



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ –
ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΝΙΚΗ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ

ΜΕΤΑΛΛΑ ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΩΝ
ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2021





ΝΙΚΗ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ
Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ:5577

ΜΕΤΑΛΛΑ ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,
Τομέα Ορυκτολογίας - Πετρολογίας - Κοιτασματολογίας

Επιβλέπων

Βασίλειος Μέλφος



©Νίκη Παπαδοπούλου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Ορυκτολογίας –
Πετρολογίας - Κοιτασματολογίας, 2021
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.
ΜΕΤΑΛΛΑ ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ
ΥΛΩΝ– Διπλωματική Εργασία

© Niki Papadopoulou, School of Geology, Dept. of Mineralogy – Petrology – Economic
Geology, 2021
All rights reserved.
High technology metals and geopolitics of minerals resources– *Bachelor Thesis*

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ
ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση,
αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής
φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται
το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για
κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το
συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του
Α.Π.Θ.





Περιεχόμενα

Περίληψη.....	8
Abstract	9
1.Κρίσιμα Μέταλλα	11
1.1 Γενικά	11
1.2 Σημασία κρίσιμων μετάλλων.....	13
1.3 Δυναμική Αγοράς	14
1.3.1 Προσφορά.....	14
1.3.2 Ζήτηση.....	16
1.3.3 Τιμές.....	17
1.4 Κρίσιμα Μέταλλα στην Ελλάδα	20
2. Μέταλλα υψηλής τεχνολογίας	24
2.1 Ορισμός.....	24
2.2 Ορυκτά Σύγκρουσης (Conflict Minerals).....	24
2.3 Παλιές και νέες πολιτικές διακυβερνήσεων	26
2.4 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.....	27
2.5 Λύσεις βασισμένες στην Τεχνολογία.....	30
3. Πρωτοβουλία Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους Ορυκτούς Πόρους	32
3.1 Πρωτοβουλίες ΕΕ μέσα στα χρόνια.....	37
4. Δυνητικά εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα στην Ευρώπη	39
4.1 Γεωλογία	40
4.2 Πρωτογενή κοιτάσματα: προτεινόμενη ταξινόμηση γενετικού τύπου.....	40
4.3 Δευτερεύοντα Κοιτάσματα.....	42



4.4 Διαθεσιμότητα δεδομένων εξερεύνησης.....	42
4.5 Δυνατότητα εκμετάλλευσης.....	43
4.6 Αποτελεσματικότερη εξερεύνηση	44
5. Συμπεράσματα	44
6. Βιβλιογραφία	46



Η συγκεκριμένη εργασία έχει ως στόχο να τονίσει την σημαντικότητα των ορυκτών πρώτων υλών στη ζωή του ανθρώπου και την κρισιμότητα στη διαχείριση εξόρυξης και επεξεργασίας τους. Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο κεφάλαιο, εξηγεί την έννοια των κρίσιμων μετάλλων, ποια είναι αυτά και από τι εξαρτάται η δυναμική τους στην παγκόσμια αγορά. Συνεχίζοντας στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση των μετάλλων υψηλής τεχνολογίας και ορυκτών σύγκρουσης, δηλαδή μεταλλικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για την κατασκευή σύγχρονων τεχνολογικών συσκευών και η εξόρυξη τους προέρχεται μέσα από παράνομες ενέργειες που καταπατούν τα ανθρώπινα δικαιώματα και καταστρέφουν το περιβάλλον. Επιπροσθέτως, παρουσιάζονται οι τρόποι διαχείρισης των ζητημάτων αυτών καθώς και προτεινόμενες λύσεις που θα μπορούσαν να μετριάσουν την κατάσταση. Παρακάτω, αναφέρονται οι πρωτοβουλίες που έχει αναλάβει η Ευρωπαϊκή Ένωση ώστε να διαχειριστεί τόσο τον περιορισμό της εισαγωγής ορυκτών πόρων εκτός ΕΕ όσο και να βρει νέες λύσεις για εκμετάλλευση και έρευνα ευρωπαϊκών κοιτασμάτων, πάντα, με σεβασμό προς το περιβάλλον. Ενώ, τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται λόγος για τις προοπτικές που έχουν τα ευρωπαϊκά εδάφη να γίνουν εκμεταλλεύσιμα ή να γίνει στροφή στην παραγωγή μετάλλων από δευτερογενείς πόρους μέσω της ανακύκλωσης.



This diploma thesis highlights the importance of the raw materials in human's life and the crucial nature of their handling during the extraction and production process. First, it is mentioned what and which the critical metals are and the key factors that contribute to mineral's economy. In the second section, conflict metals are analyzed. These are extremely important for modern technological devices but their extraction is the result of illegal acts like trampling on human rights and serious environment impact. In addition, solutions based on technology are suggested, aiming to improve the current situation. Furthermore, the diploma thesis focuses on the European initiatives that target at the efficient economy and sustainable development by imposing regulations, which limit raw-materials import and exploring new paths for research and exploration of possible reserves at European areas, with respect to the environment. Finally yet importantly is the European Union attempt to explore new sources of critical metals in its area and also to the encouraging strategy of recycling through the use of renewable raw materials.



1.1 Γενικά

Τα κρίσιμα μέταλλα είναι μεταλλικά και μη μεταλλικά στοιχεία ζωτικής σημασίας για την ευημερία των μεγάλων και αναδυόμενων παγκόσμιων οικονομιών, αλλά και αυτών των οποίων η προσφορά βρίσκεται σε κίνδυνο εξαιτίας ανεπάρκειας αποθεμάτων, γεωπολιτικών καθεστώτων, εμπορικής πολιτικής ή άλλων παραγόντων. Ανάμεσα σε αυτά τα στοιχεία είναι κι εκείνα που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία για την παραγωγή κινητών τηλεφώνων, τηλεοράσεων, ανεμογεννητριών, ηλεκτρικών αυτοκινήτων και πολλών προϊόντων υψηλής τεχνολογίας (1).

Κύριο μέλημα τόσο για την Ευρώπη όσο και για ολόκληρο τον κόσμο είναι η ανεμπόδιστη και αξιόπιστη εκμετάλλευση βασικών ορυκτών πόρων. Έτσι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει δημιουργήσει μία λίστα κρίσιμων μετάλλων (CRMs) για την Ευρώπη, η οποία υπόκειται σε συνεχή έλεγχο και ενημέρωση, περιλαμβάνοντας πρώτες ύλες υψηλής σημασίας για την ευρωπαϊκή οικονομία και υψηλού ρίσκου για την προμήθειά τους. Κάθε τρία χρόνια η λίστα αυτή ανανεώνεται με βάση την κατάσταση στην αγορά, την παραγωγή και τις τεχνολογικές εξελίξεις. Προς το παρόν έχουν δημοσιευθεί από το 2011, τέσσερις λίστες κρίσιμων μετάλλων. Παρακάτω στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η λίστα του 2020 που περιέχει 30 στοιχεία (2):

Πίνακας 1: Κρίσιμα μέταλλα καθορισμένα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020) (2).

Αντιμόνιο	Άφνιο	Φώσφορος
Βαρύτης	Σπάνιες γαίες (ελαφριές)	Σκάνδιο
Βήρυλλος	Σπάνιες γαίες (βαριές)	Πυρίτιο
Βισμούθιο	Ίνδιο	Ταντάλιο
Βορίτης	Μαγνήσιο	Βολφράμιο
Κοβάλτιο	Φυσικός γραφίτης	Βανάδιο
Οπτάνθρακας	Φυσικό καουτσούκ	Βωξίτης
Φθορίτης	Νιόβιο	Λίθιο
Γάλλιο	Μέταλλα της ομάδας της Πλατίνας	Τιτάνιο

Γερμάνιο	Φωσφορίτης	Στροντίο
----------	------------	----------

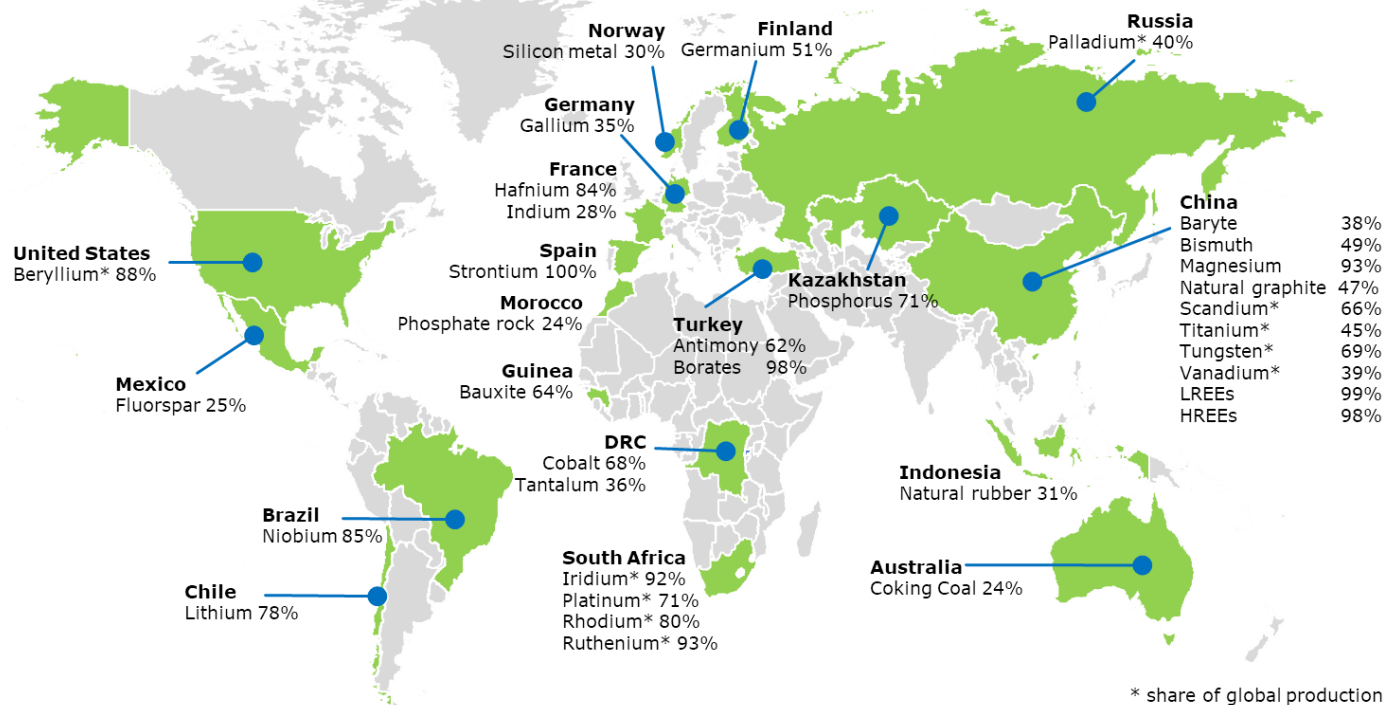
Η ύπαρξη μίας τέτοιας λίστας διενεργεί θετικά αφού ενισχύει την ανταγωνιστικότητα στην Ευρωπαϊκή βιομηχανία σύμφωνα με την ανανεωμένη βιομηχανική στρατηγική της Ευρώπης (15). Ακόμη, ενεργοποιεί την εξόρυξη και επεξεργασία των κρίσιμων ορυκτών πόρων με την ταυτόχρονη εξέλιξη νέων μεθόδων εξόρυξης και ανακύκλωσης ενώ ενισχύει τις διαπραγματεύσεις εμπορικών συμφωνιών αναπτύσσοντας τις δράσεις έρευνας και καινοτομίας κατά την εφαρμογή της «ατζέντας του 2030 για την βιώσιμη ανάπτυξη».

Η κρισιμότητα ενός μετάλλου με βάση την Ευρωπαϊκή Ένωση ορίζεται από τις παρακάτω παραμέτρους (2):

- 1) Την οικονομική σημασία του υλικού που στοχεύει στην κατανόηση της σημασίας ενός υλικού για την οικονομία της ΕΕ όσον αφορά τις εφαρμογές τελικής χρήσης και της προστιθέμενης αξίας των αντίστοιχων μεταποιητικών τομέων.
- 2) Το ρίσκο προμήθειας που αντικατοπτρίζει τον κίνδυνο διακοπής της προμήθειας υλικού στην ΕΕ. Βασίζεται στην εξάρτηση από εισαγωγές του πρωτογενούς υλικού από τις χώρες παραγωγής πρώτων υλών, λαμβάνοντας υπόψη τις επιδόσεις διακυβέρνησης και τις εμπορικές πτυχές τους. Ανάλογα με την εξάρτηση από τις εισαγωγές της ΕΕ (SR), αναλογικά λαμβάνονται υπόψη τα δυο σύνολα των χωρών παραγωγής - οι παγκόσμιοι προμηθευτές και οι χώρες από τις οποίες η ΕΕ προμηθεύεται τις πρώτες ύλες. Το SR μετριέται στο στάδιο «συμφόρησης» του υλικού (εξαγωγή ή επεξεργασία), το οποίο παρουσιάζει τον υψηλότερο κίνδυνο προμήθειας για την ΕΕ. Η αποκατάσταση και η ανακύκλωση θεωρούνται μέτρα μείωσης του κινδύνου.

Η βιομηχανία και η οικονομία της ΕΕ εξαρτώνται από τις διεθνείς αγορές ώστε να παρέχουν πρόσβαση σε πολλές σημαντικές πρώτες ύλες, μέσω προμήθειας από τρίτες χώρες. Παρόλο που η εγχώρια παραγωγή ορισμένων κρίσιμων πρώτων υλών υπάρχει στην ΕΕ, ιδίως αφνίου, στις περισσότερες περιπτώσεις η ΕΕ εξαρτάται από τις εισαγωγές χωρών εκτός ΕΕ.

Η προμήθεια πολλών κρίσιμων πρώτων υλών είναι πολύ συγκεκριμένη όπως φαίνεται στην φωτογραφία (Εικ. 1). Για παράδειγμα, η Κίνα παρέχει το 98% του εφοδιασμού της ΕΕ με στοιχεία σπάνιων γαιών (REE), η Τουρκία παρέχει το 98% της προμήθειας βορικού άλατος της ΕΕ και η Νότια Αφρική παρέχει το 71% των αναγκών της ΕΕ για πλατίνα και μέταλλα όπως ιρίδιο, ρόδιο και ρουθίνιο. Η ΕΕ βασίζεται σε μεμονωμένες εταιρείες της ΕΕ για την προμήθεια αφνίου και στροντίου. Οι κίνδυνοι που συνδέονται με τη συγκέντρωση της παραγωγής συνοδεύονται σε πολλές περιπτώσεις από χαμηλά ποσοστά αποκατάστασης και ανακύκλωσης.



Εικόνα 1: Χώρες που αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μερίδιο προμήθειας κρίσιμων μετάλλων (CRM) στην ΕΕ (2).

1.2 Σημασία των κρίσιμων μετάλλων

Σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα παγκόσμιας κλίμακας, όπως η κλιματική αλλαγή και η εξάντληση φυσικών πόρων είναι μερικά απαιτητικά ζητήματα που το ανθρώπινο είδος αντιμετωπίζει και γίνονται ακόμη πιο έντονα καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός και η οικονομική δραστηριότητα αυξάνονται. Για το λόγο αυτό, η εκάστοτε κυβέρνηση προσπαθεί να επιτύχει μία βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Έτσι, είναι αναγκαία η αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκύπτουν όπως στην περίπτωση παραγωγής ενέργειας από ορυκτούς πόρους. Όταν για παράδειγμα η τεχνολογία χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών, που είναι το κλειδί για τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη, αυξάνει τη ζήτηση για ορισμένα κρίσιμα μέταλλα, τα καθιστά αυτόματα περιζήτητα με κίνδυνο την εξάντληση των πόρων.

Η σύγχρονη ζωή απαιτεί τη χρήση των κρίσιμων μετάλλων για τομείς όπως η άμυνα, η αυτοκινητοβιομηχανία, η ιατρική, η βιομηχανία ηλεκτρονικών και η πράσινη

τεχνολογία. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση (15) τα κρίσιμα μέταλλα συνδέονται άμεσα με τρεις σημαντικούς τομείς:

- A) **Βιομηχανία σε όλα τα στάδια αλυσίδας εφοδιασμού:** συγκεκριμένα στην Ευρώπη οι βιομηχανίες εξόρυξης είναι λιγότερο σημαντικές από τις βιομηχανίες διύλισης και μεταποίησης. Η πρόσβαση σε πρωτογενή και επεξεργασμένα υλικά αποτελεί βασικό μέσο οικονομικής ανάπτυξης.
- B) **Μοντέρνα τεχνολογία:** η ποιότητα ζωής συνδέεται άμεσα με προϊόντα υψηλής τεχνολογίας τα οποία κατασκευάζονται από μεγάλο αριθμό πρωτογενών στοιχείων όπως στην περίπτωση ενός smart phone, που μπορεί να περιέχει πάνω από 50 είδη μετάλλων καθιστώντας το λειτουργικό και εύχρηστο.
- Γ) **Περιβάλλον:** για την κατασκευή έργων πράσινης τεχνολογίας όπως ανεμογεννήτριες, ηλιακοί συλλέκτες, ηλεκτρικά οχήματα κτλ.

1.3 Δυναμική Αγοράς

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την αγορά των κρίσιμων υλικών. Οι παγκόσμιες μεταβολές της ζήτησης και της προσφοράς μεταβάλλουν αντίστοιχα και τις δυναμικές της αγοράς του εκάστοτε μετάλλου, ενώ παρουσιάζουν προκλήσεις όσο και ευκαιρίες για τους επενδυτές. Οι επιχειρήσεις σε διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού προσαρμόζονται στις πολυπλοκότητες της αγοράς: ορισμένες λαμβάνουν αμυντικά μέτρα για να προστατευτούν από τη μεταβλητότητα των τιμών και την έλλειψη υλικών, ενώ άλλες ανταποκρίνονται προληπτικά στις ευκαιρίες της αγοράς. Πολλές κυβερνήσεις αναγνωρίζουν επίσης την αυξανόμενη σημασία των πρώτων υλών για την οικονομική ανταγωνιστικότητα και αναλαμβάνουν ενεργό ρόλο στην μετρίαση των ρίσκων προμήθειας (16).

1.3.1 Προσφορά

Οι βασικές κινητήριες δυνάμεις παγκόσμιας προσφοράς πρώτων υλών περιλαμβάνουν την διαθεσιμότητα των πόρων, τη συγκέντρωση της αγοράς, τη διαθεσιμότητα κεφαλαίου, την κυβερνητική παρέμβαση και την τεχνογνωσία. Την τελευταία δεκαετία, ένας συνδυασμός αυτών των παραγόντων συνέβαλε από την αργή ανταπόκριση της προσφοράς στην αύξηση της ζήτησης για ορισμένα βασικά υλικά. Ταυτόχρονα, οι υψηλές τιμές των

υλικών κατέστησαν τη δευτερογενή προσφορά (π.χ. ανακύκλωση) πιο προσιτή με τη συνολική προσφορά.

Τα αποθέματα των μετάλλων δεν εξαντλούνται ακόμη. Αντίθετα, η συνεχής τεχνολογική ανάπτυξη και οι νέες ανακαλύψεις είναι πιθανό να δημιουργήσουν επιπλέον εφόδια για το άμεσο μέλλον. Σε περίπτωση αναντιστοιχίας ζήτησης-προσφοράς ή προσωρινής έλλειψης, οι σταθερές υψηλές τιμές των υλικών ή τα οικονομικά κίνητρα πιθανόν να ανοίξουν νέα αποθέματα (19). Ωστόσο, το κόστος εξόρυξης των πόρων γενικά έχει αυξηθεί. Για δευτερεύοντα και σπάνια μέταλλα, η προσφορά περιπλέκεται περαιτέρω από την παραγωγή τους ως υποπροϊόντων ή/και συμπαραγωγών, με αποτέλεσμα η διαθεσιμότητα υλικών να επηρεάζεται από την ελκυστικότητα της αγοράς του σχετικού κύριου προϊόντος. Το ίνδιο, το τελλούριο και το γάλλιο, για παράδειγμα, είναι υποπροϊόντα των οποίων η προσφορά μπορεί να περιοριστεί από τις συγκεντρώσεις που βρίσκονται στο μετάλλευμα πρωτογενών προϊόντων, τους περιορισμούς στην ικανότητα διύλισης του υποπροϊόντος μεταξύ των διωλιστηρίων πρωτογενών προϊόντων και τη δυναμική της αγοράς πρωτογενών προϊόντων. Οι σπάνιες γαίες (REE), από την άλλη πλευρά, μπορούν να είναι ταυτόχρονα και υποπροϊόντα. Τα REE συχνά εξορύσσονται ταυτόχρονα επειδή συνήθως βρίσκονται μαζί σε κοιτάσματα ορυκτών. Η παραγωγή REE μπορεί επίσης να είναι ένα υποπροϊόν εξόρυξης ενός άλλου μεταλλεύματος, όπως ο σίδηρος.

Η συγκέντρωση της προσφοράς σε μικρό αριθμό ορυχείων, εταιρειών ή χωρών αυξάνει τους κινδύνους εφοδιασμού. Σε σχέση με τα βασικά ή κοινά μέταλλα, ειδικά μέταλλα και σπάνιες γαίες τείνουν να παράγονται από μικρό αριθμό παραγωγών και συνεπώς έχουν υψηλότερους κινδύνους εφοδιασμού. Σε μια αγορά με μεγάλη συγκέντρωση, καταστροφές (φυσικές ή ανθρωπογενείς) μπορεί να οδηγήσουν σε απότομη διακύμανση εφοδιασμού. Μια χώρα πλούσια σε πόρους που είναι πολιτικά ασταθής προσθέτει επίσης σημαντική αβεβαιότητα στην παγκόσμια προσφορά.

Η κρατική παρέμβαση μπορεί να επηρεάσει την προσφορά μέσω φόρων, επιδοτήσεων, εμπορικών μέτρων, κανονισμών και υποστήριξης έρευνας και ανάπτυξης. Οι φορολογικές πολιτικές μπορούν να εφαρμοστούν στην εξαγωγή πόρων για να διασφαλιστεί ότι οι πόροι δεν εξαντλούνται πολύ γρήγορα. Μπορούν επίσης να βοηθήσουν στη διαμόρφωση της βιομηχανικής ανάπτυξης σύμφωνα με τις προτεραιότητες της κυβέρνησης. Τα εμπορικά μέτρα παρέχουν ένα άλλο μέσο, για την κυβέρνηση, να διαμορφώσει την ανάπτυξη των βιομηχανιών της. Οι κυβερνήσεις ρυθμίζουν επίσης την εξαγωγή πόρων για να διασφαλίσουν περιβαλλοντικά ορθές, βιώσιμες και κοινωνικά αποδεκτές πρακτικές. Σε πολλές χώρες, μεγάλο μέρος των αδειών που σχετίζονται με την εξόρυξη προορίζεται για τη

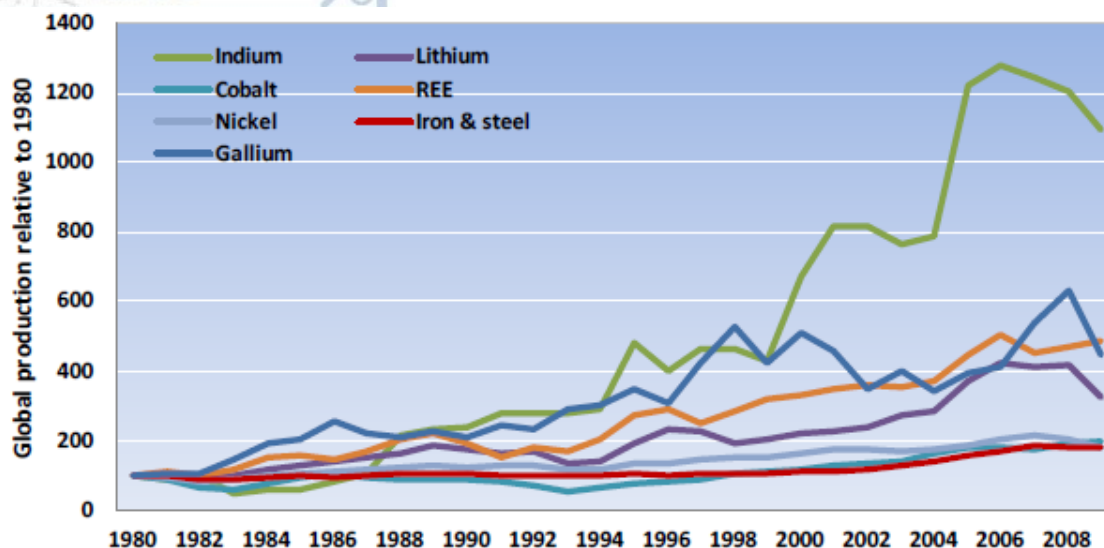
ρύθμιση του κινδύνου επαφής τοξικών αποβλήτων με τις γύρω κοινότητες. Ως εκ τούτου, φιλικά προς το περιβάλλον έργα εξόρυξης και επεξεργασίας ενδέχεται να περάσουν από μια πιο απλή διαδικασία αδειοδότησης επειδή μειώνουν τον περιβαλλοντικό και οικολογικό κίνδυνο για τις γύρω κοινότητες..

Για τις σπάνιες γαίες και ορισμένα μέταλλα, τα πολλαπλά βήματα επεξεργασίας τους μπορεί να είναι τεχνικά περίπλοκα και να απαιτούν εξειδίκευση. Σε γενικές γραμμές, η εξειδίκευση στην εξόρυξη και την επεξεργασία μετάλλων μειώθηκε σταδιακά σε χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, αν και η ανάγκη ανάπτυξης και διατήρησης μιας τέτοιας εμπειρογνωμοσύνης έχει λάβει ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή τα τελευταία χρόνια (16). Οι επενδύσεις σε τεχνολογικές καινοτομίες μέσω υποστήριξης έρευνας και ανάπτυξης μπορούν να οδηγήσουν σε νέα τεχνογνωσία που μπορεί να ενισχύσει την προσφορά με τους ακόλουθους τρόπους: μειώνοντας το κόστος, αυξάνοντας την αποδοτικότητα και/ή ενισχύοντας τις περιβαλλοντικές επιδόσεις.

1.3.2 Ζήτηση

Η ζήτηση για ορυκτά διαμορφώνεται από τις τάσεις του πληθυσμού, την οικονομική ανάπτυξη, τις επιλογές των καταναλωτών και τις κυβερνητικές πολιτικές. Τα βασικά μέταλλα (συμπεριλαμβανομένου του νικελίου, του αλουμινίου και του χάλυβα) αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας αγοράς ορυκτών σε όγκο και αξία. Τις τελευταίες δεκαετίες, ωστόσο, η ζήτηση για πολλά δευτερεύοντα ή εξειδικευμένα μέταλλα αυξήθηκε ταχύτερα από ότι για τα βασικά. Αυτό εν μέρει οφείλεται στην αυξανόμενη ζήτηση για καταναλωτικά προϊόντα, όπως κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές και τηλεοράσεις καθώς επίσης και στην αυξανόμενη ζήτηση για τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων ηλεκτρικών οχημάτων, φωτοβολταϊκών, ανεμογεννητριών και ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού. Η παγκόσμια ζήτηση τόσο για καταναλωτικά προϊόντα όσο και για τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας πιθανότατα θα συνεχίσει να αυξάνεται, οδηγώντας σε ανταγωνισμό μεταξύ των υλικών. Γενικά, ο συνεχόμενος αυξανόμενος

πληθυσμός απαιτεί περισσότερα υλικά για να καλύψει τις βασικές ανάγκες στέγασης και μεταφοράς.



Εικόνα 2: Σύγκριση της παγκόσμιας ζήτησης για επιλεγμένα υλικά 1980–2009.

Η ζήτηση για βασικές ορυκτές ύλες έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από τους κυβερνητικούς κανονισμούς και πολιτικές, όπως παρουσιάζεται και στην φωτογραφία(Εικ2.) όπου η μεταβολή αυτή είναι εμφανής σε 30 χρόνια. Η αγορά των τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας διαμορφώνεται από τις πολιτικές των κυβερνήσεων σε όλο τον κόσμο, με αυτή να εκτείνεται από την αιολική ενέργεια, τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τον αποδοτικό φωτισμό έως και τα ηλεκτρικά οχήματα. Για παράδειγμα, η αυτοκινητοβιομηχανία τείνει προς την χρήση ελαφρύτερων υλικών για χαμηλότερες εκπομπές ενέργειας ώστε να συμμορφωθεί με τους κυβερνητικούς κανονισμούς σχετικά με την αποδοτικότητα καυσίμου και τις εκπομπές.

1.3.3 Τιμές

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που καθορίζουν τις τιμές των κρίσιμων μετάλλων και την ανταπόκριση των πελατών στις μεταβολές των τιμών (συγκεκριμένα αυξήσεις τιμών). Οι ιστορικές τάσεις των τιμών για τις σπάνιες γαίες, το λίθιο, το γάλλιο, το ίνδιο και το

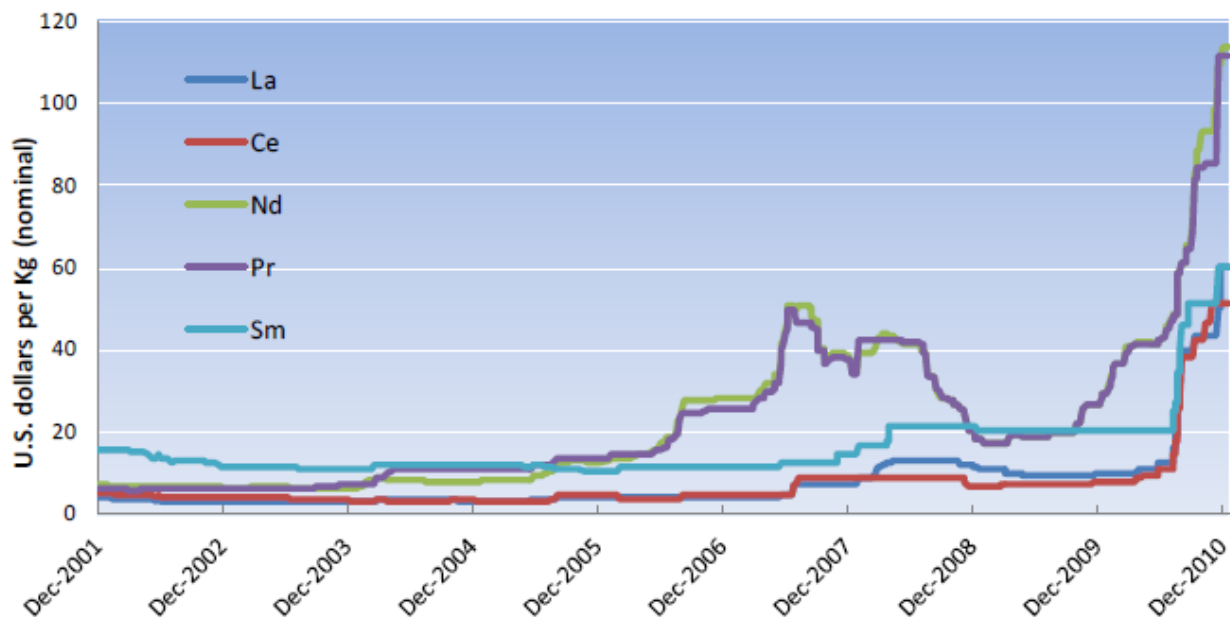
τελλούριο αντικατοπτρίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τις κινήσεις των τιμών. Η τιμή των ορυκτών βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα καθορίζεται κυρίως από το ισοζύγιο προσφοράς-ζήτησης και ορισμένους οικονομικούς παράγοντες.

Γενικά, όταν η ζήτηση ξεπερνά την προσφορά, οι ανθρακωρύχοι συνήθως αναζητούν επέκταση της παραγωγικής ικανότητας (για εξόρυξη και/ή διύλιση) ώστε να αυξήσουν την προσφορά. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια ύφεσης, η χαμηλότερη ζήτηση οδηγεί σε συσσώρευση αποθεμάτων. Η αποδέσμευση της προσφοράς από το απόθεμα μπορεί να συμβάλλει στη διατήρηση των τιμών σε χαμηλά επίπεδα, καθυστερώντας επιπλέον την επέκταση της παραγωγικής ικανότητας.

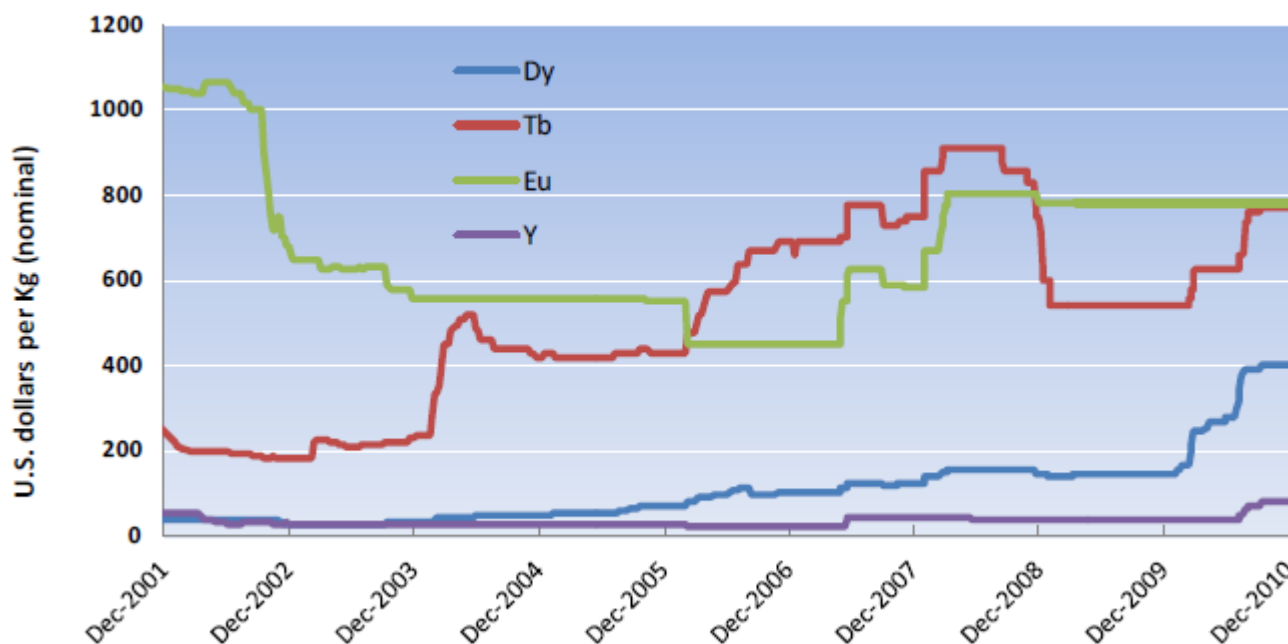
Οι πιο σημαντικοί χρηματοοικονομικοί παράγοντες βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα είναι οι συναλλαγματικές ισοτιμίες και η κερδοσκοπία για τα βασικά προϊόντα (16). Η πτώση του δολαρίου των ΗΠΑ τα τελευταία χρόνια συνέβαλε σε υψηλότερες τιμές μετάλλων επειδή οι περισσότερες αγορές ορυκτών τιμολογούνται σε δολάρια. Η αύξηση των τιμών των υλικών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ζήτησης για το υλικό σε ορισμένα προϊόντα. Ο αντίκτυπος της αύξησης της τιμής των υλικών στη ζήτηση εξαρτάται από την ευαισθησία της ζήτησης στις μεταβολές των τιμών (ελαστικότητα τιμής ζήτησης). Η ελαστικότητα της ζήτησης των τιμών εξαρτάται από τους κύριους παράγοντες της υποκατάστασης των υλικών, την ευαισθησία του κόστους του προϊόντος στο κόστος του υλικού και την ανταγωνιστικότητα της αγοράς του προϊόντος. Εκτός από την πιο αποτελεσματική χρήση πρωταρχικών υλικών, οι σταθερές υψηλές τιμές για ορισμένα υλικά έχουν επίσης οδηγήσει σε αυξημένη ανάκτηση από δευτερογενείς πηγές (ανακυκλωμένα υλικά και απορρίμματα), καθώς και μετάβαση σε εναλλακτικές λύσεις χαμηλότερης απόδοσης για πιο εντατική αναζήτηση μεγάλου χρονικού διαστήματος. Συνεπώς, οι υψηλές τιμές έχουν προκαλέσει οριστική μείωση της ζήτησης. Ορισμένοι κατασκευαστές έχουν ασχοληθεί με προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης για το συνολικό σχεδιασμό συστημάτων και τη βελτίωση της χρήσης πόρων. Άλλες εταιρείες έχουν επίσης επεκτείνει τη χρήση των πόρων στον περιοδικό πίνακα για να ενισχύσουν την ικανότητά τους να παρέχουν προμήθεια και να παράγουν προϊόντα.

Οι εικόνες 3 και 4 δείχνουν τις μέσες τιμές των μεμονωμένων μετάλλων σπάνιων γαιών μεταξύ Απριλίου 2001 και Νοεμβρίου 2011. Μια σαφής διάκριση μεταξύ των βαρέων σπάνιων γαιών (δυσπρωσίου, τερβίου, ευρωπίου και υτρίου) και των ελαφρύτερων σπάνιων γαιών (λανθάνιο, δημητρίου, νεοδυμίου, πρασεοδυμίου και σαμαρίου) είναι ότι οι βαριές σπάνιες γαίες έχουν σταθερά υψηλότερες τιμές λόγω της σπανιότερης παγκόσμιας προσφοράς. Σε γενικές γραμμές, οι τιμές αυξήθηκαν σε μέτρια επίπεδα από το 2003-2008,

ακολουθούμενες από απότομες αυξήσεις από το 2009-2011. Οι αυξήσεις των τιμών κατά την προηγούμενη περίοδο οφείλονταν κυρίως στην αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης. Τα άλματα τιμών κατά τη διάρκεια του 2009-2010 οφείλονταν στην πτώση των κινεζικών εξαγωγών, αν και οι σπάνιες γαίες είχαν μικρότερο αντίκτυπο στην τιμή τους.



Εικόνα 3 : Σχηματική αναπαράσταση διακύμανσης τιμών «ελαφριών» σπάνιων γαιών κατά το διάστημα 12/2001-12/2010 (Critical materials Strategy, U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, Dec 2010).



Εικόνα 4 : Σχηματική αναπαράσταση διακύμανσης τιμών «βαριών» σπάνιων γαιών κατά το διάστημα 12/2001-12/2010 (Critical materials Strategy, U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, Dec 2010).

1.4 Κρίσιμα Μέταλλα στην Ελλάδα

Η Ελλάδα εξαιτίας του γεωλογικού καθεστώτος της φιλοξενεί πολλά κοιτάσματα κρίσιμων μετάλλων τα οποία εμφανίζουν σημαντικές προοπτικές προμήθειας στον ευρωπαϊκό χώρο. Τα επιθερμικά, πορφυριτικά κοιτάσματα καθώς και τα κοιτάσματα διείσδυσης που κατανέμονται στον ελλαδικό χώρο αποτελούν στόχους για εκμετάλλευση Sb, Te, Mo, Re, Ga, In, σπάνιων γαιών και PGM (7). Αναλυτικότερα:

- Το **αντιμόνιο (Sb)** συναντάται στις περιοχές του Κιλκίς, Ροδόπης, Ριζάνων-Λαχανά, Φιλαδέλφειου Θεσσαλονίκης και Χίου μέσα σε φλέβες αντιμονίτη με επαρκή περιεκτικότητα που θεωρείται σημαντική για περεταίρω έρευνα και εκμετάλλευση



- Το **κοβάλτιο (Co)** περιέχεται σε σιδηρονικελιούχους λατερίτες που συνδέονται άμεσα με οφιολίθους του Μεσοζωικού στα κοιτάσματα της Λοκρίδος, Εύβοιας και Καστοριάς

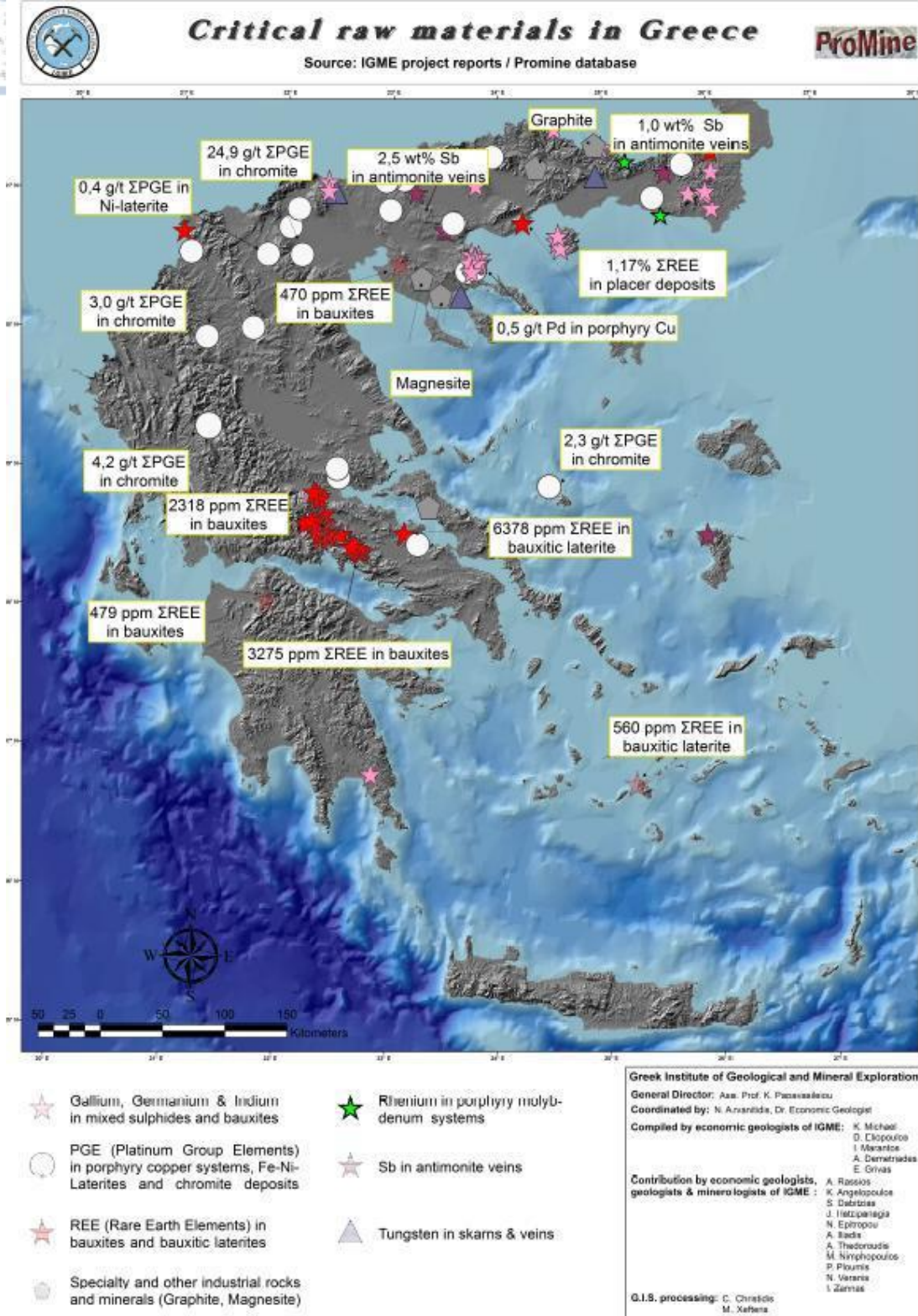
• Το **γάλλιο (Ga)**, **γερμάνιο (Ge)** καθώς και το **ίνδιο(In)** αποτελούν βασικά εκμεταλλεύσιμα μεταλλεύματα που προέρχονται από τις επιθερμικές φλεβικές μάζες της Ροδόπης. Πιο συγκεκριμένα, το γάλλιο παράγεται είτε ως υποπροϊόν βωξίτη είτε από τη διαδικασία ανάκτησης ψευδαργύρου από σφαλερίτη. Το ίνδιο και το γερμάνιο προκύπτουν κατά την παραγωγή του ψευδαργύρου. Και τα τρία μεταλλεύματα περιέχονται σε σημαντική ποσότητα μέσα στον βουρτσίτη (κύριο ορυκτό ψευδαργύρου) και τον σφαλερίτη του Αγίου Φιλίππου.

• Οι **σπάνιες γαίες (REE)** εμφανίζονται στις προσχλωσιγενείς αποθέσεις του Στρυμωνικού κόλπου, παρουσιάζοντας μεγάλη οικονομική προοπτική αντίστοιχη με αυτή της κόκκινης λάσπης στην ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας.

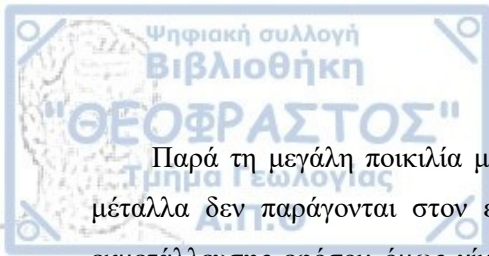
• Τα **πλατινοειδή μέταλλα (PGE)** παρουσιάζουν σημαντικά οικονομικό ενδιαφέρον στα προφυριτικά συστήματα χαλκού Cu στις Σκουριές- Φισώκα Χαλκιδικής καθώς και σε χρωμίτες οφιολίθων Βέροιας, Πίνδου και Σκύρου, με υψηλές συγκεντρώσεις.

• Ο **γραφίτης (C)** παρότι χρησιμοποιείται ευρύτατα στη βιομηχανία, αποτελεί ωστόσο κρίσιμη πρώτη ύλη και εμφανίζεται στην Ξάνθη και τη Δράμα σε μικρές σχετικά περιεκτικότητες

Παρακάτω στην εικόνα 5 παρουσιάζεται ο χάρτης με τα με κοιτάσματα των παραπάνω κρίσιμων πρώτων υλών και η κατανομή τους στον ελληνικό χώρο:



Εικόνα 5: Κοιτάσματα κρίσιμων μετάλλων στην Ελλάδα
(http://www.oryktosploutos.net/2011/06/blog-post_02.html).



Παρά τη μεγάλη ποικιλία μεταλλευτικών κοιτασμάτων στην Ελλάδα, κρίσιμα και σπάνια μέταλλα δεν παράγονται στον ελληνικό χώρο. Ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα έρευνας και εκμετάλλευσης εφόσον όμως γίνει εφαρμογή μιας πολιτικής όπου θα εξασφαλίζει την σωστή εξόρυξη των κοιτασμάτων με την ταυτόχρονη ορθή διαχείριση των αποβλήτων.

2. Μέταλλα υψηλής τεχνολογίας

2.1 Ορισμός

Τα τελευταία χρόνια η αυξημένη ζήτηση για προϊόντα τεχνολογίας όπως κινητά, υπολογιστές αλλά και η αυξημένη παραγωγή πράσινης ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών, ανεμογεννητριών, ηλεκτρικών αυτοκινήτων έχουν εντείνει την ανάγκη για μέταλλα όπως ο κασσίτερος, το βολφράμιο, το ταντάλιο, ο χρυσός κ.ά. Όμως η εξόρυξη των παραπάνω μετάλλων προέρχεται από χώρες πολιτικά ασταθείς, όπως το Κονγκό όπου το παράνομο εμπόριο ελέγχεται από ένοπλες ομάδες πυροδοτώντας μια σειρά συγκρούσεων (6). Πιο συγκεκριμένα, το εμπόριο τέτοιων «ορυκτών σύγκρουσης» είναι αποτέλεσμα παραβίασης ανθρωπίνων δικαιωμάτων μέσω καταναγκαστικής εργασίας, νομιμοποίησης παράνομων δραστηριοτήτων και υποστήριξης της διαφθοράς.

2.2 Ορυκτά Σύγκρουσης (Conflict Minerals)

Τα κυριότερα ορυκτά σύγκρουσης είναι:

- **Κασσίτερος (Sn)** —χρησιμοποιείται στα κινητά τηλέφωνα και σε όλα τα ηλεκτρονικά προϊόντα ως συγκολλητικό υλικό σε πλακέτες κυκλωμάτων. Η μεγαλύτερη

χρήση κασσίτερου παγκοσμίως είναι στα ηλεκτρονικά προϊόντα. Άλλες χρήσεις του είναι για την επικάλυψη άλλων μετάλλων με σκοπό την πρόληψη της διάβρωσης, σε τζάμια παραθύρων τα οποία κατασκευάζονται με πλωτό λιωμένο γυαλί σε λιωμένο κασσίτερο για να δημιουργήσουν μια επίπεδη επιφάνεια ενώ, τέλος, ορισμένες ενώσεις κασσίτερου χρησιμοποιούνται ως αντιρρυπαντικά χρώματα για πλοία και σκάφη, για την αποφυγή ακαθαρσιών. Ωστόσο, ακόμη και σε χαμηλά επίπεδα αυτές οι ενώσεις είναι θανατηφόρες για τη θαλάσσια ζωή, ιδιαίτερα τα στρείδια (3).

• **Ταντάλιο (Ta)** - Μία από τις κύριες χρήσεις του τανταλίου είναι στην παραγωγή ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Ένα στρώμα οξειδίου που σχηματίζεται στην επιφάνεια του μπορεί να λειτουργήσει ως μονωτικό (διηλεκτρικό) στρώμα. Επειδή το ταντάλιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επικάλυψη άλλων μετάλλων σαν ένα πολύ λεπτό στρώμα, μπορεί να επιτευχθεί υψηλή χωρητικότητα σε μικρό όγκο. Αυτό καθιστά τους πυκνωτές τανταλίου ελκυστικούς για φορητά ηλεκτρονικά είδη, όπως τα κινητά τηλέφωνα. Ακόμη εμφανίζει υψηλή αντοχή στη διάβρωση καθιστώντας το πολύτιμο υλικό σε μεγάλο αριθμό χημικών εφαρμογών. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή εναλλακτών θερμότητας, για την κατασκευή κλιβάνων, ιατρικών εμφυτευμάτων και πυκνωτών. Τα κράματα τανταλίου είναι εξαιρετικά ισχυρά και είναι ευρεία η χρήση τους για λεπίδες στροβίλων, ακροφύσια πυραύλων και καλύμματα υπερηχητικών αεροσκαφών. Εμφανίζεται κυρίως στο ορυκτό κολουμπίτης-τανταλίτης, το οποίο περιέχει κι άλλα μέταλλα, συμπεριλαμβανομένου του νιοβίου ενώ λαμβάνεται και ως υποπροϊόν του κασσίτερου. Εξορύσσεται σε πολλά μέρη, όπως Αυστραλία, Καναδάς και Βραζιλία (4).

• **Βολφράμιο (W)** — Το βολφράμιο χρησιμοποιήθηκε εκτενώς για τα νήματα των λαμπτήρων πυρακτώσεως παλαιού τύπου που καταργηθεί πλέον σε πολλές χώρες λόγω του ότι δεν είναι ενεργειακά αποδοτικές. Το στοιχείο αυτό έχει επίσης το υψηλότερο σημείο τήξης από όλα τα μέταλλα και όταν είναι κράμα με άλλα μέταλλα χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές, όπως ηλεκτρόδια συγκόλλησης τόξου, θερμαντικά στοιχεία σε φούρνους υψηλής θερμοκρασίας, στην αυτοκινητοβιομηχανία, την αεροδιαστημική και την ιατρική. Το καρβίδιο του βολφραμίου είναι εξαιρετικά σκληρό και είναι πολύ σημαντικό για τις βιομηχανίες μεταλλουργίας, εξόρυξης και πετρελαίου. Παρασκευάζεται με ανάμιξη σκόνης βολφραμίου και σκόνης άνθρακα και θέρμανσης στους 2200 ° C συμβάλλοντας στην κατασκευή εργαλείων κοπής και διάτρησης, (17)

• **Χρυσός (Au)** — χρησιμοποιείται εκτενώς σε κοσμήματα, είτε στην καθαρή του μορφή είτε ως κράμα. Ο όρος «καράτι» υποδηλώνει την ποσότητα χρυσού που υπάρχει σε ένα κράμα. 24 καράτια είναι καθαρός χρυσός, αλλά είναι πολύ μαλακός. Ευρεία είναι η

χρήση του και στην νομισματοκοπία αφού έχει χρησιμοποιηθεί ως πρότυπο για νομισματικά συστήματα σε ορισμένες χώρες αλλά και σε γρανάζια για ρολόγια, τεχνητές αρθρώσεις, και ηλεκτρικούς συνδέσμους. Θεωρείται ακόμα ιδανικό για την προστασία των ηλεκτρικών εξαρτημάτων χαλκού, επειδή μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια και δεν διαβρώνεται. Λεπτά χρυσά σύρματα χρησιμοποιούνται μέσα σε τσιπ υπολογιστών για την παραγωγή κυκλωμάτων. Τέλος, τα νανοσωματίδια χρυσού χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ως βιομηχανικοί καταλύτες. Το οξικό βινύλιο, το οποίο χρησιμοποιείται για την κατασκευή PVA (για κόλλα, χρώματα και ρητίνες), κατασκευάζεται με τη χρήση χρυσού καταλύτη (5).

2.3 Παλιές και νέες πολιτικές διακυβερνήσεων

Ο τομέας της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης είναι γεμάτος με παραδείγματα «νέων» διακυβερνήσεων. Η «νέα» διακυβέρνηση διαχωρίζεται από την «παλιά», (δηλαδή παραδοσιακοί μηχανισμοί λήψης κανόνων, συμπεριλαμβανομένων των καταστατικών, των λεπτομερών μηχανισμών θέσπισης κανόνων και της δικαστικής επιβολής) αφού η πρώτη αποσκοπεί στην κινητοποίηση των ιδιωτικών φορέων στο να αναλάβουν ρόλο και να λειτουργήσουν καταλυτικά, με την τάση αυτή να επεκτείνεται πέρα από το εθνικό και στο διεθνές δίκαιο.

Υποστηρίζεται ότι οι πρωτοβουλίες αρμόδιων μελών μπορούν να δράσουν αρκετά αποτελεσματικά για την αντιμετώπιση θεμάτων ανθρωπίνων δικαιωμάτων στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού, ιδίως όταν γίνονται σε συνεργασία με τις κυβερνήσεις.

Επιπλέον, τέτοιες πρωτοβουλίες μπορεί να αφορούν – άμεσα ή έμμεσα – παλαιές και νέες διακυβερνήσεις που αδιαμφισβήτητα συνεργάζονται, πράγμα που συνεπάγεται την αλληλεξάρτησή τους (10). Ο κυβερνητικός ρόλος κρίνεται αναγκαίος καθώς έχει τη δυνατότητα:

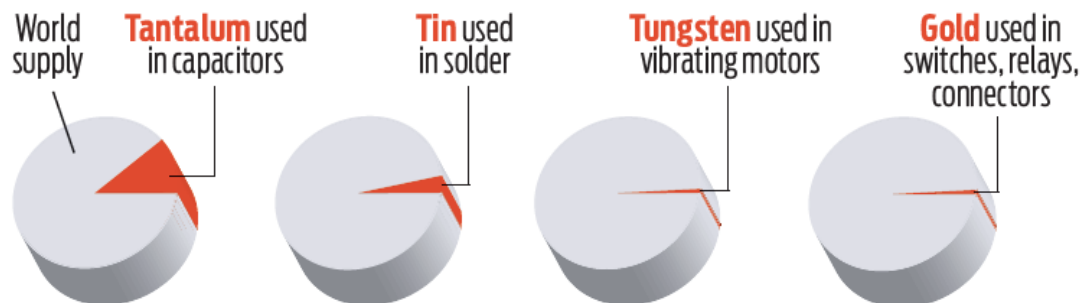
1. να ασκήσει πίεση για επίλυση πολιτικών αδιεξόδων
2. να παρέχει αναπτυξιακή βοήθεια
3. να περιορίσει το παράνομο εμπόριο
4. και να θεσπίσει νόμους που σχετίζονται με το εμπόριο

Συνοψίζοντας, καταστάσεις που σχετίζονται με μέταλλα σύγκρουσης εξαρτώνται όχι μόνο από την επέμβαση αρμόδιων μελών που χρησιμοποιούν παλιές και νέες μεθόδους διακυβερνήσεων αλλά και με την ταυτόχρονη συνεργασία των κυβερνήσεων που με την σειρά τους ελέγχουν και θεσπίζουν νόμους, παίζοντας καταλυτικό ρόλο. Ο συνδυασμός αυτός φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικός στο πρόβλημα διαχείρισης και εκμετάλλευσης των μετάλλων καθώς και στις διαφορές που συνεπάγονται.

Ένα παράδειγμα αποτελεί η Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (18), όπου υπάρχει αφθονία περιζήτητων μετάλλων (κασσίτερος, βολφράμιο, χρυσός κ.ά.) και η εκμετάλλευσή τους ελέγχεται από παραστρατιωτικές ομάδες (Εικ. 8).

THE CONGO CONNECTION

The Democratic Republic of the Congo supplies minerals used to produce industrially important elements. Metals derived from "conflict minerals" play critical roles in modern electronics. With the exception of tantalum, the amounts are small compared to the available world supply.



SOURCE: UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY

RANDY WIND AND MARTIN ROEL FS

SPECTRUM.IEEE.ORG

Εικόνα 6: Παραγωγή μετάλλων σύγκρουσης από τη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό συγκριτικά με την παγκόσμια προμήθεια.

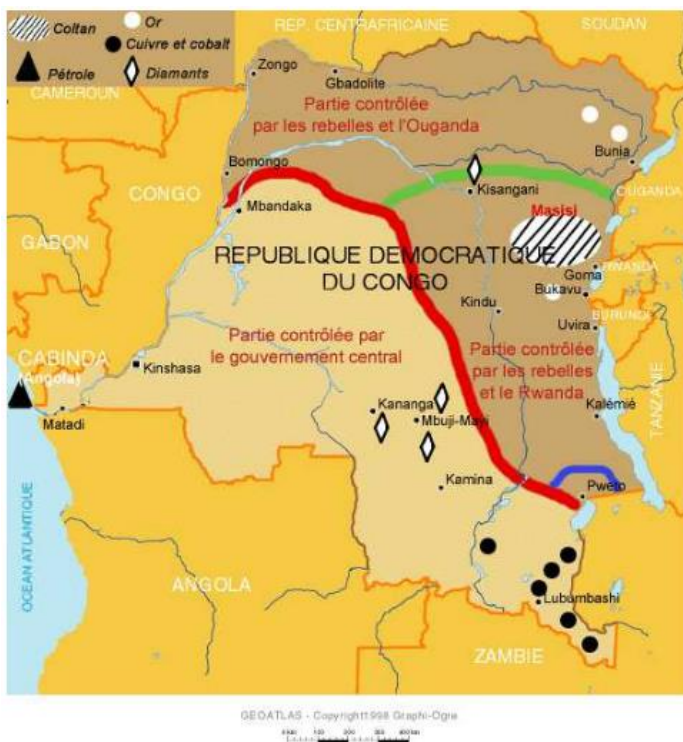
Με σκοπό την προμήθεια όπλων, οι ομάδες αυτές χρησιμοποιούν τα ορυχεία, έχοντας ως εργάτες σκλάβους και παιδιά, ώστε να αποκτούν χρήματα μέσω των προμηθευτών τους που είναι τεράστιες τεχνολογικές εταιρίες. Το 2010, ψηφίστηκε νόμος από το Κογκρέσο των ΗΠΑ, ύστερα από έντονες πιέσεις ανθρωπιστικών οργανώσεων, ο οποίος υποχρέωνε τις εταιρίες να δηλώνουν αναλυτικά από πού προμηθεύονται τις πρώτες ύλες τους. Έτσι για να μη χάσουν τα μέταλλα, οι εταιρίες αυτές σε συνεργασία με την κυβέρνηση κατάφεραν να απελευθερώσουν τα ορυχεία από τον έλεγχο των παραστρατιωτικών. Παρά τις κινήσεις αυτές, μέχρι και σήμερα το πρόβλημα δεν έχει λυθεί εντελώς καθώς η ζήτηση για προϊόντα τεχνολογίας είναι αυξημένη και πολλά ορυχεία δεν βρίσκονται υπό τον έλεγχο της κυβέρνησης. Κάτι τέτοιο συνεπάγεται εκτοπισμό κατοίκων, περιβαλλοντικά επιβαρυνμένες περιοχές και μολυσματικές ασθένειες (6).

2.4 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εξόρυξη ορυκτών πόρων περιλαμβάνουν βλαβερές καταστάσεις για τον άνθρωπο και το περιβάλλον και προκύπτουν από την ανεξέλεγκτη εκμετάλλευση των μεταλλικών στοιχείων, δίχως να τηρούνται οι περιβαλλοντικοί νόμοι και περιορισμοί. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το Κονγκό και η Κίνα.

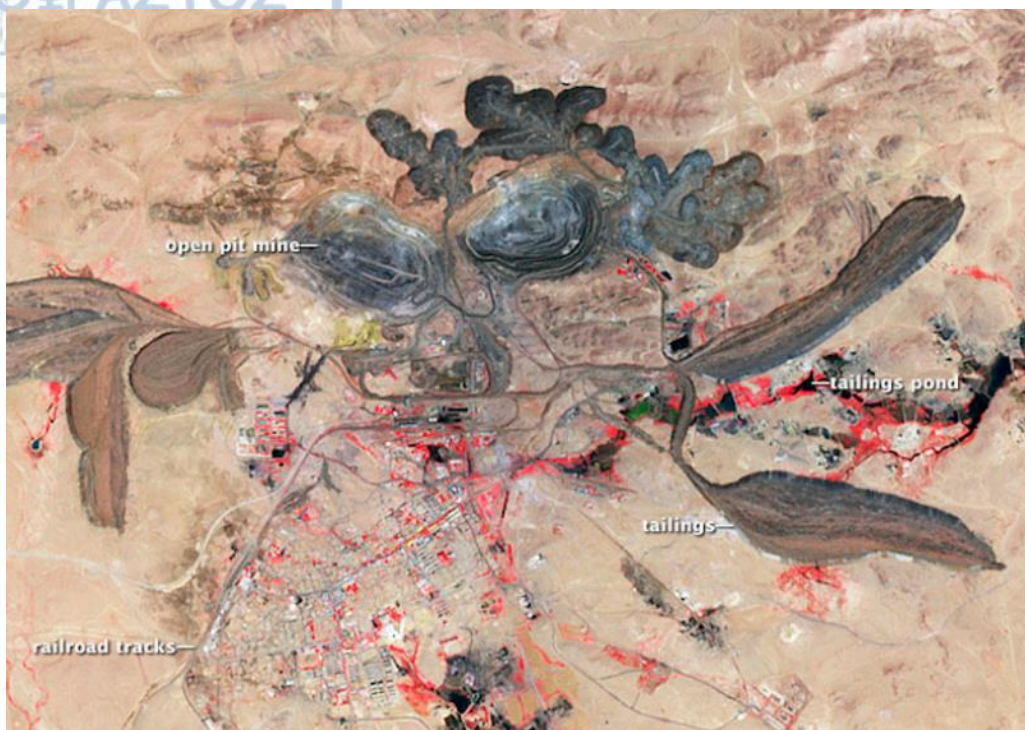
Στην περίπτωση του Κονγκό (Εικ. 7), η εκτεταμένη εκμετάλλευση μετάλλων έχει υποβιβάσει το περιβαλλοντικό καθεστώς αφού η χλωρίδα και πανίδα έχουν περιοριστεί. Η

εξόρυξη του Coltan (μέταλλο από το οποίο παράγεται το νιόβιο και το ταντάλιο) έχει καταστρέψει τεράστιες δασικές περιοχές καθώς αυτές έχουν καταλειφθεί από τους αντάρτες. Επιπροσθέτως, η πείνα που επικράτησε από τον πόλεμο που ξέσπασε και αφορούσε τον έλεγχο των κοιτασμάτων, συντέλεσε στην μείωση του πληθυσμού άγριων ζώων (13). Τέλος, δεν υπάρχει τήρηση των περιβαλλοντικών νόμων με αποτέλεσμα οι περιοχές εκμετάλλευσης να υπόκεινται σε οικολογική καταστροφή.



Εικόνα 7: Χάρτης του Κονγκό με την κατανομή των διάφορων μεταλλικών κοιτασμάτων.
<https://www.oryktosploutos.net/2016/02/congos-bloody-coltan>

Έντονα επιβαρυνμένη περιβαλλοντικά είναι και η περιοχή της βόρειας Κίνας Bayan Obo (Εικ. 8) όπου εξορύσσονται και επεξεργάζονται σπάνιες γαίες παράγοντας ραδιενεργά απόβλητα θορίου (Th) και ουρανίου (U). Τα στοιχεία αυτά προκαλούν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα στους εργάτες που ασχολούνται με τη θραύση αυτών, αφού εκτίθενται για αυξημένο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 8: Περιοχή Bayan Obo, Μογγολία, Κίνα με τα μεγαλύτερα κοιτάσματα σπάνιων γαιών στον κόσμο (https://de.wikipedia.org/wiki/Bayan-Obo-Mine#/media/Datei:Baiyunebo_ast_2006181.jpg).

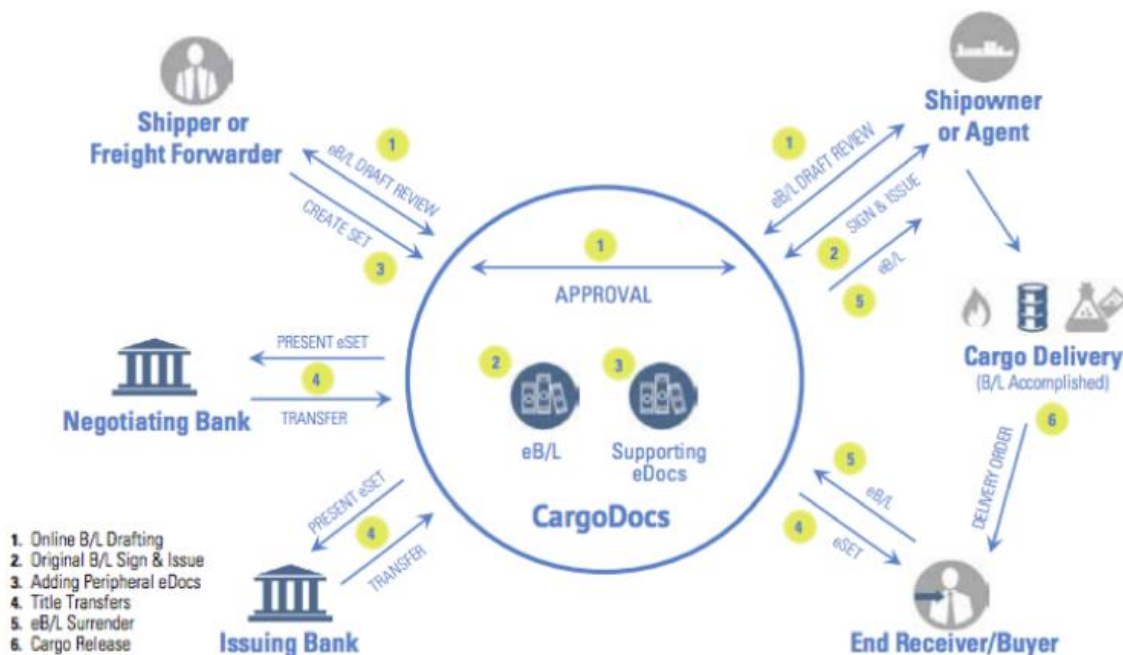
Ένα ακόμη ζήτημα που αντιμετωπίζει η περιοχή αυτή εξαιτίας της εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων είναι το φαινόμενο δημιουργίας όξινων λιμνών, δηλαδή απορροών που προκύπτουν από τη διαρροή τοξικών αποβλήτων σε επιφανειακούς και υπόγειους υδροφορείς. Το πρόβλημα αυτό προκύπτει λόγω της παράνομης εξόρυξης των κοιτασμάτων (1/3 της συνολικής εκμετάλλευσης διεξάγεται παράνομα) καθώς επίσης και της χαλαρής νομοθεσίας της Κίνας. Σήμερα, η Κίνα έχει λάβει ενεργό δράση στην αποκατάσταση της ρύπανσης του αέρα, του νερού και εδάφους καθώς και στον έλεγχο και κλείσιμο παράνομων επιχειρήσεων εξόρυξης. Ωστόσο η Κίνα θεωρεί πως η αποκατάσταση των περιοχών αυτών είναι και ευθύνη όχι μόνο της ίδιας της κυβέρνησης αλλά και των παγκόσμιων εταιριών και καταναλωτών που επωφελούνται από τις τεχνολογίες αυτές (13).

2.5 Λύσεις βασισμένες στην Τεχνολογία

Υπάρχουν αρκετές λύσεις βασισμένες στην τεχνολογία που μπορούν να εφαρμοστούν ώστε να συμβάλλουν στην επισταμένη έρευνα, με σκοπό την διακοπή της ανεξέλεγκτης και παράνομης εκμετάλλευσης. Οι ηλεκτρονικές φορτωτικές, η χημική επισήμανση και ο χημικός εντοπισμός φαίνεται να είναι οι πιο ελπιδοφόρες μέθοδοι (19). Η περίπτωση της Νιγηρίας παρέχει ένα παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο οι τεχνολογικές λύσεις επιβάλλουν τη δέουσα επιμέλεια.

1. Ηλεκτρονικά φορτωτικά

Ένα μάθημα που μπορεί να διδαχθεί από τη διαχείριση του πετρελαίου στη Νιγηρία είναι η χρήση ηλεκτρονικών φορτωτικών. Οι χάρτινες φορτωτικές δηλαδή τα χάρτινα έγγραφα που δηλώνουν αναλυτικά την προέλευση του μεταλλεύματος, είναι εύκολο να πλαστογραφηθούν, αλλάζοντας είτε το περιεχόμενο των εμπορευματοκιβωτίων φορτίου είτε την ποσότητα των υλικών στα εν λόγω δοχεία. Σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ακόμη και οι δυνάμεις εθνικής ασφάλειας του Κονγκό είναι σε ετοιμότητα, χωρίς κατάλληλα εγχειρίδια, η απάτη θα εξακολουθήσει να είναι ανεξέλεγκτη. Η ηλεκτρονική φορτωτική είναι ένα έγγραφο που εκδίδεται από τον αποστολέα φορτίου στον ιδιοκτήτη αυτού του φορτίου. Έχει δύο κύριες λειτουργίες: πιστοποιεί ότι τα εμπορεύματα έχουν παραληφθεί από τον μεταφορέα και χρησιμεύει ως μεταβιβάσιμο έγγραφο. Αυτό σημαίνει ότι οι φορτωτικές ανταλλάσσουν ισότιμα τα αγαθά πριν αυτά φτάσουν σε λιμένα.



Εικόνα 9: Σχηματική αναπαράσταση ηλεκτρονικών φορτωτικών (<https://combined-transport.eu/electronic-bill-of-lading>).

Ένας αξιόπιστος εκδοχέας που παίρνει το εμπόρευμα και αξιόπιστα αποκτά έναν καλό και πλήρη τίτλο, ακόμη και αν ο εκχωρητής είχε ελαττωματικό τίτλο. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για τα ορυκτά σύγκρουσης, τα οποία συχνά έχουν πολύ θολό ιστορικό συναλλαγών. Οι ηλεκτρονικές φορτωτικές δεν έχουν λάβει την πλήρη υποστήριξη και εμπιστοσύνη όλων των συμμετεχόντων στις διεθνείς επιχειρήσεις, κυρίως λόγω ανησυχιών για την ασφάλεια και την αυθεντικότητα τέτοιων εγγράφων. Νομικά, είναι δύσκολο να αναπτυχθεί ένα ηλεκτρονικό έγγραφο που να έχει τη δυνατότητα διαπραγμάτευσης και συνεπώς να επιτρέπει τη μεταβίβαση της κυριότητας από τον πωλητή στον αγοραστή. Εκτός από τα προβλήματα με την δημιουργία έγκυρου εγγράφου διαπραγμάτευσης στο ηλεκτρονικό περιβάλλον, το κύριο εμπόδιο που δυσκολεύει τη χρήση των ηλεκτρονικών φορτωτικών φαίνεται να είναι η έλλειψη σύγχρονων μητρώων όπου μπορούν να καταγραφούν συμφέροντα ασφαλείας που χορηγούνται σε σχέση με αυτά τα έγγραφα. Εάν είναι δυνατή η ηλεκτρονική διαπραγμάτευση, τότε οι άλλες λειτουργίες μιας διαπραγματεύσιμης φορτωτικής θα μπορούσαν να αναληφθούν με τα ίδια ηλεκτρονικά μέσα (19).

2. Χημική επισήμανση και ιχνηλάτηση

Η χημική επισήμανση και ο εντοπισμός είναι μια ενδιαφέρουσα λύση και ιδιαίτερα χρήσιμη στα ορυκτά σύγκρουσης αφού είναι ο μόνος τρόπος για να γνωρίζουμε πραγματικά την προέλευση τους. Είναι πιθανό επίσης τα ορυκτά να μπορούν να αναγνωρισθούν χημικά και να εντοπιστούν χαρακτηριστικά και συνθέσεις που πιστοποιούν όχι μόνο την περιοχή προέλευσης, αλλά και το ορυχείο εξόρυξης.

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα με τα ορυκτά σύγκρουσης είναι ότι δεν διαθέτουν μια ξεχωριστή, συσκευασμένη μονάδα. Δηλαδή, δεν βγαίνουν από το έδαφος σε διακριτές μονάδες αλλά αντιθέτως, το ακατέργαστο μέταλλευμα τοποθετείται σε σακούλες, οι οποίες στη συνέχεια μεταφέρονται στο μεταλλουργείο και στη συνέχεια συνδυάζεται με μεταλλεύματα από όλο τον κόσμο, καθιστώντας το δυσδιάκριτο από τα υπόλοιπα ορυκτά. Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για τη χημική επισήμανση. Η πρώτη είναι αυτή που χρησιμοποιεί μία πρόσθετη «ετικέτα» στο ορυκτό, έτσι ώστε να διατηρηθεί από τη διαδικασία της διύλισης. Η δεύτερη χρησιμοποιεί φυσικές και χημικές συνθέσεις ορυκτών για να συμπεράνει από πού προέρχονται οι πρώτες ύλες.

I. Πρόσθετη χημική σήμανση

Η πρόσθετη χημική επισήμανση δημιουργεί δύο μεγάλα τεχνικά προβλήματα εκ των προτέρων: Σε ποιο στάδιο να γίνεται η αρχική επισήμανση και με ποιο τρόπο; Τα «νόμιμα» ορυκτά στο Κονγκό θα μπορούσαν να επισημανθούν με μια μοναδική χημική ουσία, ενδεχομένως δεμένη στη σακούλα, η οποία χημικά θα κατοχυρώνει τα ορυκτά ως νόμιμα. Αυτό θα μπορούσε να είναι τόσο απλό όσο η ανάμιξη σε μια σκόνη που είναι φθηνή και μοναδική μέσα το μέταλλευμα χωρίς να χρειάζεται να είναι ραδιενεργά ισότοπα. Δεδομένου ότι το ορυκτό αποτελείται ουσιαστικά από μικροσκοπικούς κόκκους, η προσθήκη μιας λεπτής σκόνης θα ήταν εύκολο να γίνει αλλά ταυτόχρονα και πολύ δύσκολο να διαχωριστεί.

Τα φυσικά χημικά ιχνηλάτησης παρέχουν μια καλύτερα εδραιωμένη τεχνολογία, αν και υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί. Ο Steve Jobs ανέφερε ότι απαιτείται από όλους τους προμηθευτές να πιστοποιήσουν γραπτώς ότι χρησιμοποιούν νόμιμα μεταλλεύματα. Μέχρι να επινοηθεί ένας τρόπος χημικής ανίχνευσης ορυκτών από το ορυχείο προέλευσης, το πρόβλημα συνεχίζει να υπάρχει. Τα καλά νέα είναι ότι μια τέτοια τεχνολογία έχει αναπτυχθεί, όπου επιστήμονες μπόρεσαν να εντοπίσουν τη γεωγραφική προέλευση του κρασιού, κοκαΐνης, πατάτας, πετρελαίου, οφιδιανού, και χρυσού μέσω κατάλληλων δειγμάτων από τα αντίστοιχα ορυχεία (19).

3. Πρωτοβουλία Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους Ορυκτούς Πόρους

Εδώ και πολλά χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση δίνει έντονη έμφαση στη σημασία των πρώτων υλών αφού η ευρεία χρήση τους τον τελευταίο καιρό τα έχουν καταστήσει αναγκαία τόσο για την βιομηχανία όσο και για την ευρύτερη οικονομία. Συγκεκριμένα, η κατανάλωσή τους για την κατασκευή διαφόρων προϊόντων τεχνολογίας σε συνδυασμό με την αύξηση του πληθυσμού εκτιμάται να διπλασιαστεί έως τα τέλη του 2060 (Εικ. 10).



Εικόνα 10: Κατανάλωση των ορυκτών υλών το 2060 (OECD global material resources outlook to 2060).

Αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Ινδία και η Κίνα που χρησιμοποιούν ταχύτατα ορυκτές πρώτες ύλες δυσκολεύουν την προμήθεια αυτών σε ευρωπαϊκές χώρες λόγω έντονου ανταγωνισμού. Μιλώντας με αριθμούς, η Ευρώπη καταναλώνει το 30% των μετάλλων σε παγκόσμια κλίμακα και παράγει το 3% της παγκόσμιας παραγωγής. Η συνεχής ανάγκη αγαθών σε συνδυασμό με τον αυξανόμενο πληθυσμό καθιστά την αναζήτηση νέων κοιτασμάτων έγκαιρη.

Η έντονη εξάρτηση της ΕΕ για μέταλλα υψηλής τεχνολογίας που συνδέονται με υψηλό κίνδυνο εφοδιασμού, οδήγησαν την Ευρωπαϊκή Επιτροπή με τη σύμφωνη γνώμη του αντιπροέδρου της G. Veurheugen στην δημοσιοποίηση μιας νέας ευρωπαϊκής πολιτικής, το Νοέμβριο του 2008 (12), η οποία σκόπευε στη βελτίωση της διαθεσιμότητας των ορυκτών πρώτων υλών για μεγάλο χρονικό διάστημα, με θέμα: «Η Πρωτοβουλία για τις Πρώτες Ύλες με στόχο την κάλυψη των κρίσιμων αναγκών μας για ανάπτυξη και απασχόληση στην Ευρώπη». Η στρατηγική αυτή για τις πρώτες ύλες βασίζεται :

- ❖ Στην πρόσβαση της ΕΕ στην διεθνή αγορά με όρους που ισχύουν για κάθε ανταγωνιστή με καθεστώς διαφάνειας
- ❖ Στην θέσπιση κατάλληλων προϋποθέσεων για προώθηση βιώσιμου εφοδιασμού πρώτων υλών από ευρωπαϊκά κοιτάσματα και
- ❖ Στην ενίσχυση της ορθής και αποδοτικής χρήσης των ορυκτών υλών σε συνδυασμό με την προώθηση της ανακύκλωσης ώστε να μειώνεται η ανάγκη και η εξάρτηση της ΕΕ για εισαγωγές.

1^{ος} πυλώνας:

Η ΕΕ πρέπει να συνεχίσει ενεργά τη διπλωματία της με σκοπό την εξασφάλιση της πρόσβασης στις πρώτες ύλες. Αυτό περιλαμβάνει καλύτερο και αποτελεσματικότερο συντονισμό στις εξωτερικές πολιτικές της ΕΕ (εξωτερικές σχέσεις, εμπόριο και ανάπτυξη). Σημαίνει επίσης τον καλύτερο συντονισμό σε ευρωπαϊκό επίπεδο όσο αφορά τη διαχείριση στρατηγικών εταιρικών σχέσεων της ΕΕ με τρίτες χώρες και αναδυόμενες οικονομίες με κοινό ενδιαφέρον.

Συγκεκριμένα:

- με την Αφρική, ενισχύοντας τον διάλογο και τις δράσεις της στον τομέα της πρόσβασης σε πρώτες ύλες και για τη διαχείριση των φυσικών πόρων καθώς και τις υποδομές μεταφορών, εντός της εφαρμογής για κοινής στρατηγική και σχέδιο δράσης 2008-2010
- με αναδυόμενες οικονομίες πλούσιες σε πόρους, όπως η Κίνα και η Ρωσία, ενισχύοντας τον διάλογο με σκοπό την άρση στρεβλωτικών μέτρων.
- με χώρες που εξαρτώνται από πόρους, όπως οι ΗΠΑ και η Ιαπωνία, με τον εντοπισμό κοινών συμφερόντων και επινόηση κοινών δράσεων και κοινών θέσεων σε διεθνή φόρα, π.χ. από κοινού δράσεις με το Γεωλογικό Ινστιτούτο των ΗΠΑ σε τομείς ανοικτούς στη διεθνή συνεργασία.

Επιπλέον, η ΕΕ πρέπει να προωθήσει την ενισχυμένη διεθνή συνεργασία. Η Επιτροπή θα υποστηρίξει την ευαισθητοποίηση σε φόρουμ και τη διερεύνηση ευκαιριών συνεργασίας με διεθνείς οργανισμούς όπως η Παγκόσμια Τράπεζα. Λαμβάνοντας υπόψη τις σημαντικές στρατηγικές επιπτώσεις στην ασφάλεια, ο στόχος της ασφαλούς πρόσβασης σε μη ενεργειακές πρώτες ύλες θα πρέπει να λαμβάνεται πλήρως υπόψη στην Ευρωπαϊκή Στρατηγική Ασφάλειας που αναθεωρείται από το Συμβούλιο. Η πρόσβαση σε πρωτογενείς και δευτερογενείς πρώτες ύλες θα πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα στο εμπόριο της ΕΕ και στην κανονιστική πολιτική.

Πολλές σημαντικές πρώτες ύλες βρίσκονται στις χώρες της Αφρικής ή σε άλλες αναπτυσσόμενες χώρες. Υπάρχει μια ανάγκη συνοχής μεταξύ της αναπτυξιακής ευρωπαϊκής πολιτικής και την ανάγκη της ΕΕ για πρόσβαση στις πρώτες ύλες προκειμένου να δημιουργηθούν ισόπλευρες επικερδείς καταστάσεις: Καλή διακυβέρνηση, διαφάνεια στις συναλλαγές και τα έσοδα εξόρυξης, όροι ανταγωνισμού όλων των εταιρειών, ευκαιρίες χρηματοδότησης, υγιή φορολογικά καθεστώτα και υγιείς αναπτυξιακές πρακτικές είναι επωφελείς τόσο για τις αναπτυσσόμενες χώρες όσο και για την πρόσβαση της ΕΕ στην πρώτη ύλη. Οι αναπτυξιακές πολιτικές διαδραματίζουν σχετικό ρόλο από αυτή την άποψη σε τρία επίπεδα:

Α. Ενίσχυση των κρατών: η οικονομική, κοινωνική, περιβαλλοντική και πολιτική διακυβέρνηση είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη. Η σωστή διακυβέρνηση βοηθά επίσης τις αναπτυσσόμενες χώρες να μετατρέπουν τη διαθεσιμότητα των ορυκτών πόρων σε βιώσιμη ανάπτυξη.

Β. Προώθηση ενός υγιούς επενδυτικού κλίματος που συμβάλλει στην αύξηση της προσφοράς: Η αναπτυξιακή πολιτική θα πρέπει επίσης να προωθήσει ένα σαφές νομικό και διοικητικό πλαίσιο με:

- καθιέρωση ίσων όρων ανταγωνισμού μεταξύ εταιρειών και χωρών που επιθυμούν να έχουν άμεση πρόσβαση σε υλικά
- αύξηση της διαφάνειας των συναλλαγών εξόρυξης και των εσόδων
- προώθηση υγιών φορολογικών συστημάτων βάσει των οποίων όλες οι οικονομικές δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένης της δραστηριότητας εξόρυξης) συνεισφέρουν στο δίκαιο μερίδιο εσόδων των κρατών

Γ. Προώθηση της αειφόρου διαχείρισης των πρώτων υλών

Η αναπτυξιακή πολιτική επικεντρώνεται επίσης στο να βοηθήσει τις χώρες εταίρους να βελτιώσουν την κοινωνική τους κατάσταση, τα περιβαλλοντικά τους πρότυπα, τις συνθήκες των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και την καταπολέμηση της παιδικής εργασίας, ιδίως όσον αφορά τον αναπτυσσόμενο τομέα της βιοτεχνικής και μικρής κλίμακας εξόρυξης

2^{ος} πυλώνας

Προκειμένου να διευκολυνθεί ο βιώσιμος εφοδιασμός πρώτων υλών από ευρωπαϊκά κοιτάσματα, είναι σημαντικό να υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις. Η πρόσβαση στη γη είναι το κλειδί για την εξορυκτική βιομηχανία, αλλά η διαθέσιμη γη για εξόρυξη στην ΕΕ είναι περιορισμένη από άλλες χρήσεις γης. Επιπλέον, η Επιτροπή συνιστά οι εθνικές γεωλογικές έρευνες να συμμετέχουν πιο ενεργά στο σχεδιασμό χρήσης της γης μεταξύ των κρατών μελών. Τέλος, τα κράτη έχουν δεσμευτεί να αναπτύξουν κατευθυντήριες γραμμές για τη βιομηχανία προκειμένου να διευκρινιστεί πώς οι δραστηριότητες εξόρυξης εντός ή κοντά στις περιοχές Natura μπορούν να συμβιβαστούν με την προστασία του περιβάλλοντος. Για την αντιμετώπιση των τεχνολογικών προκλήσεων που σχετίζονται με τη βιώσιμη παραγωγή ορυκτών, η Επιτροπή δεσμεύτηκε να προωθήσει ερευνητικά προγράμματα που επικεντρώνονται στην εξαγωγή και επεξεργασία των πρώτων υλών και να εστιάζει σε καινοτόμες τεχνολογίες εξερεύνησης για αναγνώριση χερσαίων και υπεράκτιων πόρων με νέες τεχνολογίες εξόρυξης για μεγιστοποίηση των οικονομικών και περιβαλλοντικών οφελών.

Η χρηματοδότηση από το ταμείο Ανάπτυξης είναι διαθέσιμη για την υποστήριξη μιας σειράς ερευνών, καινοτομιών και επιχειρήσεων μέσω επιβολής μέτρων στήριξης για εξερεύνηση και εκμετάλλευση πρώτων υλών διότι όπως συμβαίνει σε άλλους κλάδους, η έλλειψη δεξιοτήτων θα έχει αντίκτυπο για το μέλλον της ευρωπαϊκής μεταλλευτικής βιομηχανίας. Επιπλέον ένα ακόμη ζήτημα αποτελεί η άγνοια του κόσμου για την σημασία των εγχώριων πρώτων υλών για την ευρωπαϊκή οικονομία γι αυτό και θα πρέπει να υπάρχουν αποτελεσματικές συνεργασίες μεταξύ πανεπιστημίων, γεωλογικών ερευνών και βιομηχανίας που να αντιμετωπίζουν αυτές τις προκλήσεις.

3^{ος} πυλώνας:

Η μείωση της κατανάλωσης πρωτογενών πρώτων υλών από την ΕΕ προϋποθέτει την:

1. Απόδοση πόρων
2. Ανακύκλωση
3. Υποκατάσταση και αυξημένη χρήση ανανεώσιμων πρώτων υλών

ενώ θα πρέπει να περιοριστεί η κρίσιμη εξάρτηση της ΕΕ από τις πρωτογενείς πρώτες ύλες, μειώνοντας την εξάρτηση από τις εισαγωγές και βελτιώνοντας την περιβαλλοντική ισορροπία όσον αφορά τη κάλυψη των βιομηχανικών αναγκών σε πρώτες ύλες. Στόχος είναι να δοθεί μία περαιτέρω ώθηση στην αποδοτικότητα των πόρων και στην οικολογική καινοτομία των παραγωγικών διαδικασιών, με σκοπό να μειωθεί η εξάρτηση από τις πρώτες ύλες και να ενθαρρυνθεί η βέλτιστη χρήση πόρων και η ανακύκλωση.

Γενικότερα, η αυξημένη χρήση δευτερογενών πρώτων υλών συμβάλλει στην ασφάλεια του εφοδιασμού και την ενεργειακή απόδοση. Ωστόσο, σήμερα, πολλά προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους δεν ανακυκλώνονται, με αποτέλεσμα την ανεπανόρθωτη απώλεια πολύτιμων δευτερογενών υλικών. Υπάρχουν ενδείξεις ότι ένα σημαντικό ποσοστό όλων των μεταφερόμενων αποβλήτων της ΕΕ δεν υπακούουν στους κανόνες. Επιπλέον, η ταξινόμηση των αποβλήτων για αποστολή ερμηνεύονται διαφορετικά από τα κράτη μέλη, δημιουργώντας εμπόδια στην εσωτερική αγορά απορριμμάτων και επομένως στρεβλώσεις του εμπορίου. Στις σχέσεις τους με τρίτες χώρες, η Επιτροπή και τα κράτη μέλη πρέπει να διασφαλίσουν ότι η επεξεργασία των αποβλήτων πραγματοποιείται υπό δίκαιες και βιώσιμες συνθήκες. Επιπροσθέτως, απαιτείται η συνεργασία της Επιτροπής με τα κράτη μέλη για την ευαισθητοποίηση και την εξασφάλιση της υγιούς και εναρμονισμένης επιβολής του κανονισμού για τη μεταφορά αποβλήτων (εφαρμογή της σύμβασης της Βασιλείας), προσδιορίζοντας καλύτερα τα κριτήρια για την άδεια εξαγωγής των οχημάτων

στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Σε συνεργασία με τα κράτη μέλη, προτάθηκε ο αποτελεσματικότερος έλεγχος και οι μηχανισμοί για τις μεταφορές αποβλήτων και τη δημοσίευση πληροφοριών σχετικά με τις παράνομες ροές αποστολών. Η οδηγία θα απαιτούσε επίσης από τα κράτη μέλη να επιτύχουν τη συλλογή για την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση μετάλλων, χαρτιού, γυαλιού και μη επικίνδυνων απόβλητων κατασκευών και κατεδαφίσεων.

Η ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης ή της ανακύκλωσης προϊόντων και υλικών σε σημαντική οικονομική κλίμακα εντός της ΕΕ, για μια δίκαιη και διαφανής αγορά είναι απαραίτητη. Το σχέδιο δράσης (2008-2011) για την πρωτοβουλία πρωτοπόρων αγορών για την ανακύκλωση είχε σκοπό να ενθαρρύνει την ανακύκλωση αγορών μέσω των ακόλουθων μέτρων: σωστή νομοθεσία, πρότυπα και επισήμανση, δημόσιες προμήθειες, χρηματοδότηση, ανταλλαγή γνώσεων και διεθνής δράση.

Οι ανανεώσιμες πρώτες ύλες είναι ένας σπάνιος πόρος για την ευρωπαϊκή βιομηχανία, όπως οι χημικές βιομηχανίες και οι βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου, λόγω περιορισμένων εκτάσεων καλλιέργειας και των ανταγωνιστικών χρήσεων της γης. Οι εθνικές και κοινοτικές πολιτικές για τις ανανεώσιμες πρώτες ύλες έχουν πιθανές επιπτώσεις στους βιομηχανικούς χρήστες. Ως εκ τούτου, η Επιτροπή θα παρακολουθεί και θα υποβάλλει έκθεση σχετικά με τις επιπτώσεις της αυξημένης ζήτησης για βιομάζα στους τομείς που τη χρησιμοποιούν.

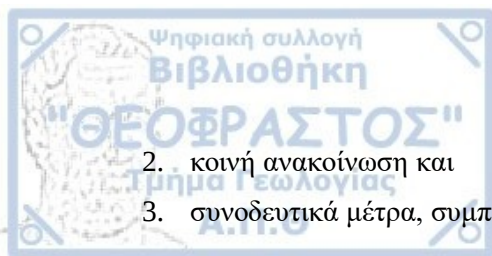
3.1 Πρωτοβουλίες ΕΕ μέσα στα χρόνια

MΑΡΤΙΟΣ 2014

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και ο Ύπατος Εκπρόσωπος της ΕΕ για Εξωτερικές Υποθέσεις πρότειναν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της ΕΕ για την αντιμετώπιση του εμπορίου ορυκτών που χρησιμοποιούνται για τη χρηματοδότηση ένοπλων ομάδων σε περιοχές που πλήττονται από συγκρούσεις ή που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο να επηρεαστούν (8).

Η προσέγγιση αποτελείται από:

1. σχέδιο κανονισμού



2. κοινή ανακοίνωση και
3. συνοδευτικά μέτρα, συμπεριλαμβανομένων:

- πακέτων αναπτυξιακής βοήθειας
- προσέγγιση και διάλογος με όλους τους εμπορικούς εταίρους: προμηθευτές και αγοραστές
- υποστήριξη για τις μικρές επιχειρήσεις στην ΕΕ.

ΜΑΪΟΣ 2015

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε τροπολογίες στην πρόταση της Επιτροπής και αποφάσισε να ξεκινήσει άτυπες τριμερείς διαπραγματεύσεις με το Συμβούλιο της ΕΕ (που περιλαμβάνει εθνικές κυβερνήσεις) και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Στις 18 Δεκεμβρίου του ίδιου έτους το Συμβούλιο ενέκρινε την εντολή.

ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

Επιτεύχθηκε συμφωνία για τα κύρια μέρη της απόφασης ορυκτών σύγκρουσης μεταξύ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της ΕΕ, ενώ στις 22 Νοεμβρίου τα τρία θεσμικά όργανα της ΕΕ συμφώνησαν για την τελική λύση που περιλαμβάνει το κείμενο του κανονισμού και δηλώσεις από το Συμβούλιο της ΕΕ και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2017

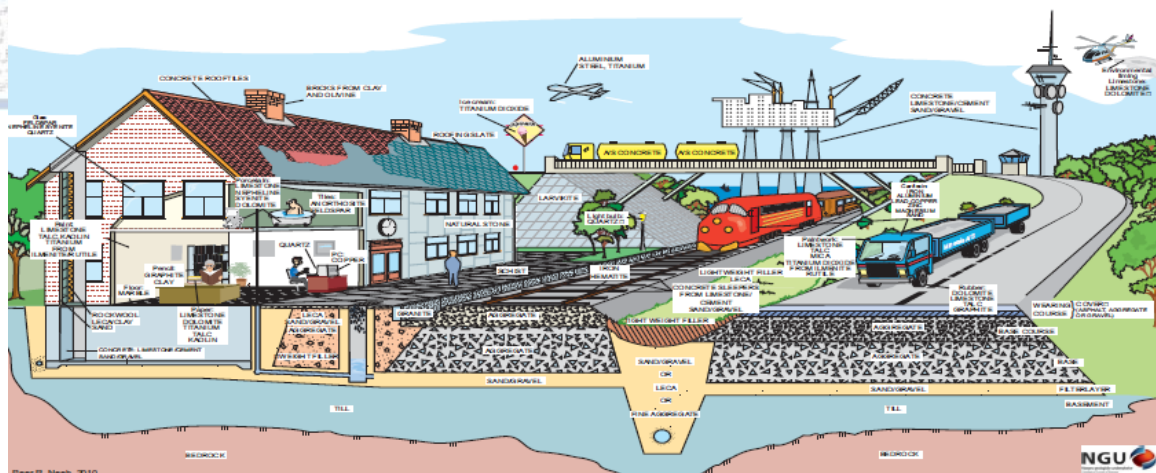
Το Απρίλιο του 2017, το Συμβούλιο της ΕΕ (που περιλαμβάνει κυβερνήσεις της ΕΕ) ενέκρινε το νομικό κείμενο. Στη συνέχεια η Προεδρία του Συμβουλίου της ΕΕ και ο Πρόεδρος του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου υπέγραψαν το νομικό κείμενο στο Στρασβούργο και στα τέλη Μαΐου το κείμενο δημοσιεύτηκε στην Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ και τέθηκε σε ισχύ 20 ημέρες μετά τη δημοσίευση.



Οι εισαγωγείς της ΕΕ θα έπρεπε να προβαίνουν σε δέουσα επιμέλεια από την ημερομηνία αυτή από το νόμο. Η Επιτροπή ενθάρρυνε όλες τις εταιρείες που καλύπτονται από τον κανονισμό να ξεκινήσουν τη δέουσα επιμέλεια στις αλυσίδες εφοδιασμού τους για κασσίτερο, ταντάλιο, βολφράμιο και χρυσό.

4. Δυνητικά εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις εισαγωγές των ορυκτών πρώτων υλών που είναι ζωτικής σημασίας για μια ισχυρή ευρωπαϊκή βιομηχανική βάση, βιώσιμη και ανταγωνιστική ανάπτυξη και ακμάζουσα κοινωνία (Εικ. 11). Μια συγκεκριμένη ομάδα ορυκτών και μετάλλων χαρακτηρίζονται ως κρίσιμα υλικά, επειδή θεωρείται ότι έχουν σημαντική οικονομική σημασία για την ΕΕ αλλά έχουν σαφείς κινδύνους για την προσφορά τους. Όλα τα στοιχεία της σπάνιων γαιών (REE) ανήκουν σε αυτά τα υλικά λόγω της σημασίας τους στα ηλεκτρονικά και τις πράσινες τεχνολογίες και την κυριαρχία της Κίνας στην παραγωγή τους. Για πολλά μέταλλα που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική και την πράσινη τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων της ομάδας REE και της πλατίνας, η ΕΕ βασίζεται πλήρως στις εισαγωγές. Το ετήσιο έλλειμμα που προκύπτει είναι περίπου 11 δισεκατομμύρια ευρώ, εκ των οποίων το 90% αντιστοιχεί σε μεταλλικά ορυκτά, ιδιαίτερα εκείνα των μεγάλων εφαρμογών υψηλής τεχνολογίας. Η ανακύκλωση των μεταλλικών υπολειμμάτων αντιπροσωπεύει περίπου το 40% έως 60% της εισροής στην παραγωγή μετάλλων της ΕΕ, σύμφωνα με εκτιμήσεις των βιομηχανιών (11).



Εικόνα 11: Χρήσεις των μετάλλων στην καθημερινή ζωή (Peer R. Neeb, 2006).

Ταυτόχρονα, κοιτάσματα μετάλλων στην Ευρώπη είναι υπό εξερεύνηση, τόσο σε οικονομικές ζώνες βάθους πάνω από 150 μέτρα, όσο και στον βυθό της θάλασσας στα κράτη μέλη της ΕΕ. Σημαντικές ευκαιρίες για πρόσβαση σε πρώτες ύλες υπάρχουν εντός της ΕΕ σήμερα, ειδικά για εξόρυξη σε μεγαλύτερα βάθη ή σε μικρές αποθέσεις. Ο θαλάσσιος βυθός θα μπορούσε επίσης να περιέχει πολύτιμες πρώτες ύλες, συμπεριλαμβανομένων των αποθεμάτων REE, οδηγώντας σε ανάπτυξη παγκόσμιου ανταγωνισμού για θαλάσσια κοιτάσματα ορυκτών. Συνεπώς, απαιτείται πιο έντονη και προηγμένη εξερεύνηση για κοιτάσματα ορυκτών REE στη στεριά και στο θαλάσσιο περιβάλλον κάτι που αποτελεί αντικείμενο αυξανόμενου ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος.

4.1 Γεωλογία

Η γεωλογική εξέλιξη της Ευρώπης εκτείνεται σε περίπου 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια γεωλογικής ιστορίας. Τα παλαιότερα πετρώματα στην Ευρώπη βρίσκονται στους αρχαιοκράτονες της Γροιλανδίας, στο Ηνωμένο Βασίλειο και Σκανδιναβικές χώρες, ενώ οι νεότεροι καινοζωικοί σχηματισμοί εντοπίζονται κατά μήκος των Μεσογειακών και Ατλαντικών παρυφών. Τα πετρώματα της Ευρώπης έχουν πληγεί από ένα μεγάλο πλήθος ορογενετικών γεγονότων, όπως οι οργανογενέσεις της Καληδονίας στο βορρά, η Ερκύνια και Αλπική στην κεντρική και νότια Ευρώπη. Αυτές δημιούργησαν διαφορετικούς τύπους και βαθμούς παραμόρφωσης και μεταμόρφωσης, που σχετίζονται με μια σειρά από γεωλογικές συνθέσεις και μαγματικές λιθολογίες που ενσωματώθηκαν σε ποικίλα τεκτονομαγματικά καθεστώτα. Η μεταλλογενετική εξέλιξη σε όλη αυτή την περίοδο είχε ως αποτέλεσμα την τοποθέτηση αρκετών σημαντικών ορυκτών ζωνών, όπως η ιβηρική πυριτική ζώνη, η πορφυρική Cu και επιθερμική Au στην Καρπάθια- Βαλκανική ζώνη (11).

Πολύχρονες έρευνες έχουν οδηγήσει σε μια καλή κατανόηση της εμφάνισης μετάλλων, χαλκού, νικελίου και σιδήρου, αλλά οι γενετικές διεργασίες που σχετίζονται με τις REE δεν είναι τόσο καλά κατανοητές.

4.2 Πρωτογενή κοιτάσματα: προτεινόμενη ταξινόμηση γενετικού τύπου

Η πλειοψηφία των σημαντικών πρωτογενών πόρων REE στην Ευρώπη βρίσκονται σε αλκαλικά πυριγενή πετρώματα και καρμπονατίτες, και οι σημαντικότερες αποθέσεις εμφανίζονται σε εκτεταμένες ζώνες διάρρηξης που σχετίζονται με πυριγενή πετρώματα. Στη Βόρεια Ευρώπη, αυτές οι ζώνες έχουν διαβρωθεί και οι κύριες αποθέσεις βρίσκονται εντός των πλουτωνικών πυριτικών και πυριγενών ανθρακικών πετρωμάτων, όπως στη νοτιοδυτική Γροιλανδία και στη Σουηδία. Είναι επίσης σημαντικό σε όλη την Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Σουηδία η ύπαρξη υδροθερμικών και πηγματιτικών ζωνών. Στη Νότια Ευρώπη, οι ρηξιγενείς ζώνες έχουν διαβρωθεί σε μικρότερο βαθμό και η επιφανειακή αποκάλυψη του αλκαλικού μαγματισμού σε ηφαιστειακά πετρώματα δεν περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις REE. Σε αυτές τις περιοχές, οι δευτερογενείς αποθέσεις που σχηματίζονται από τις καιρικές συνθήκες (βωξίτες και λατερίτες) και οι διάφορες άλλες ιζηματογενείς διεργασίες είναι πιο σημαντικές.

Λαμβάνοντας υπόψη τη λίστα κωδικών INSPIRE Mineral Deposit Group και Mineral Deposit Type, απλοποιημένη γενετική προσέγγιση ταξινόμησης εφαρμόζεται, διαιρώντας τις αποθέσεις σπάνιων γαιών REE (ελαφριών LREE ή βαριών HREE) σε δύο βασικές κατηγορίες:

- 1) Πρωτεύοντα κοιτάσματα που συνδέονται με τη δημιουργία και τις διεργασίες μαγνητικού και υδροθερμικού REE-ορυκτού
 - Καρμπονατίτες (αποθέματα εμπλουτισμένα με LREE με αλλανίτη, απατίτη και μοναζίτη ως κυρίαρχα ορυκτά π.χ. Fen στη Νορβηγία, Sφkli στη Φινλανδία, Sarfartoq και Qaqarsuk στη δυτική Γροιλανδία)
 - Αλκαλικά-υπεραλκαλικά πυριγενή πετρώματα (αποθέματα εμπλουτισμένα με LREE ή HREE με απατίτη, ευδαλύτη, γαδολινίτη και λοπαρίτη μεταξύ των κυριότερων ορυκτών π.χ. Norra Kδrr in Σουηδία, Katajakangas στη Φινλανδία, Kvanefjeld και Kringlerne στη Νότιο Γροιλανδία). Αυτές οι αποθέσεις θεωρούνται τα μεγαλύτερα κοιτάσματα που είναι γνωστά στην Ευρώπη.
 - Αποθέσεις Απατίτη - οξειδίου του σιδήρου (IOA) και Χρυσού Χαλκού Οξειδίου Σιδήρου (IOCG) (συνήθως LREE εμπλουτισμένος με απατίτη και / ή αλλανίτη π.χ. Κιρούνα κοιτάσματα μαγνητίτη-απατίτη στη Σουηδία)
 - Γρανιτικοί πηγματίτες (που κυμαίνονται από εμπλουτισμένους σε LREE, που περιέχουν αλλανίτη και μοναζίτη, προς HREE-εμπλουτισμένο με γαδολινίτη ως κύριο ορυκτό π.χ. περιοχή Enje-Iveland στη Νορβηγία)
 - Υδροθερμική εξαλλοίωση (κυρίως εμπλουτισμένη με LREE και ποικίλες ποιότητες, με μπαστναζίτη, αλλανίτη, μοναζίτη, γαδολινίτη και παρασίτης σαν βασικά ορυκτά π.χ. Bastnδs-Norberg-Nora ζώνη skarn στη Σουηδία)
 - Ιζηματογενείς συγκεντρώσεις στην ξηρά και στο θαλάσσιο περιβάλλον (π.χ. αποθέσεις ουρανίου U εμπλουτισμένες με LREE, αποθέσεις φθορίτη-βαρύτη, φωσφορικών αλάτων στην ξηρά της ΒΔ Ελλάδας και REE αποθέσεις που συνδέονται με βαθειά θάλασσα και φλοιό πλούσιο σε κοβάλτιο)
- 2) Δευτερεύοντα κοιτάσματα που σχετίζονται κυρίως με την ιζηματογενή κινητοποίηση και τις καιρικές διεργασίες σε πυριγενή πετρώματα που φέρουν REE:

- Προσχωματικά κοιτάσματα, παλαιού, θαλάσσιου αλλουβιακού τύπου (συνήθως LREE και ουράνιου – θόριου (U-Th) εμπλουτισμένα με μοναζίτη, αλλανίτη ως βασικά ορυκτά, π.χ. Νέα Πέραμος στη βόρεια Ελλάδα, Klocktorpet και Tesjöf στη Σουηδία)
- Υπολειμματικά-λατεριτικά / βωξίτικα κοιτάσματα (συνήθως εμπλουτισμένα με LREE π.χ. στην κεντρική Ελλάδα)
- Άργιλοι (εμπλουτισμένοι με HREE που σχετίζονται με γρανίτες που φέρουν REE, με το REE να είναι ενσωματωμένο στα ορυκτά της αργίλου όπως τον καολίνη και αλοϋσίτη).

4.3 Δευτερεύοντα Κοιτάσματα

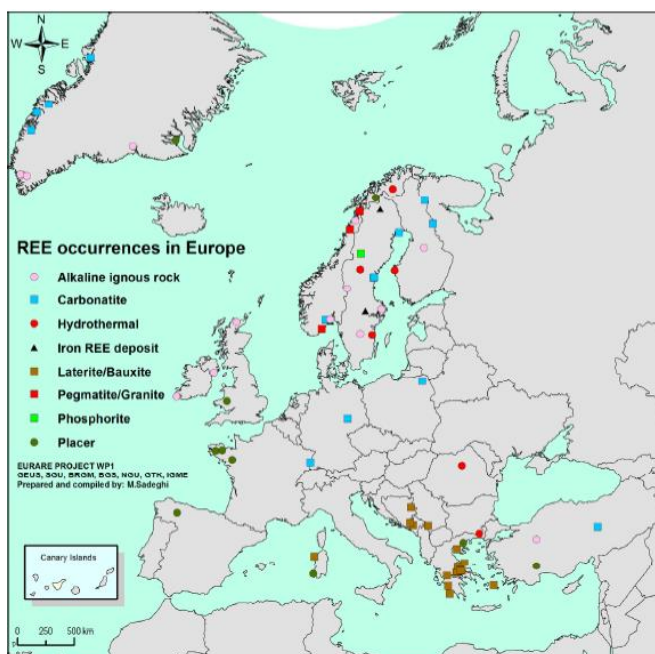
Οι δευτερεύοντες πόροι είναι αυτοί που δεν προέρχονται άμεσα από φυσικές αποθέσεις REE, αλλά από υλικό που έχει ήδη χρησιμοποιηθεί από ανθρώπους. Απόβλητα εξόρυξης, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων ρευμάτων αποβλήτων όπως απόβλητα πετρωμάτων, χώροι απόθεσης απορριμμάτων και μεταλλουργικά υπολείμματα, θα μπορούσαν να αποδειχθούν δυνητικοί πόροι για την ανάκτηση εκμεταλλεύσιμων REE σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι εγκαταλελειμμένοι χώροι ορυχείων στην περιοχή Bastnas και τα υπολείμματα αποτιθέμενου απατίτη στην Κιρουνά, τόσο στη Σουηδία, όσο και τα υπολείμματα κόκκινης λάσπης της τήξης του αργιλίου στην Ελλάδα, είναι εξέχοντα παραδείγματα πρώτων υλών απ' όπου μπορούν να προκύψουν δευτερεύοντες πόροι REE (11). Η ανακύκλωση υλικών από βιομηχανίες ηλεκτρονικών ειδών αντιπροσωπεύουν μία άλλη πηγή REE. Παρά το γεγονός ότι η ανακύκλωση αποτελεί ζωτικό συστατικό μιας οικονομίας με αποδοτικούς πόρους και μακροπρόθεσμο στόχο, η ΕΕ θα εξακολουθήσει να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εκμετάλλευση των πρωτογενών ορυκτών πόρων στο άμεσο μέλλον.

4.4 Διαθεσιμότητα δεδομένων εξερεύνησης

Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές γεωχημικές έρευνες σε τοπικό επίπεδο όπου έχουν συλλεχθεί δείγματα εδάφους, ιζημάτων και πετρωμάτων σε όλη την Ευρώπη. Πολλά κράτη μέλη της ΕΕ έχουν δημιουργήσει γεωχημικούς χάρτες κοιτασμάτων REE σε εθνική και τοπική κλίμακα. Αυτές οι πληροφορίες, αν και είναι πολύτιμες σε εκστρατείες τοπικού

χαρακτήρα, ωστόσο είναι μεταβλητές και απαιτούν εναρμόνιση πριν αναγνωριστούν Πανευρωπαϊκά (Εικ. 12).

Γεωφυσικές μετρήσεις με τη χρήση αερομαγνητικών, μαγνητικών, ηλεκτρομαγνητικών και βαρυμετρικών μεθόδων σε όλη την Ευρώπη σε εθνικές και τοπικές κλίμακες μπορούν να παρέχουν πολύτιμα δεδομένα και να προσφέρουν αποτελεσματικά εργαλεία εξερεύνησης REE (11). Το πρόβλημα είναι πως τα στοιχεία αυτά βασίζονται περισσότερο σε ερμηνείες σχετικές με την ανταπόκριση των πετρωμάτων που περιβάλλουν τις σπάνιες γαίες και όχι τόσο από τα ίδια τα κοιτάσματα REE. Μέχρι τώρα, η πληροφορία είναι περιορισμένη ώστε να αποδείξουν ότι η γεωφυσική ερμηνεία είναι έγκαιρη για τον εντοπισμό των REE κοιτασμάτων.



Εικόνα 12: Προεπισκόπηση των κύριων κοιτασμάτων REE στην Ευρώπη και τη Γροιλανδία, βασισμένα από τα δεδομένα του προγράμματος EURARE.

(<http://www.indmin.com/events/download.ashx/document/speaker/8915/a0ID000000Zwn1AMAR/Presentation>).

4.5 Δυνατότητα εκμετάλλευσης

Βάσει των γεωλογικών και συνθετικών χαρακτηριστικών των κύριων πηγών REE στην Ευρώπη και τη Γροιλανδία, είναι προφανές ότι το ισχυρότερο δυναμικό εξερεύνησης και το υψηλότερο μελλοντικό ενδιαφέρον αφορά τις πρωτογενείς καταθέσεις στη Γροιλανδία και



τις σκανδιναβικές χώρες, και τις δευτερογενείς καταθέσεις στη ΒΔ Γαλλία, την Ελλάδα και τα δυτικά Βαλκάνια. Μια σειρά παραγόντων μπορεί επηρεάζουν το δυναμικό εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων REE: αυτά περιλαμβάνουν την αναλογία των πιο πολύτιμων HREE προς LREE, τη συνολική ποιότητα και χωρητικότητα, το περιεχόμενο των ραδιενεργών στοιχείων, την περιβαλλοντική μελέτη, τις μεταφορές και τις υποδομές καθώς και τη διαθεσιμότητα μονάδων επεξεργασίας για τον κάθε τύπο κοιτάσματος. Επί του παρόντος, οι μεγαλύτεροι, καρμωνατίτες και τα αλκαλικά πετρώματα έχουν το υψηλότερο δυναμικό εξερεύνησης, αλλά η επεξεργασία αυτών των πετρωμάτων είναι ενεργειακά υψηλή και κοστοβόρα(11) . Για το λόγο αυτό, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών εκμετάλλευσης θα μπορούσαν να ενισχύσουν την σημαντικότητα των δευτερευόντων κοιτασμάτων λόγω της χαμηλής ενέργειας επεξεργασία τους.

4.6 Αποτελεσματικότερη εξερεύνηση

Η εξερεύνηση των ορυκτών πρώτων υλών είναι ο μόνος τρόπος για να εξασφαλιστεί η ασφαλής και βιώσιμη προμήθεια τους. Ακόμη και αν επιτευχθεί 100% αποτελεσματικότητα στην ανακύκλωση, αυτό δεν θα μπορέσει ποτέ να αντιμετωπίσει την αυξανόμενη ζήτηση για REE(11). Η εξερεύνηση επικεντρώνεται εδώ και πολλά χρόνια σε θειούχα μέταλλα και περιβάλλοντα με οξείδιο του σιδήρου. Τώρα υπάρχει ανάγκη για καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών σχηματισμού μεταλλεύματος REE όλων των τύπων πρωτογενούς και δευτερογενούς αποθέματος, προκειμένου να αναπτυχθούν οι σωστοί οδηγοί εξερεύνησης ώστε να γίνει ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων εκμετάλλευσης.

5. Συμπεράσματα



Συνεπώς, εφόσον η ζωή του κάθε ανθρώπου εξαρτάται άμεσα αλλά και έμμεσα από τις ορυκτές πρώτες ύλες και ιδιαίτερα των μετάλλων, είναι απαραίτητη η δράση τόσο του πολίτη όσο και των κυβερνήσεων να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της μείωσης των αποθεμάτων και της ανθρώπινης εκμετάλλευσης ώστε να προστατευτεί το περιβάλλον, η οικονομία και τα ανθρώπινα δικαιώματα.

Ακόμη, σημαντική είναι η ανάπτυξη νέων πηγών, μεθόδων εξόρυξης και ανακύκλωσης με σκοπό την εξασφάλιση ενός καλύτερου μέλλοντος. Η δράση της Ευρωπαϊκής Ένωσης κρίνεται αναγκαία αφού αυτή θα ενισχύσει την έρευνα, θα επιβάλλει νόμους και θα ενημερώσει τους πολίτες για την αναγκαιότητα της σωστής διαχείρισης των αποθεμάτων για την παραγωγή των προϊόντων τεχνολογίας και ενέργειας.

1. <https://www.ga.gov.au/about/projects/resources/critical-minerals>
2. https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en
3. <https://www.rsc.org/periodic-table/element/50/tin>
4. <https://www.rsc.org/periodic-table/element/73/tantalum>
5. <https://www.rsc.org/periodic-table/element/79/Gold>
6. <https://www.fortunegreece.com/photo-gallery/ta-matomena-gadgets/#1>
7. <https://www.oryktosploutos.net/2016/02/congos-bloody-coltan/>
8. <https://ec.europa.eu/trade/policy/in-focus/conflict-minerals-regulation/regulation-explained/>
9. Watari, T.; McLellan, B.C.; Ogata, S.; Tezuka, T. Analysis of Potential for Critical Metal Resource Constraints in the International Energy Agency's Long-Term Low-Carbon Energy Scenarios. *Minerals* **2018**, *8*, 156.
10. Old and New Governance Approaches to Conflict Minerals: All are Better than One, Amy Lehr, Harvard international law journal - online volume 52, Article series, November 2010
11. Arvaniditis, Nikolaos; Goodenough, Kathryn. 2014 Unlocking the potential of Rare Earth Resources in Europe. [Invited Paper] In: *1st European Rare Earth Resources Conference, Milos, Greece, 4-7 Sept 2014*.
12. Commission of the European Communities. The Raw Materials Initiative - meeting our critical needs for growth and jobs in Europe. In 2008 [cited 2020 May 2]. Available from: http://ec.europa.eu/enterprise/non_energy_extractive_industries/raw_materials.htm
13. «Η ευρωπαϊκή πολιτική στις ορυκτές πρώτες ύλες και τα «κρίσιμα» μέταλλα ή μέταλλα υψηλής τεχνολογίας», Δαρδρας Ν.Παντελεήμων, Διπλωματική εργασία, 2019-2020, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
14. «Κρίσιμα –Στρατηγικά Μέταλλα, ζήτηση-χρήσεις.Κυριότεροι τύποι κοιτασμάτων και εμφανίσεων στην Ελλάδα και τον κόσμο», Κώστας Παναγιώτης, Διπλωματική εργασία, 2020, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
15. European-Commission (2017). «Ανακοίνωση Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τον κατάλογο πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας για την ΕΕ. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0490&from=EN>
16. Critical Materials Strategy, U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, December 2010
17. Tungsten: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/74/tungsten>
18. Strickland, Eliza. (2011). Cracking Down on Conflict Minerals. *IEEE Spectrum*. 48. 11-12. 10.1109/MSPEC.2011.6085766.
19. Technically correct: using technology to supplement due diligence standards in eastern D.R. Congo conflict minerals mining, Harry D. Gobrecht, *JOURNAL OF LAW, TECHNOLOGY & POLICY* [Vol. 2011]
- 20.