αποφάσεων, με το οποίο δίνεται άδεια λειτουργίας μέρους ή ολόκληρης εγκατάστασης υπό ορισμένους όρους διασφαλίζοντας ότι η εγκατάσταση πληροί τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας. Η άδεια μπορεί να καλύπτει μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις ή τμήματα εγκαταστάσεων στον ίδιο τόπο και με τον ίδιο φορέα λειτουργίας

10. α) «μεταβολή της λειτουργίας»: κάθε αλλαγή των χαρακτηριστικών ή του τρόπου λειτουργίας, ή επέκταση της εγκατάστασης που μπορεί να έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον

β) «ουσιαστική μεταβολή»: κάθε μεταβολή της εκμετάλλευσης που κατά την γνώμη της αρμόδιας αρχής ενδέχεται να έχει αρνητικές και σημαντικές επιπτώσεις στον άνθρωπο ή στο περιβάλλον

11. «βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές»: το πλέον αποτελεσματικό και προηγούμενο στάδιο εξέλιξης των δραστηριοτήτων και μεθόδων λειτουργίας που αποδεικνύει την πρακτική ικανότητα συγκεκριμένων τεχνικών να συνιστούν καταρχήν τη βάση των οριακών τιμών εκπομπής για την αποφυγή και, όταν αυτό δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμο, τη γενική μείωση των εκπομπών και των επιπτώσεων για το περιβάλλον στο σύνολό του

- στις «τεχνικές» περιλαμβάνονται τόσο η τεχνολογία που χρησιμοποιείται όσο και ο τρόπος σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης, λειτουργίας και παροπλισμού της εγκατάστασης,

- «διαθέσιμες» τεχνικές είναι οι αναπτυχθείσες σε κλίμακα που επιτρέπει την εφαρμογή τους εντός του οικείου βιομηχανικού κλάδου, υπό οικονομικώς και τεχνικώς βιώσιμες συνθήκες, λαμβανομένων υπόψη του κόστους και των πλεονεκτημάτων, ανεξαρτήτως του αν οι ως άνω τεχνικές χρησιμοποιούνται ή παράγονται εντός του οικείου κράτους μέλους, εφόσον εξασφαλίζεται η πρόσβαση του φορέα εκμετάλλευσης σ' αυτές με λογικούς όρους,

- «βέλτιστες» σημαίνει τις πλέον αποτελεσματικές όσον αφορά την επίτευξη υψηλού γενικού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του.

Κατά τον προσδιορισμό των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών, πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη τα στοιχεία του παραρτήματος IV

12. «φορέας εκμετάλλευσης»: κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο το οποίο εκμεταλλεύεται ή κατέχει την εγκατάσταση, ή, αν αυτό προβλέπεται από την εθνική νομοθεσία, στο οποίο έχει εκχωρηθεί αποφασιστική οικονομική εξουσία έπ' αυτής της τεχνικής λειτουργίας.

Άρθρο 3

Βασικές αρχές των θεμελιωδών υποχρεώσεων του φορέα

Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι αρμόδιες αρχές να ελέγχουν ότι η εγκατάσταση θα λειτουργήσει κατά τρόπον ώστε:

α) να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα προληπτικά αντιρρυπαντικά μέτρα, ιδίως με χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών

β) να μην προκαλείται καμία σημαντική ρύπανση

γ) να αποφεύγεται η παραγωγή αποβλήτων σύμφωνα με την οδηγία 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15ης Ιουλίου 1975, περί των στερεών αποβλήτων (11) ή, εάν αυτό δεν είναι δυνατόν, να αξιοποιούνται ή, όταν αυτό είναι τεχνικά και οικονομικά αδύνατο, να διατίθενται με τρόπο που να αποφεύγονται ή να μειώνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον

δ) η ενέργεια να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά

ε) να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για να προλαμβάνονται τα ατυχήματα και να περιορίζονται οι συνέπειές τους

στ) να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα κατά την οριστική παύση των δραστηριοτήτων ώστε να αποφεύγεται κάθε κίνδυνος ρύπανσης και ο χώρος της εκμετάλλευσης να επανευρίσκει ικανοποιητική μορφή.

Για να συμμορφωθούν προς το άρθρο αυτό, αρκεί τα κράτη μέλη να διαβεβαιώνονται ότι οι αρμόδιες αρχές συνεκτιμούν τις ανωτέρω γενικές αρχές, όταν θέτουν τους όρους χορήγησης αδειών.

Άρθρο 4

Άδειες για νέες εγκαταστάσεις

Τα κράτη μέλη διασφαλίζουν ότι καμία νέα εγκατάσταση δεν λειτουργεί χωρίς άδεια σύμφωνα με την παρούσα οδηγία, με την επιφύλαξη των εξαιρέσεων που προβλέπονται από την οδηγία 88/609/ΕΟΚ, της 24ης Νοεμβρίου 1988, για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης (12).

Άρθρο 5

Όροι χορήγησης άδειας για υφιστάμενες εγκαταστάσεις

1. Τα κράτη μέλη διασφαλίζουν ότι οι αρμόδιες αρχές τους θα επιτύχουν, με τις άδειες που δίδονται σύμφωνα με τα άρθρα 6 και 8 ή με δέουσα επανεξέταση και ενδεχόμενο εκσυγχρονισμό των όρων αδείας, να λειτουργούν οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις σύμφωνα με τις προδιαγραφές των άρθρων 3, , 9, 10, 13, 14 πρώτη και δεύτερη περίπτωση και του άρθρου 15 παράγραφος 2 το πολύ οκτώ έτη μετά την έναρξη εφαρμογής της παρούσας οδηγίας, με την επιφύλαξη άλλων ειδικών κοινοτικών διατάξεων.
2. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για να εφαρμοσθούν τα άρθρα 1, 2, 11, 12, 14 τρίτη περίπτωση, το άρθρο 15 παράγραφοι 1, 3 και 4, τα άρθρα 16 και 17 και το άρθρο 18 παράγραφος 2, στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις αμέσως μετά την έναρξη εφαρμογής της παρούσας οδηγίας.

Άρθρο 6

Αίτηση αδείας

1. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε η αίτηση αδείας που απευθύνεται στην αρμόδια αρχή να περιλαμβάνει περιγραφή:
 - της εγκατάστασης και της φύσης και έκτασης των δραστηριοτήτων της,
 - των πρώτων και βοηθητικών υλών, των ουσιών και της ενέργειας που χρησιμοποιούνται ή παράγονται από την εγκατάσταση,
 - των πηγών εκπομπών της εγκατάστασης,
 - των συνθηκών του χώρου όπου θα λειτουργήσει η εγκατάσταση,

- της φύσης και των ποσοτήτων των προβλεπόμενων εκπομπών της εγκατάστασης σε κάθε μέσο καθώς και προσδιορισμό των σημαντικών επιπτώσεων των εκπομπών στο περιβάλλον,
 - της προβλεπόμενης τεχνολογίας και των άλλων τεχνικών που αποσκοπούν στην πρόληψη των εκπομπών που προέρχονται από την εγκατάσταση ή, εάν αυτό δεν είναι δυνατόν, στη μείωσή τους,
 - αν χρειάζεται, των μέτρων πρόληψης και αξιοποίησης των αποβλήτων που παράγει η εγκατάσταση,
 - των άλλων μέτρων που προβλέπονται για τη συμμόρφωση με τις βασικές αρχές των ουσιαστικών υποχρεώσεων του φορέα της εκμετάλλευσης που αναφέρονται στο άρθρο 3,
 - των προβλεπόμενων μέτρων παρακολούθησης των εκπομπών στο περιβάλλον.
- Στην αίτηση έκδοσης άδειας θα περιλαμβάνεται επίσης μια μη τεχνικού περιεχομένου συγκεφαλαίωση των λεπτομερειών που αναφέρονται στα προαναφερθέντα εδάφια.

2. Στις περιπτώσεις που πληροφορίες παρεχόμενες σύμφωνα με τις απαιτήσεις της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ, ή έκθεση ασφαλείας συντασσόμενη κατ' εφαρμογή της οδηγίας 82/501/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 24ης Ιουνίου 1982, περί του κινδύνου ατυχημάτων μεγάλης εκτάσεως τον οποίο περικλείουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες (13), ή άλλες πληροφορίες χορηγούμενες βάσει άλλων νομοθετημάτων, ανταποκρίνονται σε κάποια από τις απαιτήσεις του παρόντος άρθρου, οι πληροφορίες αυτές μπορούν να περιλαμβάνονται ή να επισυνάπτονται στην αίτηση.

Άρθρο 7

Ολοκληρωμένη προσέγγιση στην έκδοση αδειών

Τα κράτη μέλη διασφαλίζουν τον πλήρη συντονισμό της διεργασίας και των όρων έκδοσης αδειών όταν σε αυτή μετέχουν πλείονες αρμόδιες αρχές, ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματικός και πλήρης συντονισμός των αρχών των αρμοδίων για τη διεργασία αυτή.

Άρθρο 8

Αποφάσεις

Με την επιφύλαξη άλλων απαιτήσεων εθνικής ή κοινοτικής νομοθεσίας, η αρμόδια αρχή χορηγεί άδεια για την εγκατάσταση η οποία περιλαμβάνει όρους δια των

οποίων εξασφαλίζεται ότι η εγκατάσταση πληροί τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας ή, στην αντίθετη περίπτωση, δεν χορηγεί άδεια.

Κάθε χορηγούμενη ή τροποποιημένη άδεια περιλαμβάνει τις προβλεπόμενες στην παρούσα οδηγία πρακτικές λεπτομέρειες για την προστασία του αέρος, των υδάτων και του εδάφους.

Άρθρο 9

Όροι της άδειας

1. Τα κράτη μέλη βεβαιώνονται ότι η άδεια περιλαμβάνει όλα τα αναγκαία μέτρα τήρησης των όρων άδειας που αναφέρονται στα άρθρα 3 και 10 για να εξασφαλίζεται η προστασία της ατμόσφαιρας, του νερού και του εδάφους επιτυγχάνοντας έτσι υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του.

2. Σε περίπτωση νέας εγκατάστασης ή ουσιαστικής μεταβολής στην οποία εφαρμόζεται το άρθρο 4 της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ, για τη χορήγηση της άδειας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κάθε κατάλληλη πληροφορία ή συμπέρασμα ληφθέν εκ της εφαρμογής των άρθρων 5, 6 και της προαναφερόμενης οδηγίας.

3. Η άδεια πρέπει να περιλαμβάνει οριακές τιμές εκπομπής για τις ρυπαντικές ουσίες, ιδίως εκείνες του παραρτήματος ΙΙΙ, που αναμένεται να εκπέμπονται από την οικεία εγκατάσταση σε σημαντική ποσότητα της φύσης τους και της δυνατότητας διασποράς της ρύπανσης στο νερό, τον αέρα και το έδαφος. Εφόσον χρειάζεται, η άδεια περιλαμβάνει τις κατάλληλες οδηγίες για την προστασία του εδάφους και των υπογείων υδάτων και μέτρα για τη διαχείριση των αποβλήτων της εγκατάστασης. Ενδεχομένως, οι οριακές τιμές μπορούν να συμπληρώνονται ή να υποκαθίστανται από ισοδύναμες παραμέτρους ή τεχνικά μέτρα.

Για τις εγκαταστάσεις της παραγράφου 6.6 του παραρτήματος Ι, κατά τον καθορισμό των οριακών τιμών εκπομπής σύμφωνα με την παρούσα παράγραφο, θα λαμβάνονται υπόψη οι προσαρμοσμένες σε αυτές τις κατηγορίες εγκαταστάσεων πρακτικές μεθοδεύσεις.

4. Με την επιφύλαξη του άρθρου 10, οι αναφερόμενες στην παράγραφο οριακές τιμές εκπομπής ή οι ισοδύναμες παράμετροι και τεχνικά μέτρα βασίζονται στις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές, χωρίς να προδιαγράφουν τη χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνικής ή τεχνολογίας, και λαμβανομένων υπόψη των τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης εγκατάστασης, της γεωγραφικής της θέσης και των τοπικών περιβαλλοντικών συνθηκών. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι όροι

χορήγησης της άδειας προβλέπουν διατάξεις για την ελαχιστοποίηση της διαμεθοριακής ρύπανσης σε μεγάλη απόσταση και εξασφαλίζουν υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του.

5. Η άδεια περιλαμβάνει κατάλληλες απαιτήσεις παρακολούθησης των απορρίψεων, στις οποίες καθορίζεται η μεθοδολογία και η συχνότητα των μετρήσεων, η διεργασία αξιολόγησης των μέτρων, καθώς και η υποχρέωση παροχής στην αρμόδια αρχή των αναγκαίων στοιχείων για τον έλεγχο της τήρησης των όρων της άδειας.

Για τις εγκαταστάσεις της παραγράφου 6.6 του παραρτήματος Ι, κατά τη θέσπιση των μέτρων της παρούσας παραγράφου μπορούν να λαμβάνονται υπόψη το κόστος και η ωφέλεια.

6. Η άδεια περιλαμβάνει μέτρα σχετικά με τις μη κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Έτσι, όταν κινδυνεύει το περιβάλλον θα υπάρχει κατάλληλη πρόβλεψη για την έναρξη λειτουργίας, τις διαρροές, τις δυσλειτουργίες, τις προσωρινές διακοπές και την οριστική παύση της λειτουργίας.

Η άδεια μπορεί να περιλαμβάνει και προσωρινές παρεκκλίσεις από τις απαιτήσεις της παραγράφου 4, εάν η τήρηση αυτών εντός εξαμήνου εξασφαλίζεται με πρόγραμμα αποκατάστασης εγκρινόμενο από την αρμόδια αρχή, και εάν το σχέδιο μειώνει τη ρύπανση.

7. Η άδεια μπορεί να περιλαμβάνει και άλλους ειδικούς όρους για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας, αν το κράτος μέλος ή η αρμόδια αρχή το κρίνουν ενδεδειγμένο.

8. Μη θιγόμενης της υποχρεωτικής εφαρμογής της διεργασίας αδειών, σύμφωνα με την παρούσα οδηγία, τα κράτη μέλη μπορούν να επιβάλλουν ιδιαίτερες απαιτήσεις για συγκεκριμένες κατηγορίες εγκαταστάσεων με γενικούς δεσμευτικούς κανόνες και όχι με τους όρους χορήγησης των αδειών, υπό τον όρο ότι εξασφαλίζεται ολοκληρωμένη προσέγγιση και ισοδύναμο υψηλό επίπεδο προστασίας του εν γένει περιβάλλοντος.

Άρθρο 10

Βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές και ποιοτικά πρότυπα περιβάλλοντος

Εάν ένα ποιοτικό πρότυπο περιβάλλοντος επιβάλλει όρους αυστηρότερους από εκείνους που είναι δυνατόν να επιτευχθούν με τη χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών, η άδεια επιβάλλει ιδίως πρόσθετους όρους, με την επιφύλαξη άλλων

μέτρων που είναι δυνατόν να ληφθούν για την τήρηση των ποιοτικών προτύπων περιβάλλοντος.

Άρθρο 11

Εξέλιξη των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών

Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε η αρμόδια αρχή να παρακολουθεί ή να ενημερώνεται σχετικά με την εξέλιξη βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών.

Άρθρο 12

Μεταβολές των εγκαταστάσεων εκ μέρους των φορέων εκμετάλλευσης

1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε ο φορέας εκμετάλλευσης να ενημερώνει την αρμόδια αρχή για κάθε σχεδιαζόμενη μεταβολή της εγκατάστασης, κατά την έννοια του άρθρου 2 παράγραφος 10 στοιχείο α). Κατά περίπτωση, η αρμόδια αρχή αναπροσαρμόζει την άδεια ή τους όρους αυτής.
2. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε καμία μεταβολή της λειτουργίας της εγκατάστασης, κατά την έννοια του άρθρου 2 παράγραφος 10 στοιχείο β), η οποία προβλέπεται από το φορέα εκμετάλλευσης, να μην πραγματοποιείται χωρίς άδεια η οποία εκδίδεται σύμφωνα με την παρούσα οδηγία. Η αίτηση αδειας και η σχετική απόφαση της αρμόδιας αρχής πρέπει να καλύπτουν τα τμήματα της εγκατάστασης και τα στοιχεία που απαριθμούνται στο άρθρο 6 τα οποία ενδέχεται να θιγούν από τη μεταβολή. Οι σχετικές διατάξεις των άρθρων 3, 6 έως 10 και του άρθρου 15 παράγραφοι 1, 2 και 4 εφαρμόζονται κατ' αναλογία.

Άρθρο 13

Επανεξέταση και αναπροσαρμογή των όρων της άδειας εκ μέρους της αρμόδιας αρχής

1. Τα κράτη μέλη φροντίζουν ώστε οι αρμόδιες αρχές να επανεξετάζουν περιοδικώς και να αναπροσαρμόζουν, ενδεχομένως, τους όρους της άδειας.
2. Η επανεξέταση διενεργείται οπωσδήποτε όταν:
 - i. η ρύπανση από την εγκατάσταση είναι τέτοια ώστε να πρέπει να αναθεωρηθούν οι ισχύουσες οριακές τιμές εκπομπής της άδειας ή να περιληφθούν νέες οριακές τιμές εκπομπής,
 - ii. ουσιαστικές μεταβολές των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών επιτρέπουν σημαντική μείωση των εκπομπών χωρίς υπερβολικό κόστος,
 - iii. η ασφάλεια εκμετάλλευσης της διεργασίας απαιτεί την εφαρμογή άλλων τεχνικών,
 - iv. αυτό επιβάλλεται από νέες κοινοτικές ή εθνικές διατάξεις.

Άρθρο 14

Τήρηση των όρων της άδειας

Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε:

- i. ο φορέας εκμετάλλευσης να τηρεί τους όρους της άδειας στην εγκατάστασή του,
- ii. ο φορέας εκμετάλλευσης να ενημερώνει τακτικά την αρμόδια αρχή για τα αποτελέσματα της παρακολούθησης των απορρίψεων της εγκατάστασης και το συντομότερο δυνατό για κάθε συμβάν ή ατύχημα που επηρεάζει σημαντικά το περιβάλλον,
- iii. οι φορείς εκμετάλλευσης να παρέχουν στους εκπροσώπους της αρμόδιας αρχής κάθε αναγκαία βοήθεια για τη διενέργεια των επιθεωρήσεων της εγκατάστασης, τη δειγματοληψία και τη συλλογή των στοιχείων που απαιτούνται για την εκτέλεση των καθηκόντων τους, για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας.

Άρθρο 15

Πρόσβαση στις πληροφορίες και συμμετοχή του κοινού στη διεργασία χορήγησης της άδειας

1. Με την επιφύλαξη της οδηγίας 90/313/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 7ης Ιουνίου 1990, σχετικά με την ελεύθερη πληροφόρηση για θέματα περιβάλλοντος για την ελεύθερη πρόσβαση στις πληροφορίες στον τομέα του περιβάλλοντος (14), τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για να εξασφαλίζουν ότι οι αιτήσεις αδειάς για νέες εγκαταστάσεις ή για ουσιαστικές μεταβολές τίθενται στη διάθεση του κοινού επί κατάλληλο χρονικό διάστημα, ώστε να μπορεί να εκφέρει γνώμη επ' αυτών, πριν η αρμόδια αρχή λάβει σχετική απόφαση.

Η απόφαση αυτή, με ένα τουλάχιστον αντίγραφο της άδειας και κάθε μετέπειτα αναπροσαρμογής της, πρέπει να τίθεται επίσης στη διάθεση του κοινού.

2. Τα αποτελέσματα που διαθέτει η αρμόδια αρχή από την παρακολούθηση των απορρίψεων που απαιτείται σύμφωνα με τους αναφερόμενους στο άρθρο 9 όρους της άδειας πρέπει να τίθενται στη διάθεση του κοινού.

3. Ανά τριετία και βάσει των στοιχείων που διαβιβάζουν τα κράτη μέλη, η Επιτροπή δημοσιεύει κατάλογο των κυριότερων εκπομπών και των πηγών τους. Η Επιτροπή ορίζει με τη διεργασία του άρθρου 19 τη μορφή και τα χαρακτηριστικά στοιχεία που είναι αναγκαία για τη διαβίβαση των πληροφοριών.

Η Επιτροπή δύναται, με την ίδια διεργασία, να προτείνει τα μέτρα που είναι αναγκαία για να διασφαλιστεί η συγκρισιμότητα και η συμπληρωματικότητα των στοιχείων που αφορούν τις εκπομπές του καταλόγου που προβλέπεται ανωτέρω, με τα στοιχεία άλλων μητρώων και πηγών δεδομένων σχετικά με τις εκπομπές.

4. Οι παράγραφοι 1, 2 και 3 εφαρμόζονται με την επιφύλαξη των περιορισμών που προβλέπονται στο άρθρο 3 παράγραφοι 2 και 3 της οδηγίας 90/313/ΕΟΚ.

Άρθρο 16

Ανταλλαγή πληροφοριών

1. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν, εν όψει ανταλλαγής πληροφοριών, τα απαραίτητα μέτρα για να κοινοποιούν στην Επιτροπή ανά τριετία - η πρώτη κοινοποίηση θα γίνει εντός 18 μηνών από την έναρξη εφαρμογής της οδηγίας - τα αντιπροσωπευτικά στοιχεία σχετικά με τις διαθέσιμες οριακές τιμές εκπομπής ανά κατηγορία δραστηριοτήτων του παραρτήματος Ι, και ενδεχομένως, τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές από τις οποίες προκύπτουν οι τιμές αυτές, σύμφωνα κυρίως με τις διατάξεις του άρθρου 9. Για τις μεταγενέστερες κοινοποιήσεις, οι πληροφορίες αυτές θα συμπληρώνονται σύμφωνα με τις διεργασίες της παραγράφου 3 του παρόντος άρθρου.

2. Η Επιτροπή διοργανώνει ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των κρατών μελών και των ενδιαφερομένων βιομηχανικών κλάδων για τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές, τις συναφείς προδιαγραφές ελέγχου και την εξέλιξή τους. Η Επιτροπή δημοσιεύει ανά τριετία τα αποτελέσματα των ανταλλαγών πληροφοριών.

3. Οι εκθέσεις για τη θέση σε εφαρμογή της παρούσας οδηγίας και την αποτελεσματικότητά της σε σχέση με άλλα κοινοτικά μέσα προστασίας του περιβάλλοντος συντάσσονται σύμφωνα με τα άρθρα 5 και 6 της οδηγίας 91/692/ΕΟΚ. Η πρώτη έκθεση καλύπτει την περίοδο τριών ετών από την αναφερόμενη στο άρθρο 21 εφαρμογή της παρούσας οδηγίας. Η Επιτροπή υποβάλλει την έκθεση αυτή στο Συμβούλιο, την οποία συνοδεύει, εάν χρειασθεί, με προτάσεις.

4. Τα κράτη μέλη ιδρύουν ή ορίζουν την ή τις αρχές στις οποίες ανατίθεται η ανταλλαγή πληροφοριών δυνάμει των παραγράφων 1, 2 και 3, και ενημερώνουν σχετικά την Επιτροπή.

Άρθρο 17

Διασυννοριακές επιπτώσεις

1. Όταν ένα κράτος μέλος διαπιστώνει ότι η λειτουργία μιας εγκατάστασης ενδέχεται να έχει αρνητικές σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον ενός άλλου κράτους μέλους, ή όταν το ζητά ένα κράτος μέλος το οποίο διατρέχει μεγάλο κίνδυνο να θιγεί σοβαρά, το κράτος μέλος όπου υποβάλλεται η αίτηση άδειας σύμφωνα με το άρθρο 4 ή το άρθρο 12 παράγραφος 2, διαβιβάζει τις πληροφορίες που παρέχονται σύμφωνα με το άρθρο 6 στο άλλο κράτος μέλος ταυτόχρονα με την κοινοποίηση και στους υπηκόους του. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμεύουν ως βάση για τις τυχόν αναγκαίες διαβουλεύσεις στο πλαίσιο των διμερών σχέσεων μεταξύ δύο κρατών μελών, με αμοιβαιότητα και ισότητα.
2. Στο πλαίσιο των διμερών σχέσεων τους, τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε, στις περιπτώσεις που αναφέρονται στην παράγραφο 1, οι αιτήσεις να καθίστανται προσιτές επί κατάλληλο χρονικό διάστημα, και στο κοινό του κράτους μέλους το οποίο ενδέχεται να θιγεί, ώστε το κοινό να μπορέσει να διατυπώσει τα σχόλιά του πριν η αρμόδια αρχή λάβει τη σχετική απόφαση.

Άρθρο 18

Κοινοτικές οριακές τιμές εκπομπής

1. Προτάσει της Επιτροπής, το Συμβούλιο θα ορίσει τις οριακές τιμές εκπομπής βάσει των διεργασιών της συνθήκης όσον αφορά:
 - τις κατηγορίες εγκαταστάσεων του παραρτήματος I, πλην των χωρών ταφής που καλύπτονται από τις κατηγορίες 5.1 και 5.4 του παραρτήματος αυτού και
 - τις ρυπαντικές ουσίες που αναφέρονται στο παράρτημα III,για τις οποίες η ανάγκη κοινοτικής δράσης διαπιστώνεται βάσει, μεταξύ άλλων, της ανταλλαγής πληροφοριών που προβλέπει το άρθρο 16.
 2. Ελλείψει κοινοτικών οριακών τιμών εκπομπής θεσπιζόμενων κα' εφαρμογή της παρούσας οδηγίας, οι κατάλληλες οριακές τιμές εκπομπής, όπως καθορίζονται στις οδηγίες που αναφέρονται στο παράρτημα II και στις άλλες κοινοτικές ρυθμίσεις, εφαρμόζονται στις εγκαταστάσεις που απαριθμούνται στο παράρτημα I ως ελάχιστες οριακές τιμές εκπομπής, δυνάμει της παρούσας οδηγίας.
- Ανεξαρτήτως των απαιτήσεων της παρούσας οδηγίας, οι τεχνικές προδιαγραφές που εφαρμόζονται επί των χωρών ταφής των κατηγοριών 5.1 και 5.4 του παραρτήματος I ορίζονται από το Συμβούλιο, προτάσει της Επιτροπής, βάσει των διεργασιών της συνθήκης.

Άρθρο 19

Διεργασία της επιτροπής του άρθρου 15 παράγραφος 3

Η Επιτροπή επικουρείται από μια επιτροπή την οποία αποτελούν αντιπρόσωποι των κρατών μελών και της οποίας προεδρεύει ο αντιπρόσωπος της Επιτροπής.

Ο αντιπρόσωπος της Επιτροπής υποβάλλει στην εν λόγω επιτροπή σχέδιο των μέτρων που πρόκειται να ληφθούν. Η επιτροπή διατυπώνει τη γνώμη της για το σχέδιο αυτό μέσα σε προθεσμία που μπορεί να ορίσει ο πρόεδρος ανάλογα με τον επείγοντα χαρακτήρα του θέματος. Αποφασίζει με την ειδική πλειοψηφία που προβλέπεται στο άρθρο 148 παράγραφος 2 της συνθήκης για την έκδοση των αποφάσεων που καλείται να λάβει το Συμβούλιο βάσει πρότασης της Επιτροπής. Κατά την ψηφοφορία στην Επιτροπή, οι ψήφοι των αντιπροσώπων των κρατών μελών σταθμίζονται σύμφωνα με το προαναφερόμενο άρθρο. Ο πρόεδρος δεν λαμβάνει μέρος στην ψηφοφορία.

Η Επιτροπή θεσπίζει τα σχεδιαζόμενα μέτρα όταν είναι σύμφωνα με τη γνώμη της επιτροπής.

Όταν τα σχεδιαζόμενα μέτρα δεν είναι σύμφωνα με τη γνώμη της επιτροπής, ή ελλείψει γνώμης, η Επιτροπή υποβάλλει χωρίς καθυστέρηση στο Συμβούλιο πρόταση σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν. Το Συμβούλιο αποφασίζει με ειδική πλειοψηφία.

Εάν το Συμβούλιο δεν αποφασίσει εντός τριών μηνών από την ημερομηνία υποβολής της πρότασης, τα προτεινόμενα μέτρα θεσπίζονται από την Επιτροπή.

Άρθρο 20

Μεταβατικές διατάξεις

1. Οι διατάξεις της οδηγίας 84/360/ΕΟΚ, οι διατάξεις των άρθρων 3 και 5, του άρθρου 6 παράγραφος 3 και του άρθρου παράγραφος 2 της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ καθώς και οι κατάλληλες διατάξεις σχετικά με τα συστήματα χορήγησης άδειας των προαναφερομένων στο παράρτημα II οδηγιών, υπό την επιφύλαξη των εξαιρέσεων που προβλέπονται στην οδηγία 88/609/ΕΟΚ, εφαρμόζονται στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις οι οποίες εμπίπτουν στις δραστηριότητες που αναφέρονται στο παράρτημα I εφόσον δεν έχουν ληφθεί από τις αρμόδιες αρχές τα αναγκαία μέτρα τα οποία αναφέρονται στο άρθρο 5 της παρούσας οδηγίας.
2. Οι κατάλληλες διατάξεις σχετικά με τα συστήματα χορήγησης άδειας των οδηγιών που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο δεν εφαρμόζονται

πλέον στις νέες εγκαταστάσεις που εμπίπτουν στις αναφερόμενες στο παράρτημα I δραστηριότητες κατά την ημερομηνία θέσης σε εφαρμογή της παρούσας οδηγίας.

3. Η οδηγία 84/360/ΕΟΚ καταργείται έντεκα έτη μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας οδηγίας.

Από τη στιγμή που έχουν ληφθεί έναντι μιας εγκατάστασης τα προβλεπόμενα στα άρθρα 4, 5 ή 12 μέτρα, η προβλεπόμενη στο άρθρο 6 παράγραφος 3 της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ εξαίρεση δεν εφαρμόζεται πλέον στις εγκαταστάσεις που αναφέρονται στην παρούσα οδηγία.

Το Συμβούλιο, κατόπιν προτάσεως της Επιτροπής, θα τροποποιήσει, εφόσον είναι αναγκαίο, τις κατάλληλες διατάξεις των αναφερομένων στο παράρτημα II οδηγιών για να τις προσαρμόσει στις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας πριν την ημερομηνία κατάργησης της οδηγίας 84/360/ΕΟΚ, σύμφωνα με το πρώτο εδάφιο.

Άρθρο 21

Εφαρμογή

1. Τα κράτη μέλη θεσπίζουν τις νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις που είναι αναγκαίες για τη συμμόρφωση προς την παρούσα οδηγία το αργότερο τρία έτη μετά τη θέση της σε εφαρμογή και ενημερώνουν αμέσως την Επιτροπή σχετικά. Οι διατάξεις αυτές, όταν θεσπίζονται από τα κράτη μέλη, αναφέρονται στην παρούσα οδηγία ή συνοδεύονται από παρόμοια αναφορά κατά την επίσημη δημοσίευσή τους. Οι λεπτομερείς διατάξεις για την αναφορά αυτή καθορίζονται από τα κράτη μέλη.

2. Τα κράτη μέλη κοινοποιούν στην Επιτροπή το κείμενο των ουσιαστών διατάξεων εθνικού δικαίου που θεσπίζουν στον τομέα που διέπεται από την παρούσα οδηγία.

Άρθρο 22

Η παρούσα οδηγία τίθεται σε ισχύ την 20ή ημέρα από τη δημοσίευσή της.

Άρθρο 23

Η παρούσα οδηγία απευθύνεται στα κράτη μέλη.

Βρυξέλλες, 24 Σεπτεμβρίου 1996.

Για το Συμβούλιο

Ο Πρόεδρος

E. FITZGERALD

- (1) Ε.Ε αριθ. C 311 της 17. 11. 1993, σ. 6 και Ε.Ε αριθ. C 165 της 1. . 1995, σ. 9.
- (2) Ε.Ε αριθ. C 195 της 18. . 1995, σ. 54.
- (3) Γνώμη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 14ης Δεκεμβρίου 1994 (Ε.Ε αριθ. C 18 της 23. 1. 1995, σ. 96). Κοινή θέση του Συμβουλίου της 27ης Νοεμβρίου 1995 (Ε.Ε αριθ. C 87 της 25. 3. 1996, σ. 8.) και απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 22ας Μαΐου 1996 (Ε.Ε αριθ. C 166 της 10. 6. 1996).
- (4) Ε.Ε αριθ. C 138 της 17. 5. 1993, σ. 1.
- (5) Ε.Ε αριθ. L 188 της 16. . 1984, σ. 20. Οδηγία όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 91/692/ΕΟΚ (Ε.Ε αριθ. L 377 της 31. 12. 1991, σ. 48).
- (6) Ε.Ε αριθ. L 129 της 18. 5. 1976, σ. 23. Οδηγία όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 91/692/ΕΟΚ.
- (7) Ε.Ε αριθ. L 175 της 5. . 1985, σ. 40.
- (8) Οδηγία 80/836/Ευρατόμ του Συμβουλίου, της 15ης Ιουλίου 1980, περί τροποποίησης των οδηγιών για τον καθορισμό των βασικών κανόνων προστασίας της υγείας του πληθυσμού και των εργαζομένων από τους κινδύνους που προκύπτουν από ιοντίζουσες ακτινοβολίες ραδιενεργών ουσιών (Ε.Ε αριθ. L 246 της 17. 9. 1980, σ. 1). Οδηγία όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 84/467/ΕΟΚ (Ε.Ε αριθ. L 265 της 5. 10. 1984, σ. 4).
- (9) Οδηγία 90/219/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 1990, για την περιορισμένη χρήση γενετικώς τροποποιημένων μικροοργανισμών (Ε.Ε αριθ. L 117 της 8. 5. 1990, σ. 1). Οδηγία όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 94/51/ΕΚ της Επιτροπής (Ε.Ε αριθ. L 297 της 18. 11. 1994, σ. 29).
- (10) Οδηγία 90/220/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 1990, για την σκόπιμη ελευθέρωση γενετικώς τροποποιημένων μικροοργανισμών στο περιβάλλον (Ε.Ε αριθ. L 117 της 8. 5. 1990, σ. 15). Οδηγία όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 94/15/ΕΚ της Επιτροπής (Ε.Ε αριθ. L 103 της 22. 4. 1994, σ. 20).
- (11) Ε.Ε αριθ. L 194 της 25. . 1975, σ. 39. Οδηγία όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 91/692/ΕΟΚ (Ε.Ε αριθ. L 377 της 31. 12. 1991, σ. 48).
- (12) Ε.Ε αριθ. L 336 της . 12. 1988, σ. 1. Οδηγία όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 90/656/ΕΟΚ (Ε.Ε αριθ. L 353 της 17. 12. 1990, σ. 59).
- (13) Ε.Ε αριθ. L 230 της 5. 8. 1982, σ. 1. Οδηγία όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 91/692/ΕΟΚ (Ε.Ε αριθ. L 377 της 31. 12. 1991, σ. 48).
- (14) Ε.Ε αριθ. L 158 της 23. 6. 1990, σ. 56.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 1

1. Η παρούσα οδηγία δεν αφορά τις εγκαταστάσεις ή τμήματα εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούνται για την έρευνα, την ανάπτυξη και την πειραματική δοκιμή νέων προϊόντων και βιομηχανικών μεθόδων.

2. Οι αναφερόμενες παρακάτω οριακές τιμές αναφέρονται κατά κανόνα σε παραγωγή δυναμικότητα ή σε αποδόσεις. Εάν ο ίδιος φορέας λειτουργίας ασκεί πολλές δραστηριότητες της ίδιας κατηγορίας στην αυτή εγκατάσταση ή στον ίδιο χώρο, οι δυναμικότητες των δραστηριοτήτων αυτών αθροίζονται.

1. Βιομηχανίες ενεργειακών δραστηριοτήτων

1.1. Εγκαταστάσεις καύσης με θερμική ισχύ καύσης μεγαλύτερη των 50 MW (1).

1.2. Διυλιστήρια πετρελαίου και αερίου.

1.3. Εγκαταστάσεις οπτανθρακοποίησης.

1.4. Εγκαταστάσεις αεριοποίησης και υγροποίησης του άνθρακα.

2. Παραγωγή και μεταποίηση μετάλλων

2.1. Εγκαταστάσεις φρύξης ή επίτηξης μεταλλεύματος, συμπεριλαμβανομένου του θειούχου μεταλλεύματος.

2.2. Εγκαταστάσεις παραγωγής χυτοσιδήρου ή χάλυβα (πρωτογενούς ή δευτερογενούς), συμπεριλαμβανομένων των χυτηρίων συνεχούς χύτευσης ωριαίας δυναμικότητας άνω των 2,5 τόνων.

2.3. Εγκαταστάσεις επεξεργασίας σιδηρούχων μετάλλων:

α) με έλασμα εν θερμώ, ωριαίας δυναμικότητας άνω των 20 τόνων ακατέργαστου χάλυβα

β) με σφυρηλάτηση με σφύρες κρουστικής ενέργειας άνω των 50 kJ ανά σφύρα και όταν η χρησιμοποιούμενη θερμική ισχύς υπερβαίνει τα 20 MW

γ) με επίθεση προστατευτικού στρώματος τηγμένου μετάλλου, με δυναμικότητα επεξεργασίας άνω των δύο τόνων ακατέργαστου χάλυβα ανά ώρα.

2.4. Χυτήρια σιδηρούχων μετάλλων με δυναμικότητα παραγωγής άνω των 20 τόνων ημερησίως.

2.5. Εγκαταστάσεις:

α) παραγωγής ακατέργαστων μη σιδηρούχων μετάλλων από μεταλλεύματα, συγκεντρώματα ή δευτερογενείς πρώτες ύλες, με μεταλλουργικές, χημικές ή ηλεκτρολυτικές διεργασίες

β) τήξης μη σιδηρούχων μετάλλων και κραμάτων, συμπεριλαμβανομένων των προϊόντων ανάκτησης (καθαρισμός, χύτευση), τηκτικής δυναμικότητας άνω των τεσσάρων τόνων για το μόλυβδο και το κάδμιο ή 20 τόνων για όλα τα άλλα μέταλλα ημερησίως.

2.6. Εγκαταστάσεις επιφανειακής επεξεργασίας μετάλλων και πλαστικών υλικών με ηλεκτρολυτικές ή χημικές διεργασίες, εφόσον ο όγκος των κάδων που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία υπερβαίνει τα 30 m³.

3. Βιομηχανία ορυκτών προϊόντων

3.1. Εγκαταστάσεις παραγωγής κλίνκερ (τσιμέντου) σε περιστροφικούς κλιβάνους, με ημερήσια δυναμικότητα παραγωγής άνω των 500 τόνων, ή ασβέστου σε περιστροφικούς κλιβάνους με ημερήσια παραγωγική δυναμικότητα άνω των 50 τόνων, ή σε άλλου είδους κλιβάνους με ημερήσια παραγωγική δυναμικότητα άνω των 50 τόνων.

3.2. Εγκαταστάσεις παραγωγής αμιάντου και κατασκευής προϊόντων με βάση τον αμίαντο.

3.3. Εγκαταστάσεις παραγωγής γυαλιού, συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων παραγωγής ινών γυαλιού, με ημερήσια τηκτική δυναμικότητα άνω των 20 τόνων.

3.4. Εγκαταστάσεις τήξης ορυκτών υλών, συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων παραγωγής ινών από ορυκτές ύλες, με ημερήσια τηκτική δυναμικότητα άνω των 20 τόνων.

3.5. Εγκαταστάσεις παραγωγής κεραμικών ειδών με εκκαμίνευση, ιδίως δε κεραμιδιών, τούβλων, πυρίμαχων πλίνθων, πλακιδίων, ψευδοπορσελάνης ή πορσελάνης, με ημερήσια παραγωγική δυναμικότητα άνω των 75 τόνων ή/και με δυναμικότητα κλιβάνου άνω των 4 m³ και πυκνότητα φορτώσεως άνω των 300 Kg/m³.

4. Χημική βιομηχανία

Η κατά την έννοια των κατηγοριών δραστηριοτήτων του κεφαλαίου 4 παραγωγή υποδηλώνει την παραγωγή, σε βιομηχανική κλίμακα και με χημική μετατροπή, των υλών ή ομάδων υλών που αναφέρονται στις παραγράφους 4.1 έως 4.6.

4.1. Χημικές εγκαταστάσεις για την παραγωγή βασικών χημικών οργανικών προϊόντων, όπως:

α) απλών υδρογονανθράκων, (γραμμικών ή κυκλικών, κεκορεσμένων ή ακόρεστων, αλειφατικών ή αρωματικών)

β) οξυγονούχων υδρογονανθράκων, ιδίως δε αλκοολών, αλδεϋδών, κετονών, καρβοξυλικών οξέων, εστέρων, οξικών ενώσεων, αιθέρων, υπεροξειδίων, εποξικών ρητινών

γ) θειούχων υδρογονανθράκων

δ) αζωτούχων υδρογονανθράκων, ιδίως δε αμινών, αμιδίων, νιτρωμένων, νιτρωδών ή νιτρικών ενώσεων, νιτριλίων, κυανικών και ισοκυανικών ενώσεων

ε) φωσφορούχων υδρογονανθράκων

στ) αλογονούχων υδρογονανθράκων

η) βασικών πλαστικών υλών, (πολυμερών, συνθετικών ινών, ινών με βάση την κυτταρίνη)

ι) συνθετικού καουτσούκ

ια) χρωμάτων και χρωστικών υλικών

ιβ) απορρυπαντικών και τασιενεργών ουσιών.

4.2. Χημικές εγκαταστάσεις παραγωγής βασικών ανόργανων χημικών προϊόντων, όπως:

α) αερίων, όπως αμμωνίας, χλωρίου ή υδροχλωρίου, φθορίου ή υδροφθορίου, οξειδίων του άνθρακα, θειικών ενώσεων, οξειδίων του αζώτου, υδρογόνου, διοξειδίου του θείου, διχλωριούχου καρβονυλίου

β) οξέων, όπως χρωμακού, υδροφθορικού, φωσφορικού, νιτρικού, υδροχλωρικού, θειικού, ατμίζοντος θειικού και άλλων θειούχων οξέων

γ) βάσεων, ιδίως δε υδροξειδίου του αμμωνίου, υδροξειδίου του καλίου, υδροξειδίου του νατρίου

δ) αλάτων, όπως χλωριούχου αμμωνίου, χλωρικού καλίου, ανθρακικού καλίου, ανθρακικού νατρίου, υπερβορικών αλάτων, νιτρικού αργύρου

ε) αμετάλλων, μεταλλοξειδίων ή άλλων ανόργανων ενώσεων, όπως ανθρακασβεστίου, πυριτίου, ανθρακοπυριτίου.

4.3. Χημικές εγκαταστάσεις παραγωγής φωσφορούχων, αζωτούχων ή καλιούχων λιπασμάτων (απλών ή σύνθετων).

4.4. Χημικές εγκαταστάσεις παραγωγής βασικών φυτοϋγειονομικών προϊόντων και βιοκτόνων.

4.5. Χημικές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν χημική ή βιολογική διεργασία για την παρασκευή βασικών φαρμακευτικών προϊόντων.

4.6. Χημικές εγκαταστάσεις παραγωγής εκρηκτικών υλών.

5. Διαχείριση των αποβλήτων

Με την επιφύλαξη του άρθρου 11 της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ και του άρθρου 3 της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 21ης Δεκεμβρίου 1991, για τα επικίνδυνα απόβλητα (2):

5.1. Εγκαταστάσεις για την εξάλειψη ή την αξιοποίηση των επικίνδυνων αποβλήτων που αναφέρονται στον κανονισμό του άρθρου 1.4 της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ, όπως ορίζονται στα παραρτήματα II Α και II Β (ενέργειες R1, R5, R6, R8 και R9) της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ και στην οδηγία 75/439/ΕΟΚ (3), ημερήσιας δυναμικότητας άνω των δέκα τόνων.

5.2. Εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων, όπως ορίζονται στην οδηγία 89/369/ΕΟΚ, της 8ης Ιουνίου 1989, σχετικά με την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τις νέες εγκαταστάσεις καύσης αστικών απορριμμάτων (4) και στην οδηγία 89/429/ΕΟΚ, της 21ης Ιουνίου 1989, σχετικά με τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τις νέες εγκαταστάσεις καύσης αστικών απορριμμάτων (5), με ωριαία δυναμικότητα άνω των τριών τόνων.

5.3. Εγκαταστάσεις για την εξάλειψη ακίνδυνων αποβλήτων, όπως ορίζονται στο παράρτημα II Α της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ, στα κεφάλαια D8, D9, με ημερήσια δυναμικότητα άνω των 50 τόνων.

5.4. Χώροι ταφής που δέχονται άνω των δέκα τόνων ημερησίως ή ολικής χωρητικότητας άνω των 25 000 τόνων, εκτός από τους χώρους ταφής αδρανών απορριμμάτων

6. Άλλες δραστηριότητες

6.1. Βιομηχανικές εγκαταστάσεις:

α) παραγωγής χαρτοπολτού από ξύλο ή άλλα ινώδη υλικά:

β) παραγωγής χαρτιού και χαρτονιού με ημερήσια παραγωγική δυναμικότητα άνω των 20 τόνων.

6.2. Εγκαταστάσεις προεπεξεργασίας (δραστηριότητες πλύσης, λεύκανσης, μερσερισμού) ή βαφής ινών ή υφασμάτων, με ημερήσια δυναμικότητα επεξεργασίας άνω των δέκα τόνων.

6.3. Εγκαταστάσεις δέψης δερμάτων εφόσον η ημερήσια δυναμικότητα επεξεργασίας υπερβαίνει τους δώδεκα τόνους τελικών προϊόντων.

6.4. α) σφαγεία με ημερήσια δυναμικότητα παραγωγής σφαγίων άνω των 50 τόνων

- β) επεξεργασίας και μεταποίηση για την παραγωγή προϊόντων διατροφής από:
- ζωική πρώτη ύλη (εκτός του γάλακτος) με ημερήσια δυναμικότητα παραγωγής τελικών προϊόντων άνω των 75 τόνων,
 - φυτική πρώτη ύλη, ημερήσιας δυναμικότητας παραγωγής τελικών προϊόντων άνω των 300 τόνων (μέση τριμηνιαία τιμή)
- γ) επεξεργασίας και μεταποίηση του γάλακτος, όταν η ποσότητα του λαμβανομένου γάλακτος υπερβαίνει τους 200 τόνων ημερησίως (μέση ετήσια τιμή).
- 6.5. Εγκαταστάσεις για την εξάλειψη ή την αξιοποίηση σφαγίων και ζωικών απορριμμάτων με ημερήσια δυναμικότητα επεξεργασίας \geq ανώτερη των δέκα τόνων.
- 6.6. Εγκαταστάσεις εντατικής εκτροφής πουλερικών και χοίρων οι οποίες διαθέτουν πάνω από:
- α) 40 000 θέσεις για πουλερικά:
 - β) 2 000 θέσεις για χοίρους παραγωγής (άνω των 30 kg) ή
 - γ) 750 θέσεις για χοιρομητέρες.
- 6.7. Εγκαταστάσεις επεξεργασίας της επιφάνειας υλών, αντικειμένων ή προϊόντων με τη χρησιμοποίηση οργανικών διαλυτών, ιδίως για τις εργασίες προετοιμασίας, εκτύπωσης, επίστρωσης, καθαρισμού των λιπών, αδιαβροχοποίησης, κολλαρίσματος, βαφής, καθαρισμού ή διαβροχής, με δυναμικότητα κατανάλωσης άνω των 150 kg διαλύτη ανά ώρα ή άνω των 200 τόνων ανά έτος.
- 6.8. Εγκαταστάσεις για την παραγωγή άνθρακα (σκληρός άνθρακας) ή ηλεκτρογραφίτη με καύση ή γραφίτοποίηση.
- (1) Οι ουσιαστικές απαιτήσεις της οδηγίας 88/609/ΕΟΚ για τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις εξακολουθούν να ισχύουν μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2003.
- (2) ΕΕ αριθ. L 377 της 31. 12. 1991, σ. 20. Οδηγία όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 94/31/ΕΟΚ (ΕΕ αριθ. L 168 της 2. . 1994, σ. 28).
- (3) ΕΕ αριθ. L 194 της 25. . 1975, σ. 23. Οδηγία όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 91/692/ΕΟΚ (ΕΕ αριθ. L 377 της 31. 12 1991, σ. 48).
- (4) ΕΕ αριθ. L 163 της 14. 6. 1989, σ. 32.
- (5) ΕΕ αριθ. L 203 της 15. . 1989, σ. 50.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 18 ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ 2 ΚΑΙ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 20

1. Οδηγία 87/217/ΕΟΚ σχετικά με την πρόληψη και τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τον αμίαντο.
2. Οδηγία 82/176/ΕΟΚ περί των οριακών τιμών και των ποιοτικών στόχων για τις απορρίψεις υδραργύρου από το βιομηχανικό τομέα της ηλεκτρολύσεως των χλωριούχων αλάτων αλκαλίων.
3. Οδηγία 83/513/ΕΟΚ για τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις καδμίου.
4. Οδηγία 84/156/ΕΟΚ για τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους όσον αφορά τις απορρίψεις υδραργύρου σε τομείς άλλους εκτός του τομέα της ηλεκτρολύσεως των χλωριούχων αλάτων των αλκαλίων.
5. Οδηγία 84/491/ΕΟΚ σχετικά με τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις εξαχλωροκυκλοεξανίου.
6. Οδηγία 86/280/ΕΟΚ σχετικά με τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις ορισμένων επικινδύνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο I του παραρτήματος της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ, όπως εν συνεχεία τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 88/347/ΕΟΚ και 90/415/ΕΟΚ για την τροποποίηση του παραρτήματος II της οδηγίας 86/280/ΕΟΚ.
7. Οδηγία 89/369/ΕΟΚ σχετικά με την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τις νέες εγκαταστάσεις καύσης αστικών απορριμμάτων.
8. Οδηγία 89/429/ΕΟΚ σχετικά με τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τις νέες εγκαταστάσεις καύσης απορριμμάτων.
9. Οδηγία 94/67/ΕΟΚ για την καύση επικινδύνων απορριμμάτων.
10. Οδηγία 92/112/ΕΟΚ για τον καθορισμό των διεργασιών εναρμόνισης των προγραμμάτων περιορισμού της ρύπανσης που προκαλούν τα απόβλητα της βιομηχανίας διοξειδίου του τιτανίου.
11. Οδηγία 88/609/ΕΟΚ για τον καθορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 94/66/ΕΚ.
12. Οδηγία 74/464/ΕΟΚ περί ρυπάνσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας.

13. Οδηγία 75/442/ΕΟΚ περί των στερεών αποβλήτων, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 91/156/ΕΟΚ.
14. Οδηγία 75/439/ΕΟΚ περί διαθέσεως των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων.
15. Οδηγία 91/689/ΕΟΚ για τα επικίνδυνα απόβλητα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ ΥΠΟΨΗ, ΕΑΝ ΕΙΝΑΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΟΡΙΑΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΕΚΠΟΜΠΗΣ

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

1. Διοξειδίο του θείου και άλλες ενώσεις του θείου.
2. Οξειδία του αζώτου και άλλες ενώσεις του αζώτου.
3. Μονοξειδίο του άνθρακα.
4. Πτητικές οργανικές ενώσεις.
5. Μέταλλα και ενώσεις τους.
6. Σκόνη.
7. Αμιάντος (σωματίδια εν αιωρήσει και ίνες).
8. Χλώριο και ενώσεις του χλωρίου.
9. Φθόριο και ενώσεις του φθορίου.
10. Αρσενικό και ενώσεις του αρσενικού.
11. Κυανιούχες ενώσεις.
12. Ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν αποδεδειγμένα ιδιότητες καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες, ή ικανές να βλάψουν την αναπαραγωγή μέσω της ατμόσφαιρας.
13. Πολυχλωροδιβενζοδιοξίνη και πολυχλωροδιβενζοφουράνια.

ΝΕΡΟ

1. Αλογονωμένες οργανικές ενώσεις και ουσίες από τις οποίες δύνανται να προκύψουν αναλόγου είδους ενώσεις μέσα στο υδάτινο περιβάλλον.
2. Οργανοφωσφορικές ενώσεις.
3. Οργανοκασσιτερικές ενώσεις.
4. Ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν αποδεδειγμένα ιδιότητες καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες ή ικανές να βλάψουν την αναπαραγωγή στο υδάτινο περιβάλλον ή μέσω αυτού.
5. Ανθεκτικοί υδρογονάνθρακες και ανθεκτικές και βιοσυσσωρευόμενες τοξικές ουσίες.

6. Κυανιούχες ενώσεις.
- . Μέταλλα και οι ενώσεις τους.
8. Αρσενικό και οι ενώσεις του.
9. Βιοκτόνα και φυτοϋγειονομικά προϊόντα.
10. Αιωρούμενες ουσίες.
11. Ουσίες που συμβάλλουν στον ευτροφισμό (ιδίως νιτρικά και φωσφορικά άλατα).
12. Ουσίες που έχουν αρνητική επίδραση στον ισολογισμό του οξυγόνου (και που μετρούνται με παραμέτρους όπως DBO, DCO).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΟΨΗ ΕΝ ΓΕΝΕΙ Ή ΣΕ ΣΥΓΓΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 2 ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ 11, ΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΥΠΟΨΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΠΡΟΚΥΨΟΥΝ ΑΠΟ ΜΙΑ ΠΡΑΞΗ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΝΟΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ.

1. Η χρησιμοποίηση τεχνικών που παράγουν λίγα απόβλητα.
2. Η χρησιμοποίηση λιγότερο επικίνδυνων ουσιών.
3. Η εξέλιξη των τεχνικών ανάκτησης και ανακύκλωσης των ουσιών που εκπέμπονται και χρησιμοποιούνται κατά τη διεργασία και, ενδεχομένως, των αποβλήτων.
4. Οι συγκρίσιμες διεργασίες, εξοπλισμοί ή τρόποι λειτουργίας που έχουν δοκιμαστεί επιτυχώς σε βιομηχανική κλίμακα.
5. Η τεχνική πρόοδος και η εξέλιξη των επιστημονικών γνώσεων.
6. Η φύση, οι επιπτώσεις και ο όγκος των συγκεκριμένων εκπομπών.
7. Οι ημερομηνίες έναρξης λειτουργίας των νέων ή υφιστάμενων εγκαταστάσεων.
8. Ο χρόνος που απαιτεί η εγκαθίδρυση μιας βέλτιστης διαθέσιμης τεχνικής.
9. Η κατανάλωση και η φύση των πρώτων υλών (συμπεριλαμβανομένου του νερού) και η αποτελεσματική χρήση της ενέργειας.
10. Η ανάγκη πρόληψης ή μείωσης στο ελάχιστο δυνατό των γενικών επιπτώσεων των εκπομπών και των κινδύνων για το περιβάλλον.
11. Η ανάγκη πρόληψης των ατυχημάτων και μείωσης των επιπτώσεών τους στο περιβάλλον (<http://www.ypexode.gr/>).