



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΘΕΣΕΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ
ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΙΣΚΟΣ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Μενεγάκη Μαρία, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2024



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΘΕΣΕΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ
ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΙΣΚΟΣ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Μενεγάκη Μαρία, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις

Μενεγάκη Μαρία, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Τσαγγαράτος Παρασκευάς, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Μαρίνου Αγγελική, Ερευνητικό Διδακτικό Προσωπικό Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2024

Copyright © Κωνσταντίνος Ίσκος, Μάρτιος 2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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 τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρείται η αποτύπωση των θέσεων εκμετάλλευσης των κρίσιμων Ορυκτών Πρώτων Υλών (Ο.Π.Υ.) στην Ευρώπη με απώτερο στόχο την ανάδειξη της σημασίας τους για την εξέλιξη καινοτόμων τεχνολογιών στην Ευρώπη αλλά και την αποτελεσματική λειτουργία της ευρωπαϊκής οικονομίας. Από την προϊστορία ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε ορυκτές πρώτες ύλες (Ο.Π.Υ.) για οτιδήποτε κατασκεύαζε και αποτελούσε ακρογονιαίο λίθο για την ανάπτυξη της εκάστοτε τεχνολογίας. Η εκμετάλλευση και η χρήση των Ο.Π.Υ. συνοδεύει τον άνθρωπο από τη δημιουργία του, με σκοπό να διευκολύνεται η ζωή του καθημερινά και έτσι να εξελίσσονται διαρκώς μαζί με αυτόν διάφορες τεχνολογίες που αποτέλεσμά είχαν την διαρκή αύξηση της ζήτησης όλο και περισσότερων Ο.Π.Υ. Οι Ο.Π.Υ. είναι απαραίτητες για την παραγωγή ενός ευρέος φάσματος αγαθών και εφαρμογών που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα και συνδέονται εγγενώς με όλους τους κλάδους σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ταυτόχρονα όμως, η εξέλιξη του ανθρώπου συνάδει με την εξέλιξη της τεχνολογίας κάτι το οποίο έφερε στο προσκήνιο τις κρίσιμες Ο.Π.Υ. Η επιτάχυνση των κύκλων τεχνολογικής καινοτομίας και η ταχεία ανάπτυξη των αναδυόμενων οικονομιών έχουν οδηγήσει σε σταθερά αυξανόμενη ζήτηση για αυτά τα ιδιαίτερα περιζήτητα μέταλλα και ορυκτά. Αποτέλεσμα αυτού είναι να θεωρούνται κρίσιμα λόγω της επιτακτικής ανάγκης που υπάρχει για τη συνεχή ανάπτυξη των σύγχρονων τεχνολογιών, αλλά και λόγω της περιορισμένης διάθεσής τους στον πλανήτη μας. Στην κατεύθυνση αυτή, πραγματοποιήθηκε μία προσπάθεια να οριστεί η κρισιμότητα αυτών των Ο.Π.Υ. για την Ευρώπη, συλλέγοντας και αναλύοντας δεδομένα από έγκυρες πηγές. Σε αυτό τον άξονα με τη βοήθεια του χαρτογραφικού προγράμματος GIS, έγινε η αποτύπωση σε χάρτη των θέσεων παραγωγής κρίσιμων Ο.Π.Υ. στην Ευρώπη και αναλύθηκαν τα διαθέσιμα δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, αναλύονται οι Ο.Π.Υ. που χαρακτηρίζονται ως κρίσιμες και πώς αυτές διαφοροποιούνται με την εξέλιξη της τεχνολογίας, και εξετάζεται ποιες από αυτές υπάρχουν στην Ευρώπη και είναι εκμεταλλεύσιμες. Επιπλέον, παρουσιάζεται όλη η εφοδιαστική αλυσίδα της Ευρώπης από την οποία προκύπτουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Το βασικό συμπέρασμα που εξάγεται από αυτή τη Διπλωματική Εργασία είναι το πως τελικά οι Ο.Π.Υ. είναι νευραλγικής σημασίας για την Ευρώπη για τα επόμενα χρόνια, καθώς αποτελούν βασικό δομικό στοιχείο της ανάπτυξης και της ανταγωνιστικότητάς της.

ABSTRACT

In this thesis, an attempt is made to map the exploitation of critical Mineral Raw Materials (RM) in Europe with the aim of highlighting their importance for the development of innovative technologies in Europe and the efficient operation of the European economy. Since prehistoric times, man has used mineral raw materials (R.M.) for everything he manufactured and was a cornerstone for the development of each technology. The exploitation and use of R.M. has accompanied man since his creation, with the aim of making his life easier every day and thus constantly evolving with him various technologies that resulted in the continuous increase in the demand for more and more R.M. The R.M. are essential to the production of a wide range of goods and applications used in everyday life and are intrinsically linked to all industries at all stages of the supply chain. At the same time, however, the evolution of man coincides with the evolution of technology, something that brought to the fore the critical R.M. Accelerating technological innovation cycles and the rapid growth of emerging economies have led to steadily increasing demand for these highly sought-after metals and minerals. As a result, they are considered critical not only due to the imperative need for the continuous development of modern technologies, but also due to their limited availability on our planet. In this direction, an attempt was made to define the criticality of these R.M. for Europe, collecting, and analyzing data from authoritative sources. On this basis, with the help of the GIS mapping program, the production sites of critical R.M. in Europe were mapped, and the available data were analyzed. More specifically, the R.M. characterized as critical are analyzed and how these are changing with the evolution of technology, it is examined which of them exist in Europe and they are exploitable. In addition, the whole supply chain of Europe is presented, from which interesting conclusions can be drawn. The main conclusion drawn from this thesis is that ultimately, critical R.M. are of key importance for Europe's development in the years to come, as they are a key building block of Europe's growth and competitiveness.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στη συγκεκριμένη σελίδα, θα ήθελα να αφιερώσω μερικά λόγια, με τα οποία ευχαριστώ τους ανθρώπους που με στήριξαν με οποιονδήποτε τρόπο κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αλλά και όσους με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια μέχρι να φτάσω στη συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κυρία Μενεγάκη, η οποία με βοήθησε πολύ με τις συμβουλές της και τα σχόλιά της κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της Διπλωματικής μου Εργασίας και με εμπιστεύτηκε και μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, αλλά και για όσα μου έμαθε στα μαθήματα τηςσχόλης. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Μαρίνου, με την οποία είχαμε μία άψογη συνεργασία και με βοήθησε πάρα πολύ στο κομμάτι του GIS, το οποίο ανακάλυψα με τη βοήθειά της που μου την προσέφερε όποτε τη χρειάστηκα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τους ανθρώπους που με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια με οποιονδήποτε τρόπο και με βοήθησαν να φτάσω μέχρι αυτό το σημείο. Ξεχωριστά θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου, που με στήριξαν και με στηρίζουν, καθώς είναι δίπλα μου και στις εύκολες και στις δύσκολες στιγμές και με έχουν βοηθήσει με οποιονδήποτε τρόπο να είμαι ο άνθρωπος που είμαι σήμερα και να έχω τη δυνατότητα να φτάσω σε αυτό το σημείο και ευελπιστώ ότι θα συνεχίσουν να είναι στη ζωή μου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 1 -
1.1. Ιστορική σχέση ανθρωπότητας – ορυκτών πρώτων υλών	- 1 -
1.2. Οι κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες	- 2 -
2. Η ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ	- 3 -
2.1. Η δράση της Ευρωπαϊκής Ένωσης	- 3 -
2.2. Ορίζοντας την κρισιμότητα	- 4 -
2.3. Λίστα 2011	- 6 -
2.4. Λίστα 2014	- 7 -
2.5. Λίστα 2017	- 8 -
2.6. Λίστα 2020	- 9 -
2.7. Λίστα 2023	- 10 -
2.8. Σύγκριση της Λίστας του 2023 με προηγούμενες	- 12 -
3. ΟΙ ΣΠΑΝΙΕΣ ΓΑΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ	- 17 -
3.1. Οι Σπάνιες Γαίες	- 17 -
3.2. Παραγωγή Σπάνιων Γαιών	- 18 -
3.3. Οι Σπάνιες Γαίες στην Ευρώπη	- 21 -
3.4. Εισαγωγή και Εξαγωγή Σπάνιων Γαιών στην Ευρώπη	- 23 -
4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΟ ΚΡΙΣΙΜΩΝ Ο.Π.Υ.	- 34 -
4.1. Παγκόσμια παραγωγή κρίσιμων Ο.Π.Υ.	- 34 -
4.2. Οι εισαγωγές κρίσιμων Ο.Π.Υ. από την Ευρωπαϊκή Ένωση	- 36 -
5. ΟΙ ΚΡΙΣΙΜΕΣ Ο.Π.Υ. ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ	- 39 -
5.1. Χρήση του GIS για αποτύπωση θέσεων εκμετάλλευσης κρίσιμων Ο.Π.Υ.	- 39 -
5.2. Αντιμόνιο	- 43 -
5.2.1. Παραγωγή αντιμονίου	- 44 -
5.2.2. Εισαγωγές αντιμονίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση	- 46 -
5.3. Βαρυτίνη	- 49 -
5.3.1. Παραγωγή βαρυτίνης	- 50 -
5.3.2. Εισαγωγές βαρυτίνης	- 52 -
5.4. Βηρύλλιο	- 54 -
5.4.1. Παραγωγή βηρυλλίου	- 55 -
5.4.2. Εισαγωγές βηρυλλίου	- 56 -
5.5. Κοβάλτιο	- 58 -

5.5.1. Παραγωγή κοβαλτίου	- 59 -
5.5.2. Εισαγωγές κοβαλτίου	- 61 -
5.6. Φθορίτης.....	- 64 -
5.6.1. Παραγωγή φθορίτη	- 65 -
5.6.2. Εισαγωγές φθορίτη.....	- 67 -
5.7. Γάλλιο.....	- 71 -
5.7.1. Παραγωγή γαλλίου	- 72 -
5.7.2. Εισαγωγές γαλλίου	- 74 -
5.8. Γραφίτης.....	- 76 -
5.8.1. Παραγωγή γραφίτη.....	- 77 -
5.8.2. Εισαγωγές γραφίτη	- 79 -
5.9. Λίθιο.....	- 81 -
5.9.1. Παραγωγή λιθίου.....	- 82 -
5.9.2. Εισαγωγές λιθίου	- 83 -
5.10. Μαγγάνιο	- 85 -
5.10.1. Παραγωγή μαγγανίου.....	- 86 -
5.10.2. Εισαγωγές μαγγανίου	- 87 -
5.11. Βανάδιο.....	- 90 -
5.11.1. Παραγωγή βαναδίου	- 91 -
5.11.2. Εισαγωγές βαναδίου	- 92 -
5.12. Τιτάνιο.....	- 94 -
5.12.1. Παραγωγή τιτανίου	- 95 -
5.12.2. Εισαγωγές τιτανίου.....	- 96 -
5.13. Μέταλλα ομάδας λευκοχρύσου (PGM).....	- 101 -
5.13.1. Παραγωγή μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου (PGM)	- 102 -
5.13.2. Εισαγωγές μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου (PGM).....	- 105 -
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	- 110 -

Εικόνα 1: Διαχρονική χρήση Ο.Π.Υ. στις τεχνολογίες από τον 18ο αιώνα μέχρι σήμερα.....	- 1 -
Εικόνα 2: Σύγκριση της αξιολόγησης κρισιμότητας του 2023 με του 2020	- 14 -
Εικόνα 3: Περιοδικός Πίνακας και απεικόνιση του διαχωρισμού των σπάνιων γαιών	- 17 -
Εικόνα 4: Πρωτογενής παραγωγή σπάνιων γαιών από το 1984.....	- 19 -
Εικόνα 5: Πρωτογενής παραγωγή σπάνιων γαιών από το 2000.....	- 20 -
Εικόνα 6: Τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	- 21 -
Εικόνα 7: Περιοχές εμφάνισης σπάνιων γαιών στην Ευρώπη	- 22 -
Εικόνα 8: Εισαγωγή δημητρίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση	- 24 -
Εικόνα 9: Εισαγωγή νεοδυμίου, λανθανίου, πρασεοδυμίου και σαμαρίου.....	- 24 -
Εικόνα 10: Εισαγωγή ευρωπίου, τερβίου, γαδολινίου, ερβίου, υτρίου, ολμίου, λουτετίου, θουλίου και υτερβίου	- 25 -
Εικόνα 11: Εισαγωγή δυσπροσίου.....	- 25 -
Εικόνα 12: Εισαγωγή δυσπροσίου.....	- 26 -
Εικόνα 13: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής ενώσεων δημητρίου σε τόνους	- 27 -
Εικόνα 14: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής ενώσεων δημητρίου σε τόνους	- 28 -
Εικόνα 15: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής ενώσεων «ελαφριών» σπάνιων γαιών σε τόνους	- 29 -
Εικόνα 16: Εισαγωγή και εξαγωγή ενώσεων «βαριών» σπάνιων γαιών σε τόνους	- 29 -
Εικόνα 17: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής ενώσεων «βαριών» σπάνιων γαιών σε τόνους	- 30 -
Εικόνα 18: Εισαγωγή και εξαγωγή μετάλλων «ελαφριών» σπάνιων γαιών σε τόνους.....	- 31 -
Εικόνα 19: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής μετάλλων «ελαφριών» σπάνιων γαιών σε τόνους	- 32 -
Εικόνα 20: Εισαγωγή και εξαγωγή μετάλλων «βαριών» σπάνιων γαιών σε τόνους	- 32 -
Εικόνα 21: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής μετάλλων «βαριών» σπάνιων γαιών σε τόνους	- 33 -
Εικόνα 22: Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή κρίσιμων Ο.Π.Υ.	- 35 -
Εικόνα 23: Βασικοί προμηθευτές κρίσιμων Ο.Π.Υ. της Ε.Ε.	- 37 -
Εικόνα 24: Παραγωγή κρίσιμων Ο.Π.Υ. εντός της Ε.Ε.	- 38 -
Εικόνα 25: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης νιοβίου στην Ευρώπη.....	- 40 -
Εικόνα 26: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης ζirkονίου και αφνίου.....	- 40 -
Εικόνα 27: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης κρίσιμων Ο.Π.Υ. στην Ευρώπη	- 41 -
Εικόνα 28: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης κρίσιμων Ο.Π.Υ. στον κόσμο	- 42 -
Εικόνα 29: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης αντιμονίου	- 43 -
Εικόνα 30: Παγκόσμια παραγωγή αντιμονίου	- 44 -
Εικόνα 31: Ποσοστό παραγωγής από εξόρυξη αντιμονίου.....	- 45 -
Εικόνα 32: Εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων αντιμονίου.....	- 46 -
Εικόνα 33: Εισαγωγές οξειδίων αντιμονίου	- 47 -
Εικόνα 34: Εισαγωγές ακατέργαστου αντιμονίου, σκόνης ή σκραπ.....	- 48 -
Εικόνα 35: Προμήθεια επεξεργασμένου αντιμονίου από την Ε.Ε.	- 48 -
Εικόνα 36: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης βαρυτίνης	- 49 -
Εικόνα 37: Παγκόσμια παραγωγή βαρυτίνης.....	- 50 -
Εικόνα 38: Εισαγωγές βαρυτίνης.....	- 52 -
Εικόνα 39: Προμήθεια βαρυτίνης από την Ε.Ε.	- 53 -
Εικόνα 40: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης βηρυλλίου.....	- 54 -
Εικόνα 41: Παγκόσμια παραγωγή βηρυλλίου	- 55 -

Εικόνα 42: Εισαγωγές βηρυλλίου	- 56 -
Εικόνα 43: Προμήθεια βηρυλλίου από την Ε.Ε.	- 57 -
Εικόνα 44: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης κοβαλτίου	- 58 -
Εικόνα 45: Παγκόσμια παραγωγή κοβαλτίου	- 59 -
Εικόνα 46: Προμήθεια κοβαλτίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση	- 60 -
Εικόνα 47: Εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπτυκνωμάτων κοβαλτίου	- 61 -
Εικόνα 48: Εισαγωγές οξειδίων και υδροξειδίων κοβαλτίου	- 62 -
Εικόνα 49: Εισαγωγές ακατέργαστου κοβαλτίου, σκόνης ή σκραπ	- 63 -
Εικόνα 50: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης φθορίτη	- 64 -
Εικόνα 51: Παγκόσμια παραγωγή φθορίτη	- 65 -
Εικόνα 52: Παγκόσμια αποθέματα φθορίτη	- 66 -
Εικόνα 53: Εισαγωγές μεταλλεύματος φθορίτη με περιεκτικότητα >97%	- 67 -
Εικόνα 54: Εισαγωγές μεταλλεύματος φθορίτη με περιεκτικότητα ≤97%	- 68 -
Εικόνα 55: Εισαγωγές υδροφθορίου	- 69 -
Εικόνα 56: Εισαγωγές εξαφθοραργιλικού νατρίου	- 69 -
Εικόνα 57: Εισαγωγές αργιλιούχου φθορίου	- 70 -
Εικόνα 58: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης γαλλίου	- 71 -
Εικόνα 59: Παγκόσμια παραγωγή γαλλίου	- 72 -
Εικόνα 60: Ποσοστά παγκόσμιας παραγωγής γαλλίου	- 73 -
Εικόνα 61: Εισαγωγές γαλλίου	- 74 -
Εικόνα 62: Ποσοστά εισαγωγών γαλλίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση	- 75 -
Εικόνα 63: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης γραφίτη	- 76 -
Εικόνα 64: Παγκόσμια παραγωγή γραφίτη	- 77 -
Εικόνα 65: Ποσοστά παγκόσμιας παραγωγής γραφίτη	- 78 -
Εικόνα 66: Εισαγωγές γραφίτη σε μορφή σκόνης	- 79 -
Εικόνα 67: Εισαγωγές γραφίτη σε οποιαδήποτε μορφή εκτός από σκόνη	- 80 -
Εικόνα 68: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης λιθίου	- 81 -
Εικόνα 69: Παγκόσμια παραγωγή λιθίου	- 82 -
Εικόνα 70: Εισαγωγές ανθρακικού λιθίου	- 83 -
Εικόνα 71: Εισαγωγές οξειδίων και υδροξειδίων λιθίου	- 84 -
Εικόνα 72: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης μαγγανίου	- 85 -
Εικόνα 73: Παγκόσμια παραγωγή μαγγανίου	- 86 -
Εικόνα 74: Εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπτυκνωμάτων μαγγανίου	- 87 -
Εικόνα 75: Εισαγωγές οξειδίων μαγγανίου	- 88 -
Εικόνα 76: Εισαγωγές σιδηρομαγγανίου	- 89 -
Εικόνα 77: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης βαναδίου	- 90 -
Εικόνα 78: Παγκόσμια παραγωγή βαναδίου	- 91 -
Εικόνα 79: Εισαγωγές οξειδίου και υδροξειδίου του βαναδίου	- 92 -
Εικόνα 80: Εισαγωγές σιδηρομαγγανίου	- 93 -
Εικόνα 81: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης τιτανίου	- 94 -
Εικόνα 82: Παγκόσμια παραγωγή τιτανίου	- 95 -
Εικόνα 83: Εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπτυκνωμάτων τιτανίου	- 96 -

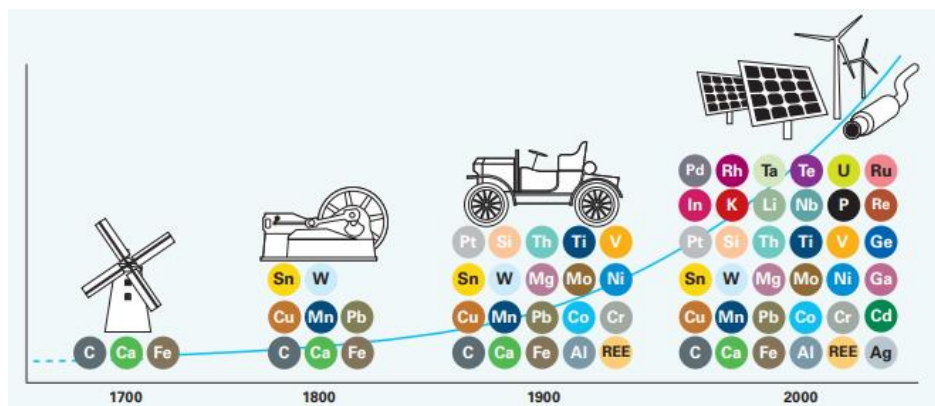
Εικόνα 84: Εισαγωγές οξειδίων τιτανίου	- 97 -
Εικόνα 85: Εισαγωγές σκωρίας, τέφρας και υπολειμμάτων τιτανίου	- 97 -
Εικόνα 86: Εισαγωγές ακατέργαστου τιτανίου και σκόνης τιτανίου	- 98 -
Εικόνα 87: Εισαγωγές αποβλήτων και σκραπ τιτανίου	- 99 -
Εικόνα 88: Εισαγωγές σιδηροτιτανίου και σιδηροπυριτιτανίου	- 99 -
Εικόνα 89: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου	- 101 -
Εικόνα 90: Παγκόσμια παραγωγή παλλαδίου	- 102 -
Εικόνα 91: Παγκόσμια παραγωγή λευκοχρύσου	- 103 -
Εικόνα 92: Παγκόσμια παραγωγή ροδίου	- 104 -
Εικόνα 93: Εισαγωγές σκόνης και ακατέργαστου ιριδίου και ρουθηνίου	- 105 -
Εικόνα 94: Εισαγωγές σκόνης και ακατέργαστου παλλαδίου	- 106 -
Εικόνα 95: Εισαγωγές σκόνης και ακατέργαστου λευκοχρύσου	- 107 -
Εικόνα 96: Εισαγωγές σκόνης και ακατέργαστου ροδίου	- 108 -

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ιστορική σχέση ανθρωπότητας – ορυκτών πρώτων υλών

Οι Ορυκτές Πρώτες Ύλες (Ο.Π.Υ.) από την προϊστορία χρησιμοποιούνταν από τον άνθρωπο με αποτέλεσμα την εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού. Οι άνθρωποι άρχισαν να τις χρησιμοποιούν για την κατασκευή εργαλείων τα οποία συνέβαλλαν στη διευκόλυνση καθημερινών εργασιών. Ξεκινώντας από απλές κατασκευές με μη επεξεργασμένες πρώτες ύλες ο άνθρωπος έφτιαχνε όπλα και εργαλεία και με την εξέλιξη του πολιτισμού χρησιμοποιούσε όλο και περισσότερες Ο.Π.Υ. για τη δημιουργία νέων τεχνολογιών. Η εκμετάλλευση των Ο.Π.Υ. από τον άνθρωπο συνέβαλε σημαντικά στην εξέλιξη του με συνεισφορά τόσο σημαντική που χρονικοί περίοδοι της ανθρωπότητας πήραν το όνομά τους ανάλογα με τη χρήση των Ο.Π.Υ. που γινόταν. Για παράδειγμα η «Εποχή του Λίθου», η «Εποχή του Χαλκού και του Ορείχαλκου» και η «Εποχή του Σιδήρου». Οι περίοδοι αυτοί διήρκεσαν για πολλούς αιώνες και μέσα σε αυτές ο άνθρωπος έμαθε να εξορύσσει, να επεξεργάζεται και να χρησιμοποιεί τις εκάστοτε Ο.Π.Υ.

Η εξέλιξη των πολιτισμών με την πάροδο των αιώνων έφερνε στο προσκήνιο όλο και περισσότερες τεχνολογίες που βασίζονταν στη χρήση των Ο.Π.Υ. Ως αποτέλεσμα, αναπτύχθηκαν πιο σύνθετες κοινωνίες που είχαν όλο και μεγαλύτερη ανάγκη από διαφορετικές Ο.Π.Υ. Οι νέες μέθοδοι επεξεργασίας αυτών οδήγησε στη δημιουργία ενός φάσματος προϊόντων με ολοένα και περισσότερες εφαρμογές. Σημείο αναφοράς για όλα αυτά αποτελεί η Βιομηχανική Επανάσταση που έκτοτε η τεχνολογία εξελίχθηκε ραγδαία και έκανε τον άνθρωπο να έχει άμεση εξάρτηση από τις Ο.Π.Υ. Σήμερα, ο άνθρωπος χρησιμοποιεί περισσότερες Ο.Π.Υ. από κάθε άλλη χρονική περίοδο, καθώς οι κοινωνίες είναι δομημένες πάνω σε τεχνολογίες που χρησιμοποιούν πολλές διαφορετικές πρώτες ύλες σε μεγάλες ποσότητες. Παρακάτω γίνεται μία απεικόνιση της ραγδαίας αύξησης της χρήσης των Ο.Π.Υ. στις τεχνολογίες που υπήρχαν σε κάθε αιώνα από το 18^ο αιώνα μέχρι σήμερα.



Εικόνα 1: Διαχρονική χρήση Ο.Π.Υ. στις τεχνολογίες από τον 18^ο αιώνα μέχρι σήμερα [Πηγή: (Zepf, Reller, Rennie, Ashfield, & Simmons, 2014)

1.2. Οι κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες

Η διαρκής εξέλιξη της ανθρωπότητας δημιουργεί επιτακτική ανάγκη για όλο και περισσότερες Ο.Π.Υ., η οποία αναμένεται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο στο μέλλον. Οι άνθρωποι μέσω της εκμετάλλευσης και της επεξεργασίας των Ο.Π.Υ. έχουν καταφέρει να αναπτύξουν τεχνολογίες που για την κατασκευή των εξαρτημάτων και των συστημάτων τους απαιτούνται διάφορες κρίσιμες Ο.Π.Υ. Χρήση αυτών γίνεται καθημερινά σε τελευταίες τεχνολογίες όπως στα κινητά τηλέφωνα, στις τηλεοράσεις και στα αυτοκίνητα που ο άνθρωπος χρησιμοποιεί άμεσα, αλλά και σε φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες και πολλά άλλα συστήματα ενέργειας που έμμεσα επωφελούν τον άνθρωπο. Για να χαρακτηριστεί ως κρίσιμη μια πρώτη ύλη πρέπει να αντιμετωπίζει υψηλό κίνδυνο όσον αφορά την πρόσβαση σε αυτήν, δηλαδή υψηλό κίνδυνο προσφοράς ή υψηλό περιβαλλοντικό κίνδυνο και να είναι υψηλής οικονομικής σημασίας. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η διάκριση μεταξύ κρίσιμων Ο.Π.Υ. και άλλων πρώτων υλών είναι το αποτέλεσμα μιας σχετικής, παρά μιας απόλυτης αξιολόγησης και ότι η ποσοτική μεθοδολογία όχι μόνο περιορίζει αναπόφευκτα τον αριθμό των παραγόντων που μπορεί να λαμβάνεται υπόψη αλλά και ότι αυτή η αξιολόγηση παρέχει μόνο μια στατική άποψη της κατάστασης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η προσφορά ορισμένων Ο.Π.Υ. μπορεί να αλλάξει σχετικά γρήγορα, δεδομένης της οικονομικής αξίας τους και της προσφοράς τους. Ως κρίσιμες Ο.Π.Υ., λοιπόν, ορίζονται «οι πρώτες ύλες που είναι οικονομικά και στρατηγικά σημαντικές για την οικονομία, αλλά έχουν υψηλό κίνδυνο που συνδέεται με την προμήθειά τους». Συμπερασματικά, οι κρίσιμες Ο.Π.Υ. θα είναι σημαντικής αξίας για κάθε χώρα και κρίνεται απαραίτητο να ληφθούν συγκεκριμένες πολιτικές κατευθύνσεις όσον αφορά τις δράσεις κάθε χώρας. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι από το 2008 η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ακολουθήσει την κατεύθυνση αυτή με έκδοση μελετών και λιστών για τις κρίσιμες Ο.Π.Υ.

2. Η ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

2.1. Η δράση της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Οι πρώτες ύλες είναι απαραίτητες για την παραγωγή ενός ευρέος φάσματος αγαθών και εφαρμογών που χρησιμοποιούνται καθημερινά στη ζωή μας. Συνδέονται με όλους τους κλάδους σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας και είναι κρίσιμες για μια δυνατή Ευρωπαϊκή βιομηχανική βάση, βασικό δομικό στοιχείο της ανάπτυξης και της ανταγωνιστικότητας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η επιτάχυνση των κύκλων τεχνολογικής καινοτομίας και η ταχεία ανάπτυξη των αναδυόμενων οικονομιών έχουν οδηγήσει σε σταθερά αυξανόμενη ζήτηση για αυτά τα ιδιαίτερα περιζήτητα μέταλλα και ορυκτά. Η μελλοντική παγκόσμια χρήση πόρων υπολογίζεται ότι θα διπλασιαστεί μεταξύ 2010 και 2030. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) για να αντιμετωπίσει την αυξανόμενη ανησυχία για την εξασφάλιση πολύτιμων πρώτων υλών για την οικονομία της, δρομολόγησε την Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία για τις Πρώτες Ύλες το 2008. Πρόκειται για μια ολοκληρωμένη στρατηγική που θεσπίζει στοχευμένα μέτρα για την εξασφάλιση και τη βελτίωση της πρόσβασης της Ε.Ε. στις πρώτες ύλες. Μία από τις δράσεις προτεραιότητάς της ήταν η δημιουργία καταλόγου Κρίσιμων Πρώτων Υλών σε επίπεδο Ε.Ε.

Ο κατάλογος των κρίσιμων Ο.Π.Υ. περιέχει πρώτες ύλες που φτάνουν ή υπερβαίνουν τα όρια και για την οικονομική σημασία τους και για τον κίνδυνο προσφοράς τους. Η Επιτροπή δημιούργησε τον πρώτο κατάλογο το 2011 και δεσμεύτηκε να τον ανανεώνει τουλάχιστον κάθε τρία χρόνια για να αντικατοπτρίζει τις εξελίξεις της αγοράς, της παραγωγής και της τεχνολογίας.

Στις 16 Μαρτίου 2023, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε προτάσεις για τις δράσεις περί κρίσιμων Ο.Π.Υ. Επιδιώκει να εξασφαλίσει διαφοροποιημένες, προσιτές και βιώσιμες προμήθειες κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών. Οι βασικές διατάξεις της δράσης αυτής περιλαμβάνουν την ενίσχυση όλων των σταδίων της εφοδιαστικής αλυσίδας κρίσιμων Ο.Π.Υ. στην Ε.Ε., τη διαφοροποίηση των εισαγωγών της Ε.Ε. για τη μείωση των στρατηγικών εξαρτήσεων και τη βελτίωση της ικανότητας της Ε.Ε. να παρακολουθεί και να μετριάσει τους κινδύνους διακοπής της παροχής τους. Η δράση της Ε.Ε. θέτει εθελοντικούς στόχους που στοχεύουν στη βελτίωση των συνολικών ικανοτήτων εξόρυξης, επεξεργασίας και ανακύκλωσης κρίσιμων Ο.Π.Υ. στην Ε.Ε. και καθοδηγούν τις προσπάθειες διαφοροποίησης. Αυτοί οι εθελοντικοί στόχοι περιλαμβάνουν ότι έως το 2030, τουλάχιστον το 10% της ετήσιας εξόρυξης της Ε.Ε. θα πρέπει να προέρχεται από την Ε.Ε. τουλάχιστον το 40% της ετήσιας επεξεργασίας της Ε.Ε. θα πρέπει να προέρχεται από την Ε.Ε. και τουλάχιστον το 15% της ετήσιας ανακύκλωσης της Ε.Ε. θα πρέπει να γίνεται στην Ε.Ε. Επιπλέον, όχι περισσότερο από το 65% της ετήσιας κατανάλωσης κάθε κρίσιμης Ο.Π.Υ. στην Ε.Ε. σε οποιοδήποτε στάδιο της επεξεργασίας μπορεί να προέρχεται από μία χώρα εκτός Ε.Ε. Προτείνεται επίσης «η βελτίωση της ετοιμότητας της Ε.Ε. και ο μετριασμός των κινδύνων εφοδιασμού με την παρακολούθηση των αλυσίδων εφοδιασμού κρίσιμων πρώτων υλών», με ανταλλαγή πληροφοριών και μεγαλύτερο συντονισμό μεταξύ των κρατών μελών.

2.2. Ορίζοντας την κρισιμότητα

Σε πολλές έρευνες και αναφορές για τις κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες, αυτές αναφέρονται ως «στρατηγικές» αντί για «κρίσιμες». Ο καθένας από τους δύο όρους φανερώνει τη χρήση της ορυκτής πρώτης ύλης, δηλαδή όταν γίνεται αναφορά ως «στρατηγικές» Ο.Π.Υ. γίνεται κατανοητό ότι η χρήση τους αποσκοπεί σε στρατιωτική χρήση. Εκείνα τα υλικά για τα οποία συνεπάγεται απειλή της προμήθειάς τους από το εξωτερικό ή αποτελούν βλάβη για την εγχώρια οικονομία θεωρούνται «κρίσιμες». Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, οι ορυκτές πρώτες ύλες αναφέρονται ως «κρίσιμες».

Οι υπάρχουσες μελέτες καθορίζουν την κρισιμότητα με βάση την αξιολόγηση τόσο του κινδύνου όσο και των επιπτώσεων. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση μια πρώτη ύλη χαρακτηρίζεται κρίσιμη όταν οι κίνδυνοι έλλειψης εφοδιασμού της και οι επιπτώσεις στην εγχώρια οικονομία είναι υψηλότερες από τις περισσότερες Ο.Π.Υ. Για αυτό το λόγο, έχει γίνει η προσπάθεια αξιολόγησης των ορυκτών πρώτων υλών βασισμένη σε μια σειρά δεικτών που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση ορισμένων κινδύνων που ελλοχεύουν στην προμήθειά τους και στον πιθανό αντίκτυπο στην οικονομία που παρατηρείται σε πιθανά σημεία συμφόρησης στον εφοδιασμό ή σε μειωμένη διαθεσιμότητα πρώτων υλών. Παρόλα αυτά ο προσδιορισμός της κρισιμότητας και η επιλογή των κατάλληλων δεικτών υπόκειται σε διάφορες μεθοδολογικές προκλήσεις. Τα κεντρικά ερωτήματα σχετίζονται στη διαθεσιμότητα των δεδομένων και στον τρόπο με τον οποίο πρέπει να συγκεντρωθούν οι διάφοροι δείκτες συνδυαστικά.

Για να θεωρηθεί κρίσιμη μία πρώτη ύλη πρέπει να εμφανίζει υψηλό κίνδυνο όσον αφορά την πρόσβαση σε αυτή, δηλαδή υψηλό κίνδυνο προσφοράς και να έχουν υψηλή οικονομική σημασία. Σε περίπτωση που εμφανιστούν εμπόδια στην προμήθεια μιας Ο.Π.Υ., το γεγονός αυτό επιφέρει επιπτώσεις για ολόκληρη την οικονομία της Ε.Ε. Έτσι, έχουν καθοριστεί κάποια κατώτατα όρια που χρησιμοποιούνται για την οικονομική αξία και τη δυσκολία προμήθειας μιας Ο.Π.Υ. Ειδικότερα, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα δεδομένα για κάποιες Ο.Π.Υ. μπορεί να αλλάξουν από τη μια στιγμή στην άλλη δεδομένης της προμήθειάς τους και της ζήτησης της αγοράς ανάλογα με τις εφαρμογές τους. Συμπερασματικά, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για το αν μία ορυκτή πρώτη ύλη είναι τελικά κρίσιμη ή όχι.

- Λαμβάνονται υπόψη δύο κύριοι συγκεντρωτικοί δείκτες, οι οποίοι είναι η οικονομική σημασία της εκάστοτε εξεταζόμενης Ο.Π.Υ. και ο κίνδυνος εφοδιασμού της.
- Λαμβάνεται υπόψη η δυνατότητα υποκατάστασης μεταξύ των πρώτων υλών, δηλαδή το κατά πόσο είναι δυνατό μία Ο.Π.Υ. να αντικατασταθεί από κάποια άλλη που δεν είναι τόσο περιορισμένη η διάθεσή της. Σε περίπτωση εύκολης υποκατάστασης, ο κίνδυνος προσφοράς προσαρμόζεται προς τα κάτω.
- Ασχολείται τόσο με πρωτογενείς όσο και με δευτερογενείς πρώτες ύλες, λαμβάνοντας υπόψη τις δευτερογενείς ως εγχώριο ευρωπαϊκό πόρο.

Η σημασία για την οικονομία μίας ορυκτής πρώτης ύλης μετριέται με τη διάσπαση των κύριων χρήσεων της και αποδίδοντας σε καθεμία από αυτές την προστιθέμενη αξία του οικονομικού τομέα που έχει αυτή η πρώτη ύλη ως εισροή. Η κατανομή της οικονομίας σε τομείς βασίζεται στην έννοια της «αλυσίδας προστιθέμενης αξίας». Καθώς κάθε βήμα της αλυσίδας αυτής βασίζεται σε προηγούμενα βήματα, μία αλλαγή σε οποιοδήποτε στάδιο της αλυσίδας δημιουργεί απειλή για ολόκληρη την αλυσίδα.

Προκειμένου να εκτιμηθούν οι κίνδυνοι εφοδιασμού, εξετάζονται τα μέρη παραγωγής των Ο.Π.Υ. Συγκεκριμένα, αξιολογείται το επίπεδο συγκέντρωσης της παγκόσμιας παραγωγής της πρώτης ύλης. Αν μια πρώτη ύλη παράγεται σε μικρή ποσότητα ο κίνδυνος εφοδιασμού είναι μεγάλος. Αντίστοιχα, αν η παγκόσμια παραγωγή συγκεντρώνεται σε λίγες χώρες, πάλι ο κίνδυνος εφοδιασμού είναι μεγάλος. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η παραγωγή μίας Ο.Π.Υ. και μοιρασμένη σε πολλές χώρες τόσο μειώνεται ο κίνδυνος εφοδιασμού της. Κίνδυνοι προσφοράς μπορεί επίσης να προκύψουν από τη συγκέντρωση της παραγωγής από μία μόνο εταιρεία. Για παράδειγμα, η εταιρική συγκέντρωση της παραγωγής ορυχείων για νιόβιο, ταντάλιο και των μετάλλων της ομάδας του λευκόχρυσου είναι υψηλή, κάτι το οποίο σημαίνει ότι μόνο λίγες εταιρείες ελέγχουν την παγκόσμια αγορά. Παρόμοια είναι η κατάσταση με την διάθεση των σπάνιων γαιών, που η Κίνα συγκεντρώνει όλη την παραγωγή τους και η διάθεσή τους πραγματοποιείται αποκλειστικά από κινεζικές εταιρείες. Για άλλα υλικά, όπως για παράδειγμα ο ψευδάργυρος, το ασήμι, ο χαλκός και άλλες, η συγκέντρωση της παραγωγής είναι χαμηλή, καθώς υπάρχουν πολλές εταιρείες σε πολλές διαφορετικές χώρες που ασχολούνται με την εξόρυξη και την επεξεργασία τους. Επίσης, ένας άλλος παράγοντας που καθορίζει τους κινδύνους προσφοράς σχετίζεται με τη δυνατότητα υποκατάστασης της πρώτης ύλης από μια άλλη. Συνεπώς, ο κίνδυνος εφοδιασμού μιας συγκεκριμένης Ο.Π.Υ. θα έχει πλήρη αντίκτυπο στην οικονομία της Ε.Ε., εάν η πρώτη ύλη δεν μπορεί να υποκατασταθεί. Ταυτόχρονα, η προμήθεια των πρώτων υλών δεν είναι μόνο θέμα διαθεσιμότητας πρωτογενών, αλλά και δευτερογενών πρώτων υλών. Ως εκ τούτου, λαμβάνεται υπόψη και το ποσοστό ανακύκλωσης. Καθώς οι ανακυκλωμένες Ο.Π.Υ. συμβάλλουν στον εφοδιασμό της Ε.Ε., όσο περισσότερο ανακυκλώνεται ένα υλικό εντός της Ε.Ε., τόσο χαμηλότερος είναι ο κίνδυνος εφοδιασμού και αντίστροφα. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί ορισμοί για την ανακύκλωση, ένας εκ των οποίων αφορά το ποσοστό περιεκτικότητας σε νέα μέταλλα ή ορυκτά που δεν προήλθαν από την πρωτογενή παραγωγή. Κατά έναν άλλο ορισμό, μετρά την περιεκτικότητα σε Ο.Π.Υ. που τελικά ανακτήθηκε από ανακυκλωμένα προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους σε σχέση με το αρχικό καινούργιο υλικό όταν αυτό διατέθηκε στην αγορά. Αυτό είναι γνωστό ως ανακύκλωση τέλους ζωής (End Of Life Recycling Rates, EOL – RR) και σχετίζεται συγκεκριμένα με τη δυνατότητα αύξησης της ανάκτησης πρώτων υλών από πεταμένα προϊόντα. Μετρά την πραγματική απόδοση ανακύκλωσης στο σύνολο της διάρκειας ζωής ενός προϊόντος (ή ομάδας προϊόντων). Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι αν και το ποσοστό ανακύκλωσης για τα περισσότερα βιομηχανικά ορυκτά φαίνεται να είναι πολύ χαμηλό ή ακόμα και μηδέν, πολλά από αυτά τα υλικά ανακτώνται έμμεσα.

2.3. Λίστα 2011

Η Επιτροπή, από κοινού με τα κράτη μέλη και τους ενδιαφερομένους, έχει προσδιορίσει 14 πρώτες ύλες οι οποίες θεωρούνται ως κρίσιμης σημασίας σε επίπεδο Ε.Ε., ενώ παράλληλα επεξεργάστηκε μια διαφανή, καινοτόμο και ρεαλιστική μεθοδολογική προσέγγιση για τον καθορισμό του «κρίσιμου χαρακτήρα». Ως κρίσιμης σημασίας πρώτες ύλες θεωρούνται εκείνες οι οποίες εμφανίζουν ιδιαίτερα υψηλό κίνδυνο ανεπαρκούς προσφοράς κατά τα επόμενα 10 έτη και οι οποίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την αλυσίδα της προστιθέμενης αξίας. Η Ε.Ε. εξαρτάται απολύτως από τις εισαγωγές, με την Κίνα να αντιπροσωπεύει το 97% της παγκόσμιας παραγωγής το 2009. Συγχρόνως, προς το παρόν δεν υπάρχουν εμπορικά βιώσιμες μέθοδοι ανακύκλωσης ή υποκατάστασης των σπάνιων γαιών. Στο πλαίσιο των εργασιών για τον προσδιορισμό των κρίσιμης σημασίας πρώτων υλών, ήρθε επίσης στην επιφάνεια η ανάγκη για καλύτερα δεδομένα και γνώσεις, καθώς και η αναγκαιότητα τακτικής επικαιροποίησης του καταλόγου πρώτων υλών με γνώμονα τις εξελίξεις στις αγορές, τις τεχνολογικές εξελίξεις (π.χ. λίθιο, χάρνιο και νικέλιο) και τα νέα στοιχεία σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφόρων πρώτων υλών. Εξάλλου, εξήχθη το συμπέρασμα ότι οι δράσεις πολιτικής δεν θα πρέπει να περιορίζονται αποκλειστικά και μόνο στις κρίσιμης σημασίας πρώτες ύλες.

Οι 14 πρώτες ύλες που απαριθμούνται παρακάτω θεωρούνται κρίσιμης σημασίας, διότι οι κίνδυνοι που απορρέουν από την ανεπάρκεια της προσφοράς και οι επιπτώσεις τους για την οικονομία είναι μεγαλύτεροι σε σύγκριση με την πλειονότητα των υπολοίπων πρώτων υλών. Ο υψηλός κίνδυνος όσον αφορά την προσφορά οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι μεγάλο μερίδιο της παγκόσμιας παραγωγής προέρχεται ως επί το πλείστον από ελάχιστες χώρες: Κίνα (αντιμόνιο, αργυραδάμας, γάλλιο, γερμάνιο, γραφίτης, ίνδιο, μαγνήσιο, σπάνιες γαίες, βολφράμιο), Ρωσία (μέταλλα της ομάδας του λευκόχρυσου), Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (κοβάλτιο, ταντάλιο) και Βραζιλία (νιόβιο και ταντάλιο). Η υψηλή αυτή συγκέντρωση παραγωγής επαυξάνεται σε πολλές περιπτώσεις λόγω της χαμηλής υποκαταστασιμότητας και των χαμηλών ποσοστών ανακύκλωσης.

Συνοψίζοντας, οι 14 κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες το 2011 είναι οι εξής: Αντιμόνιο, Αργυραδάμας, Γάλλιο, Γερμάνιο, Γραφίτης, Ίνδιο, Μαγνήσιο, Σπάνιες Γαίες, Βολφράμιο, Μέταλλα της ομάδας του Λευκόχρυσου, Κοβάλτιο, Ταντάλιο, Νιόβιο και Βηρύλλιο.

2.4. Λίστα 2014

Η επανεξέταση, η οποία είναι η πρώτη από την έκδοση του καταλόγου το 2011, πραγματοποιήθηκε με τρεις κύριους στόχους:

1. Τη διεύρυνση του πεδίου των πρώτων υλών που αναλύθηκαν. Στη μελέτη του 2013, αναλύθηκαν 54 μη ενεργειακές και μη εδώδιμες ύλες (41 αναλύθηκαν το 2010), χρησιμοποιώντας την ίδια μεθοδολογία με την προηγούμενη μελέτη. Το εν λόγω διευρυμένο πεδίο περιλαμβάνει επτά νέες αβιοτικές και τρεις βιοτικές ύλες (καουτσούκ, ξυλοπολτός και πριστή ξυλεία). Ο κατάλογος των πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας του 2014 περιλαμβάνει 13 από τις 14 ύλες που προσδιορίστηκαν στην προηγούμενη μελέτη, με την αφαίρεση του ταντάλιου από τον κατάλογο (χάρη στον χαμηλότερο κίνδυνο όσον αφορά την προσφορά). Συμπεριλήφθηκαν έξι νέες ύλες: τα βορικά άλατα, το χρώμιο, ο άνθρακας οπτανθρακοποίησης, ο μαγνησίτης, ο φωσφορίτης και το πυριτιούχο μέταλλο.
2. Βελτίωση της ανάλυσης και χρήση πρόσθετων δεδομένων. Σε σύγκριση με τη μελέτη του 2010, παρέχονται περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τις σπάνιες γαίες, διαχωρίζοντας τις σε «βαριές» και «ελαφριές» και αμφότερες συμπεριλαμβάνονται ως χωριστές καταχωρήσεις στον νέο κατάλογο. Τα νέα ευρωπαϊκά δεδομένα έχουν ενταχθεί στη μελέτη και συμπεριλαμβάνεται μια «αξιολόγηση της αλυσίδας αξίας» για όλες τις πρώτες ύλες κρίσιμης σημασίας.
3. Διατήρηση της συγκρισιμότητας με την μελέτη του 2010. Για να καταστεί δυνατή η συγκρισιμότητα με την έκθεση του 2010, η μεθοδολογία δεν άλλαξε ριζικά. Οι νέες πληροφορίες και γνώσεις, για παράδειγμα όσον αφορά τις αλυσίδες εφοδιασμού επόμενων σταδίων, έχουν ως εκ τούτου χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ποιοτικής ανάλυσης και όχι της ποσοτικής μεθοδολογίας.

Οι 20 πρώτες ύλες που απαριθμούνται παρακάτω θεωρούνται κρίσιμης σημασίας, διότι οι κίνδυνοι που απορρέουν από την ανεπάρκεια της προσφοράς και οι επιπτώσεις τους για την οικονομία είναι μεγαλύτεροι σε σύγκριση με άλλες πρώτες ύλες. Η Κίνα είναι η χώρα με τη μεγαλύτερη επιρροή όσον αφορά την παγκόσμια προμήθεια των 20 πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας. Μερικές άλλες χώρες κατέχουν δεσπίζουσα θέση στην προμήθεια συγκεκριμένων πρώτων υλών, όπως η Βραζιλία (νιόβιο). Η προμήθεια άλλων υλών, όπως μετάλλων της ομάδας του λευκόχρυσου και βορικών αλάτων, είναι πιο ποικιλόμορφη αλλά εξακολουθεί να είναι συγκεντρωμένη. Οι κίνδυνοι που συνδέονται με την εν λόγω συγκέντρωση της παραγωγής αυξάνονται σε πολλές περιπτώσεις από την περιορισμένη δυνατότητα υποκατάστασης και τα χαμηλά ποσοστά ανακύκλωσης.

Συνοψίζοντας οι 20 ορυκτές πρώτες ύλες που θεωρήθηκαν κρίσιμες το 2014 είναι οι εξής: Αντιμόνιο, Αργυραδάμας, Γάλλιο, Γερμάνιο, Γραφίτης, Ίνδιο, Μαγνήσιο, Σπάνιες Γαίες («βαριές» και «ελαφριές»), Βολφράμιο, Μέταλλα της ομάδας του Λευκόχρυσου, Κοβάλτιο, Νιόβιο, Βηρύλλιο, Βορικά άλατα, Χρώμιο, Άνθρακας οπτανθρακοποίησης, Μαγνησίτης, Φωσφορίτης και Πυριτιούχο μέταλλο.

2.5. Λίστα 2017

Σύμφωνα με τις συστάσεις της έκθεσης του 2014 της ειδικής ομάδας εργασίας σχετικά με τον προσδιορισμό των πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας, η τρίτη αυτή αξιολόγηση των πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας διεξήχθη με μια βελτιωμένη μεθοδολογία που έχει αναπτυχθεί από την Επιτροπή, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη συγκρισιμότητα με τις προηγούμενες μεθοδολογικές προσεγγίσεις (του 2011 και του 2014). Η οικονομική σημασία και οι εφοδιαστικοί κίνδυνοι παραμένουν οι δύο βασικές παράμετροι για τον προσδιορισμό της κρισιμότητας των πρώτων υλών. Οι κυριότερες βελτιώσεις στην αναθεωρημένη μεθοδολογία αφορούν το εμπόριο (εξάρτηση από εισαγωγές και περιορισμοί στις εξαγωγές κατά τον υπολογισμό του κινδύνου στον εφοδιασμό), την υποκατάσταση ως παράγοντα διόρθωσης τόσο της οικονομικής σημασίας όσο και του εφοδιαστικού κινδύνου, και τη λεπτομερή κατανομή των τελικών χρήσεων πρώτων υλών με βάση τις βιομηχανικές εφαρμογές προκειμένου να προσδιοριστεί η οικονομική σημασία. Οι πρώτες ύλες, ακόμη και εκείνες που δεν χαρακτηρίζονται κρίσιμης σημασίας, είναι σημαντικές για την ευρωπαϊκή οικονομία, καθώς βρίσκονται στην αρχή των αλυσίδων αξίας της μεταποιητικής βιομηχανίας. Η διαθεσιμότητά τους μπορεί να μεταβάλλεται γρήγορα ανάλογα με τις εμπορικές ροές ή τις εξελίξεις στην εμπορική πολιτική, γεγονός που τονίζει τη γενική ανάγκη διαφοροποίησης των πηγών εφοδιασμού και την αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης όλων των πρώτων υλών.

Οι 27 πρώτες ύλες που απαριθμούνται παρακάτω θεωρούνται κρίσιμης σημασίας για την Ε.Ε. Παρόλο που υπάρχει εγχώρια παραγωγή ορισμένων πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας στην Ε.Ε., κυρίως του αφνίου, η Κίνα είναι η χώρα με τη μεγαλύτερη βαρύτητα, σε παγκόσμιο επίπεδο, στην προμήθεια των περισσότερων κρίσιμων πρώτων υλών, όπως οι σπάνιες γαίες, το μαγνήσιο, το βολφράμιο, το αντιμόνιο, το γάλλιο και το γερμάνιο, μεταξύ άλλων. Αρκετές άλλες χώρες κατέχουν δεσπόζουσα θέση στην προμήθεια συγκεκριμένων πρώτων υλών, όπως η Βραζιλία (νιόβιο) και οι ΗΠΑ (βηρύλλιο και ήλιο). Η προμήθεια των μετάλλων της ομάδας του λευκόχρυσου συγκεντρώνεται στη Ρωσία (παλλάδιο) και στη Νότια Αφρική (ιρίδιο, λευκόχρυσος, ρόδιο και ρουθίνιο). Οι κίνδυνοι που συνδέονται με αυτή τη συγκέντρωση της παραγωγής επιτείνονται σε πολλές περιπτώσεις από τον περιορισμένο βαθμό υποκατάστασης και τα χαμηλά ποσοστά ανακύκλωσης. Η αξιολόγηση κρισιμότητας του 2017 αφορούσε 78 πρώτες ύλες.

Συνοψίζοντας οι 27 κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες για το 2017 είναι οι εξής: Αντιμόνιο, Αργυραδάμας, Γάλλιο, Γερμάνιο, Γραφίτης, Ίνδιο, Μαγνήσιο, Σπάνιες Γαίες («βαριές» και «ελαφριές»), Βολφράμιο, Μέταλλα της ομάδας του Λευκόχρυσου, Κοβάλτιο, Νιόβιο, Βηρύλλιο, Βορικά άλατα, Φωσφορίτης, Πυριτιούχο μέταλλο, Άνθρακας οπτανθρακοποίησης, Βαρυτίνη, Άφνιο, Φυσικό Καουτσούκ, Σκάνδιο, Ταντάλιο, Βανάδιο, Βισμούθιο, Ήλιο και Φώσφορος.

Συγκρίνοντας με τη λίστα του 2014, δε θεωρούνται κρίσιμα το 2017 το χρώμιο και ο μαγνησίτης, ενώ ταυτόχρονα προστέθηκαν η βαρυτίνη, το άφνιο, το φυσικό καουτσούκ, το σκάνδιο, το ταντάλιο, το βανάδιο, το βισμούθιο, το ήλιο και ο φώσφορος.

2.6. Λίστα 2020

Η αξιολόγηση του 2020 ακολουθεί την ίδια μεθοδολογία με εκείνη που χρησιμοποιήθηκε το 2017. Χρησιμοποιεί τον μέσο όρο για την τελευταία πλήρη 5ετή περίοδο για την Ε.Ε. χωρίς το Ηνωμένο Βασίλειο (ΕΕ-27). Στο πλαίσιο της αξιολόγησης ελέγχθηκαν 83 ύλες (5 περισσότερες σε σχέση με το 2017) και στις περιπτώσεις που ήταν εφικτό, εξετάστηκε σε ποιο στάδιο της αξιακής αλυσίδας παρουσιάζεται η κρισιμότητα: εξαγωγή και επεξεργασία. Η οικονομική σημασία και οι εφοδιαστικοί κίνδυνοι είναι οι δύο βασικές παράμετροι για τον προσδιορισμό της κρισιμότητας για την Ε.Ε. Η οικονομική σημασία εξετάζει διεξοδικά την κατανομή των πρώτων υλών στις τελικές χρήσεις με βάση τις βιομηχανικές εφαρμογές. Ο εφοδιαστικός κίνδυνος εξετάζει τη συγκέντρωση, σε επίπεδο χώρας, της παγκόσμιας παραγωγής πρωτογενών πρώτων υλών και την προμήθεια στην Ε.Ε., τη διακυβέρνηση των προμηθευτριών χωρών, συμπεριλαμβανομένων περιβαλλοντικών πτυχών, τη συμβολή της ανακύκλωσης (δηλαδή τις δευτερογενείς πρώτες ύλες), την υποκατάσταση, την εξάρτηση της Ε.Ε. από τις εισαγωγές και τους εμπορικούς περιορισμούς σε τρίτες χώρες.

Ο κατάλογος της Ε.Ε. για το 2020 περιέχει 30 ύλες, έναντι 14 υλών στον κατάλογο του 2011, 20 υλών στον κατάλογο του 2014 και 27 υλών στον κατάλογο του 2017. 26 ύλες παραμένουν στον κατάλογο. Ο βωξίτης, το λίθιο, το τιτάνιο και το στρόντιο προστίθενται στον κατάλογο για πρώτη φορά. Το ήλιο εξακολουθεί να αποτελεί πηγή ανησυχίας όσον αφορά τη συγκέντρωση του εφοδιασμού, ωστόσο αφαιρέθηκε από τον κατάλογο πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας για το 2020 λόγω της μείωσης της οικονομικής του σημασίας. Η Επιτροπή θα συνεχίσει να παρακολουθεί στενά την κατάσταση με το ήλιο, λόγω της σημασίας του για διάφορες αναδυόμενες ψηφιακές εφαρμογές. Θα παρακολουθεί επίσης στενά την κατάσταση με το νικέλιο, λόγω των εξελίξεων που σχετίζονται με την αύξηση της ζήτησης για πρώτες ύλες συσσωρευτών. Ο εφοδιασμός σε πολλές πρώτες ύλες κρίσιμης σημασίας παρουσιάζει υψηλή συγκέντρωση. Για παράδειγμα, η Κίνα παρέχει το 98 % του εφοδιασμού της Ε.Ε. σε σπάνιες γαίες, η Τουρκία παρέχει το 98 % του εφοδιασμού της Ε.Ε. σε βορικά άλατα, και η Νότια Αφρική καλύπτει το 71 % των αναγκών της Ε.Ε. σε λευκόχρυσο και ένα ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό των αναγκών της στα μέταλλα της ομάδας του λευκόχρυσου ιρίδιο, ρόδιο και ρουθίνιο. Η Ε.Ε. βασίζεται σε μεμονωμένες ενοσιακές επιχειρήσεις για τον εφοδιασμό της σε άφνιο και στρόντιο.

Συνοψίζοντας, οι 30 κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες για το 2020 είναι οι εξής: Αντιμόνιο, Αργυραδάμας, Γάλλιο, Γερμάνιο, Γραφίτης, Ίνδιο, Μαγνήσιο, Σπάνιες Γαίες («βαριές» και «ελαφριές»), Βολφράμιο, Μέταλλα της ομάδας του Λευκόχρυσου, Κοβάλτιο, Νιόβιο, Βηρύλλιο, Βορικά άλατα, Φωσφορίτης, Πυριτιούχο μέταλλο, Άνθρακας οπτανθρακοποίησης, Βαρυτίνη, Άφνιο, Φυσικό Καουτσούκ, Σκάνδιο, Ταντάλιο, Βανάδιο, Βισμούθιο, Φώσφορος, Βωξίτης, Λίθιο, Τιτάνιο και Στρόντιο.

2.7. Λίστα 2023

Η αξιολόγηση του 2023 εξετάζει 70 υποψήφιες πρώτες ύλες που περιλαμβάνουν 67 μεμονωμένα υλικά και τρεις ομάδες υλικών: δέκα βαριές (HREE) και πέντε ελαφριές (LREE) σπάνιες γαίες και πέντε μέταλλα της ομάδας πλατίνας (PGM), δηλαδή 87 μεμονωμένες πρώτες ύλες συνολικά. Τέσσερα νέα υλικά έχουν αξιολογηθεί: νέον, κρυπτόν, ξένον και στρογγυλό ξύλο. Το μέταλλο τιτανίου έχει αξιολογηθεί εκτός από το τιτάνιο. Το αλουμίνιο και ο βωξίτης συγχωνεύτηκαν για λόγους συνέπειας. Για σύγκριση, έχουν υποβληθεί 41 υποψήφια υλικά το 2011, 54 το 2014, 61 το 2017 και 66 το 2020.

Οι βασικές διαφορές που προέκυψαν στην αξιολόγηση των κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών του 2023 σε σύγκριση με αυτή του 2020 είναι οι παρακάτω:

- Η αξιολόγηση αλουμινίου/βωξίτη έχει συγχωνευθεί λόγω συνέπειας και παραμένει κρίσιμο στο στάδιο εξόρυξης του (βωξίτη) όπως και στην προηγούμενη αξιολόγηση.
- Το μέταλλο τιτάνιο, ως Στρατηγική πρώτη ύλη χρησιμοποιείται στην αεροδιαστημική και την άμυνα και έτσι παραμένει κρίσιμο όπως το 2020. Το τιτάνιο σε όλες τις μορφές, περίπου το 80% χρησιμοποιείται ως λευκή χρωστική ουσία και συνεπώς δεν χαρακτηρίστηκε ως κρίσιμο.
- Το αρσενικό, που χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία και τους ημιαγωγούς χαρακτηρίστηκε ως κρίσιμο.
- Ο άστριος που χρησιμοποιείται σε γυαλί και κεραμικά έγινε κρίσιμος λόγω της αύξησης του κινδύνου εφοδιασμού, ιδιαίτερα μέσω της μεγαλύτερης εξάρτησης από τις εισαγωγές και του διπλασιασμού των εισαγωγών από την Τουρκία, η οποία καλύπτει το 51% των αναγκών της Ε.Ε.
- Το ήλιο που χρησιμοποιείται στην κατασκευή κρυογονικών και ημιαγωγών ήταν κρίσιμο το 2017, αλλά όχι το 2020 λόγω μικρής πτώσης της οικονομικής του αξίας. Στην αξιολόγηση του 2023, η οικονομική του αξία αυξήθηκε και έτσι θεωρήθηκε κρίσιμο.
- Το μαγγάνιο, ως Στρατηγική πρώτη ύλη, που χρησιμοποιείται στη χαλυβουργία και στις μπαταρίες χαρακτηρίστηκε κρίσιμο λόγω αύξησης του κινδύνου προμήθειας στο στάδιο της εξόρυξης που προκαλείται από τη χαμηλότερη εγχώρια. Η προσφορά μειώθηκε από 32 τόνους σε 10 τόνους (η παραγωγή Βουλγαρίας και Ουγγαρίας σταμάτησε). Ως αποτέλεσμα, δημιουργήθηκε αυξανόμενη εξάρτηση από τις εισαγωγές από τη Νότια Αφρική 41% (33% το 2020) και από την Γκαμπόν 39% (26% το 2020).
- Ο κίνδυνος εφοδιασμού του φυσικού καουτσούκ που χρησιμοποιείται στα ελαστικά μειώθηκε κάτω από το όριο κυρίως λόγω της αύξησης του ποσοστού εισροών ανακύκλωσης από 1% σε 5%.
- Τόσο ο κίνδυνος εφοδιασμού όσο και η οικονομική σημασία του ινδίου που χρησιμοποιείται σε επίπεδες οθόνες έχουν πέσει κάτω από τα όρια. Επιπλέον, η παραγωγή ινδίου στην Ε.Ε. είναι υψηλότερη από την κατανάλωση στην Ε.Ε. Η οικονομική σημασία μειώθηκε λόγω της ακριβέστερης κατανομής των χρήσεων στις εφαρμογές στην Ε.Ε.

- Το νικέλιο, ως στρατηγική πρώτη ύλη, είναι το μόνο υλικό που χρησιμοποιείται στην κατασκευή μπαταριών, που δεν υπήρξε ποτέ στον κατάλογο λόγω της καλής διαφοροποίησης της προσφοράς για την εξεταζόμενη περίοδο. Οι κύριοι παγκόσμιοι παραγωγοί μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων είναι η Ινδονησία 26%, οι Φιλιππίνες 14%, Ρωσία 10%, Νέα Καληδονία 9%, Καναδάς 8%, Αυστραλία 8% και αρκετοί μικρότεροι παραγωγοί. Η ΕΕ προμηθεύεται 39% από τη Φινλανδία, 24% από τον Καναδά, 19% από την Ελλάδα, 8% από τη Νότια Αφρική, 4% από τις ΗΠΑ.
- Ο χαλκός, ως στρατηγική πρώτη ύλη, χρησιμοποιείται σε πολύ μεγάλες ποσότητες σε σύγκριση με τους 20 Mt το 2020 για ηλεκτροκίνηση σε όλες τις στρατηγικές τεχνολογίες. Η προσφορά του είναι πολύ καλά διαφοροποιημένη, επομένως δεν έχει θεωρηθεί κρίσιμο στο παρελθόν. Ωστόσο, είναι κρίσιμο λόγω της ανώτερης απόδοσής του σε ηλεκτρικές εφαρμογές.

Σε σύγκριση με τη λίστα των 30 κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών το 2020, υπάρχουν 6 νέες κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες (Αρσενικό, Άστριος, Ήλιο και Μαγγάνιο, συν Χαλκός και Νικέλιο, υπό τον όρο ότι θα οριστούν ως στρατηγικές ορυκτές πρώτες ύλες), ενώ δύο έχουν αφαιρεθεί (Ινδίο και Φυσικό καουτσούκ). Κανένα από τα υλικά νέον, κρυπτόν, ξένον και στρογγυλό ξύλο δεν χαρακτηρίστηκαν ως κρίσιμα.

Συνοψίζοντας, οι 34 κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες για το 2023 είναι οι εξής: Αντιμόνιο, Αργυραδάμας, Γάλλιο, Γερμάνιο, Γραφίτης, Μαγνήσιο, Σπάνιες Γαίες («βαριές» και «ελαφριές»), Βολφράμιο, Μέταλλα της ομάδας του Λευκόχρυσου, Κοβάλτιο, Νιόβιο, Βηρύλλιο, Βορικά άλατα, Φωσφορίτης, Πυριτιούχο μέταλλο, Άνθρακας οπτανθρακοποίησης, Βαρυτίνη, Άφνιο, Σκάνδιο, Ταντάλιο, Βανάδιο, Βισμούθιο, Φώσφορος, Βωξίτης, Λίθιο, Τιτάνιο, Στρόντιο, Αρσενικό, Άστριος, Ήλιο, Μαγγάνιο και Χαλκός και Νικέλιο ως στρατηγικές ορυκτές πρώτες ύλες.

Κρίσιμες Ορυκτές Πρώτες Ύλες του 2023			
Αντιμόνιο	Βολφράμιο	Άνθρακας οπτανθρακοποίησης	Βωξίτης
Αργυραδάμας	PGM	Βαρυτίνη	Λίθιο
Γάλλιο	Κοβάλτιο	Άφνιο	Τιτάνιο
Γερμάνιο	Νιόβιο	Σκάνδιο	Στρόντιο
Γραφίτης	Βηρύλλιο	Ταντάλιο	Αρσενικό
Μαγνήσιο	Βορικά άλατα	Βανάδιο	Άστριος
Σπάνιες γαίες (βαριές)	Φωσφορίτης	Βισμούθιο	Ήλιο
Σπάνιες γαίες (ελαφριές)	Πυριτιούχο μέταλλο	Φώσφορος	Μαγγάνιο
		Χαλκός*	Νικέλιο*

Πίνακας 1: Οι κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες του 2023

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες για το 2023 μαζί με το Χαλκό και το Νικέλιο που έχουν σημειωθεί με * διότι συμπεριλαμβάνονται στη λίστα ως στρατηγικές Ο.Π.Υ.

2.8. Σύγκριση της Λίστας του 2023 με προηγούμενες

Η τελευταία επικαιροποιημένη λίστα για τις κρίσιμες Ο.Π.Υ. της Ε.Ε. είναι του 2023 ακολουθώντας την προηγούμενη του 2020. Κάθε τριετία η λίστα αυτή επικαιροποιείται με βάση τα καινούργια δεδομένα που προκύπτουν. Οι δύο βασικοί παράμετροι είναι η κρισιμότητα τους ως προς τη διάθεση τους και την παραγωγή τους και η οικονομική σημασία της κάθε ύλης. Από το 2011 που δημιουργήθηκε η πρώτη λίστα ανανεώνεται, φέρνοντας στο προσκήνιο κάθε τριετία κάποιες καινούργιες πρώτες ύλες που χαρακτηρίζονται κρίσιμες. Ταυτόχρονα όμως κάποιες άλλες αφαιρούνται, διότι των δεδομένων που προκύπτουν παύουν να θεωρούνται κρίσιμες. Έτσι, κάθε τριετία υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ της κάθε λίστας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι κάποιες πρώτες ύλες μπορεί να έχουν θεωρηθεί κρίσιμες, σε επόμενη λίστα να αφαιρούνται και στη συνέχεια να προστίθενται πάλι. Παρόλα αυτά κάποιες Ο.Π.Υ. χαρακτηρίζονται κρίσιμες σε κάθε λίστα, καθώς η οικονομική τους αξία παραμένει υψηλή και η προμήθειά τους παραμένει περιορισμένη. Οι Ο.Π.Υ. αυτές παρατίθενται παρακάτω σε μορφή πίνακα.

Κρίσιμες Ορυκτές Πρώτες Ύλες κοινές το 2011, 2014, 2017, 2020 και 2023		
Αντιμόνιο	Γερμάνιο	Γραφίτης
Βηρύλλιο	Σπάνιες γαίες (βαριές)	Νιόβιο
Κοβάλτιο	Σπάνιες γαίες (ελαφριές)	PGM
Αργυραδάμας	Ίνδιο	Βολφράμιο
Γάλλιο	Μαγνήσιο	

Πίνακας 2: Κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες κοινές το 2011, 2014, 2017, 2020 και 2023

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, 11 ορυκτές πρώτες ύλες και 3 ομάδες ορυκτών χαρακτηρίζονται κρίσιμες σε κάθε αναθεώρηση της λίστας. Όλες αυτές παρουσιάζουν σταθερά και υψηλή οικονομική σημασία και υψηλό ρίσκο προμήθειάς τους.

Παρακάτω θα γίνει σύγκριση της λίστας του 2023 με κάθε λίστα της προηγούμενης τριετίας ξεκινώντας από αυτή του 2020 και στη συνέχεια με του 2017, του 2014 και τέλος του 2011. Το 2020 η λίστα περιελάμβανε 30 κρίσιμες Ο.Π.Υ., δηλαδή 4 λιγότερες από τη λίστα του 2023. Με την προσθήκη 6 νέων κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών, δηλαδή του αρσενικού, του αστρίου, του ηλίου και του μαγγανίου, αλλά και του χαλκού και του νικελίου ως στρατηγικές και την αφαίρεση του ινδίου και του φυσικού καουτσούκ, διαμορφώθηκε η λίστα του 2023.

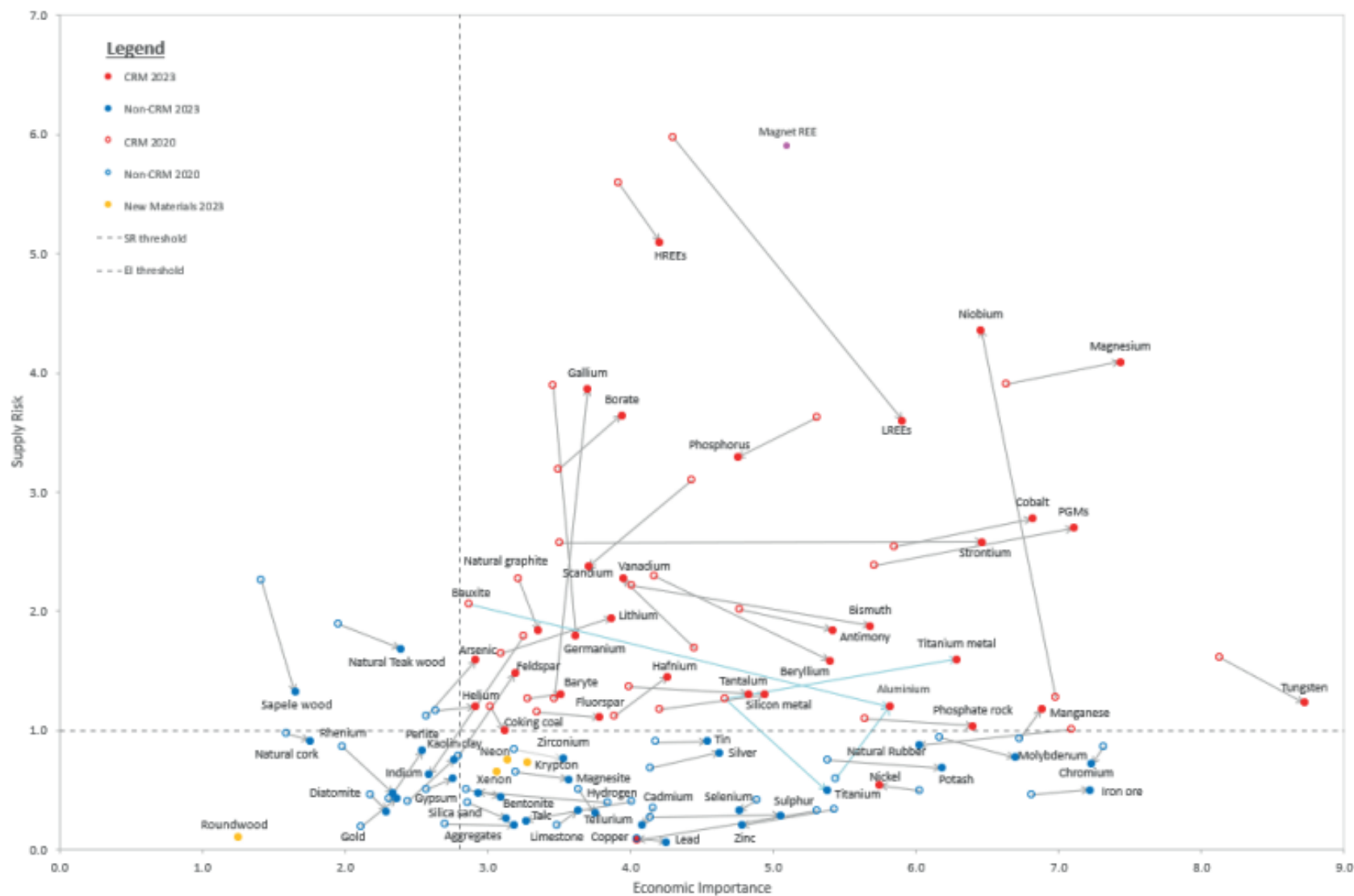
Στον παρακάτω πίνακα έχουν απεικονιστεί αυτές οι αλλαγές που αναφέρονται. Με μαύρο χρώμα παρατίθενται οι κρίσιμες Ο.Π.Υ. που είναι κοινές στη λίστα του 2023 και του 2020, με κόκκινο χρώμα παρατίθενται οι 6 νέες κρίσιμες Ο.Π.Υ. που δεν είχαν συμπεριληφθεί στη λίστα του 2020 και προστέθηκαν το 2023 και με μπλε χρώμα και σβησμένες έχουν παρατεθεί οι 2 κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες που αφαιρέθηκαν. Οι «ελαφριές» σπάνιες γαίες αναφέρονται ως LREE (Light Rare Earth Elements), οι «βαριές» σπάνιες γαίες αναφέρονται ως HREE (Heavy Rare Earth Elements) και η ομάδα του λευκόχρυσου ως PGM (Platinum Group Metals) για λόγους συντομίας.

Κρίσιμες Ο.Π.Υ. 2023 vs 2020			
Αλουμίνιο/Βωξίτης	Γερμάνιο	PGM	Αρσενικό
Αντιμόνιο	Άφνιο	Σκάνδιο	Άστριος
Βαρυτίνη	HREE	Πυριτιούχο Μέταλλο	Ήλιο
Βηρύλλιο	LREE	Στρόντιο	Μαγγάνιο
Βισμούθιο	Λίθιο	Ταντάλιο	Χαλκός
Βορικά άλατα	Μαγνήσιο	Τιτάνιο	Νικέλιο
Κοβάλτιο	Γραφίτης	Βολφράμιο	
Άνθρακας οπτανθρακοποίησης	Νιόβιο	Βανάδιο	
Αργυραδάμας	Φωσφορίτης	Ίνδιο	
Γάλλιο	Φώσφορος	Φυσικό καουτσούκ	

Πίνακας 3: Σύγκριση της λίστας του 2023 με του 2020

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει τις μεταβολές μεταξύ των δύο λιστών. Όμως ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μεταβολές στην αξιολόγηση της κρισιμότητας με βάση τους δύο παράγοντες που προαναφέρθηκαν για τις Ο.Π.Υ. που αξιολογήθηκαν. Παρακάτω έχουν απεικονιστεί σε διάγραμμα οι μεταβολές αυτές.

Αποτύπωση θέσεων εκμετάλλευσης κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών στην Ευρώπη – Κωνσταντίνος Ίσκος



Εικόνα 2: Σύγκριση της αξιολόγησης κρίσιμότητας του 2023 με τον 2020

Στη συνέχεια θα συγκριθούν οι διαφοροποιήσεις στη λίστα του 2023 από αυτή του 2017 και θα αποδοθούν οι διαφοροποιήσεις σε πίνακα. Το 2017 μετά την αξιολόγηση χαρακτηρίστηκαν ως κρίσιμες 27 Ο.Π.Υ., δηλαδή 7 λιγότερες σε σύγκριση με αυτές του 2023. Οι 25 από αυτές είναι κοινές και στις δύο αξιολογήσεις έχοντας αφαιρεθεί το ίνδιο και το φυσικό καουτσούκ. Ταυτόχρονα, προστέθηκαν 7 νέες Ο.Π.Υ. και για πρώτη φορά αξιολογήθηκαν το αρσενικό και το στρόντιο και δεν είχαν αξιολογηθεί το 2017.

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας που φαίνονται οι διαφορές αυτές. Με μαύρο χρώμα παρατίθενται οι κρίσιμες Ο.Π.Υ. που είναι κοινές στη λίστα του 2023 και του 2017, με κόκκινο χρώμα παρατίθενται οι 7 νέες κρίσιμες Ο.Π.Υ. που δεν είχαν συμπεριληφθεί στη λίστα του 2017 και προστέθηκαν το 2023, με μπλε χρώμα και σβησμένες έχουν παρατεθεί οι 2 κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες που αφαιρέθηκαν και με πράσινο χρώμα οι κρίσιμες Ο.Π.Υ. που αξιολογήθηκαν για πρώτη φορά.

Κρίσιμες Ο.Π.Υ. 2023 vs 2017			
Αντιμόνιο	Γερμάνιο	Φωσφορίτης	Αλουμίνιο/βωξίτης
Βαρυτίνη	Άφνιο	Φώσφορος	Άστριος
Βηρύλλιο	Ήλιο	Σκάνδιο	Λίθιο
Βισμούθιο	HREE	Πυριτιούχο μέταλλο	Μαγγάνιο
Βορικά άλατα	LREE	Ταντάλιο	Τιτάνιο
Κοβάλτιο	Μαγνήσιο	Βολφράμιο	Χαλκός
Άνθρακας οπτανθρακοποίησης	Γραφίτης	Βανάδιο	Νικέλιο
Αργυραδάμας	Νιόβιο	Ίνδιο	Αρσενικό
Γάλλιο	PGM	Φυσικό καουτσούκ	Στρόντιο

Πίνακας 4: Σύγκριση της λίστας του 2023 με του 2017

Στη συνέχεια συγκρίνονται οι αλλαγές μεταξύ της λίστας του 2023 με αυτή του 2014 και αποδόθηκαν σε πίνακα. Το 2014 μετά την αξιολόγηση χαρακτηρίστηκαν ως κρίσιμες 20 Ο.Π.Υ., δηλαδή 14 λιγότερες σε σύγκριση με την αξιολόγηση του 2023. Οι 17 από αυτές τις Ο.Π.Υ. είναι κοινές και στις δύο λίστες, ενώ τρεις από αυτές (ο μαγνησίτης, το ίνδιο και το χρώμιο) αξιολογήθηκαν ως κρίσιμες το 2014, το 2023 δε βρίσκονται στη λίστα.

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας που φαίνονται οι διαφορές αυτές. Με μαύρο χρώμα παρατίθενται οι κρίσιμες Ο.Π.Υ. που είναι κοινές στη λίστα του 2023 και του 2014, με κόκκινο χρώμα παρατίθενται οι 12 νέες κρίσιμες Ο.Π.Υ. που δεν είχαν συμπεριληφθεί στη λίστα του 2014 και προστέθηκαν το 2023, με μπλε χρώμα και σβησμένες έχουν παρατεθεί οι 3 κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες που αφαιρέθηκαν και με πράσινο χρώμα οι 6 κρίσιμες Ο.Π.Υ. που αξιολογήθηκαν για πρώτη φορά το 2023 και δεν είχαν αξιολογηθεί το 2014.

Κρίσιμες Ο.Π.Υ. 2023 vs 2014			
Αντιμόνιο	HREE	Αλουμίνιο/Βωξίτης	Βανάδιο
Βηρύλλιο	LREE	Βαρυτίνη	Χαλκός
Βορικά άλατα	Γραφίτης	Άστριος	Νικέλιο
Κοβάλτιο	Νιόβιο	Άφνιο	Αρσενικό
Άνθρακας οπτανθρακοποίησης	PGM	Λίθιο	Βισμούθιο
Αργυραδάμας	Φωσφορίτης	Μαγγάνιο	Ήλιο
Γάλλιο	Πυριτιούχο μέταλλο	Φυσικό καουτσούκ	Φώσφορος
Γερμάνιο	Μαγνησίτης	Σκάνδιο	Στρόντιο
Μαγνήσιο	ΐνδιο	Ταντάλιο	Τιτάνιο
Βολφράμιο	Χρόμιο		

Πίνακας 5: Σύγκριση της λίστας του 2023 με του 2014

Τέλος, συγκρίνονται οι διαφοροποιήσεις μεταξύ της λίστας του 2023 με τη λίστα του 2011, δηλαδή την πρώτη λίστα που φτιάχτηκε. Στην πρώτη αξιολόγηση του 2011 χαρακτηρίστηκαν ως κρίσιμες 14 Ο.Π.Υ. Στην αξιολόγηση του 2011 δε διαχωρίζονται σε «ελαφριές» και «βαριές», γι αυτό και υπολογίστηκαν ως 14. Με την αξιολόγηση του 2023 και διαχωρίζοντας τις σπάνιες γαίες σε HREE και LREE, οι κρίσιμες Ο.Π.Υ. του 2011 είναι 15, δηλαδή 19 λιγότερες από την αξιολόγηση του 2023. Οι 13 από αυτές τις Ο.Π.Υ. είναι κοινές και στις δύο λίστες, ενώ έχουν αφαιρεθεί το ίνδιο και το ταντάλιο.

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας που φαίνονται οι διαφορές αυτές. Με μαύρο χρώμα παρατίθενται οι κρίσιμες Ο.Π.Υ. που είναι κοινές στη λίστα του 2023 και του 2011, με κόκκινο χρώμα παρατίθενται οι 10 νέες κρίσιμες Ο.Π.Υ. που δεν είχαν συμπεριληφθεί στη λίστα του 2011 και προστέθηκαν το 2023, με μπλε χρώμα και σβησμένες έχουν παρατεθεί οι 2 κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες που αφαιρέθηκαν και με πράσινο χρώμα οι 11 κρίσιμες Ο.Π.Υ. που αξιολογήθηκαν για πρώτη φορά το 2023 και δεν είχαν αξιολογηθεί το 2011.

Κρίσιμες Ο.Π.Υ. 2023 vs 2011			
Αντιμόνιο	Γραφίτης	Άστριος	Άνθρακας οπτανθρακοποίησης
Βηρύλλιο	Νιόβιο	Λίθιο	Άφνιο
Κοβάλτιο	PGM	Μαγγάνιο	Ήλιο
Αργυραδάμας	Βολφράμιο	Σκάνδιο	Φυσικό καουτσούκ
Γάλλιο	ΐνδιο	Βανάδιο	Φωσφορίτης
Γερμάνιο	Ταντάλιο	Χαλκός	Φώσφορος
HREE	Αλουμίνιο/Βωξίτης	Νικέλιο	Πυριτιούχο μέταλλο
LREE	Βαρυτίνη	Αρσενικό	Στρόντιο
Μαγνήσιο	Βόριο	Βισμούθιο	Τιτάνιο

Πίνακας 6: Σύγκριση της λίστας του 2023 με του 2011

3. ΟΙ ΣΠΑΝΙΕΣ ΓΑΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

3.1. Οι Σπάνιες Γαίες

Ο όρος «Σπάνιες γαίες» χρησιμοποιείται για μια ομάδα 17 χημικών στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα. Τα 15 από αυτά τα στοιχεία βρίσκονται στην ομάδα των λανθανιδών, η οποία περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία: το Λανθάνιο, το Δημήτριο, το Πρασεοδύμιο, το Νεοδύμιο, το Προμήθειο, το Σαμάριο, το Ευρώπιο, το Γαδολίνιο, το Τέρβιο, το Δυσπρόσιο, το Όλμιο, το Έρβιο, το Θούλιο, το Υτέρβιο και το Λουτέτσιο. Την ομάδα των σπάνιων γαίων συμπληρώνουν το Σκάνδιο και το Ύτριο, τα οποία θεωρούνται σπάνιες γαίες λόγω παρόμοιων ιδιοτήτων που παρουσιάζουν. Παρόλα αυτά, μόνο το ύτριο συγκαταλέγεται στις σπάνιες γαίες, διότι εντοπίζεται σε παρόμοια κοιτάσματα μεταλλευμάτων με τις λανθανίδες, ενώ το σκάνδιο όχι. Το σκάνδιο συγκαταλέγεται στη λίστα των κρίσιμων Ο.Π.Υ. ξεχωριστά, καθώς συναντάται συχνότερα σε κοιτάσματα βωξίτη και έχει συγκεκριμένες χρήσεις.

Το όνομά τους προέκυψε λόγω της θεωρούμενης σπανιότητάς τους όταν ανακαλύφθηκαν, παρόλα αυτά βρίσκονται σε αφθονία στο φλοιό της Γης. Ο όρος «σπάνιες γαίες» συνάδει περισσότερο λόγω της πολυπλοκότητας και της σύνθετης διαδικασίας απομόνωσής τους. Είναι μεταλλικά στοιχεία και εμφανίζουν κοινές φυσικές και χημικές ιδιότητες. Με εξαίρεση το σκάνδιο, οι σπάνιες γαίες εντοπίζονται σε παρόμοια κοιτάσματα μεταλλευμάτων.

Οι σπάνιες γαίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες με βάση τον ατομικό τους αριθμό. Η πρώτη κατηγορία ονομάζεται «ελαφριές» σπάνιες γαίες (Light Rare Earth Elements, LREE) και σε αυτή εντάσσονται τα στοιχεία των σπάνιων γαίων που εμφανίζουν μικρό ατομικό αριθμό, τα οποία είναι το λανθάνιο, το δημήτριο, το πρασεοδύμιο, το νεοδύμιο, το σαμάριο και το σκάνδιο και τα συναντάμε πιο συχνά. Η δεύτερη κατηγορία ονομάζεται «βαριές» σπάνιες γαίες (Heavy Rare Earth Elements, HREE) και εντάσσονται τα στοιχεία των σπάνιων γαίων που εμφανίζουν μεγάλο ατομικό αριθμό, τα οποία είναι το ευρώπιο, το γαδολίνιο, το τέρβιο, το δυσπρόσιο, το όλμιο, το έρβιο, το θούλιο, το υτέρβιο, το λουτέτσιο και το ύτριο.

1	2											10	11	12			
H	He											Ne	Ar	Kr	Xe	Rn	
3	4											5	6	7	8	9	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114				
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Εικόνα 3: Περιοδικός Πίνακας και απεικόνιση του διαχωρισμού των σπάνιων γαίων σε LREE και HREE (Shculer et al., 2011)

3.2. Παραγωγή Σπάνιων Γαιών

Παρόλο που ονομάζονται σπάνιες γαίες, δεν είναι τόσο σπάνιες στο φλοιό της Γης, αλλά είναι διάσπαρτες στο φλοιό της Γης χωρίς να σχηματίζουν συχνά μεταλλοφόρα κοιτάσματα, καθιστώντας τα έτσι δύσκολο να εκμεταλλευτούν. Ο συνολικός αριθμός των ορυκτών στα οποία περιέχονται σπάνιες γαίες αγγίζει τα 200 αν και στα περισσότερα από αυτά οι περιεκτικότητες είναι πολύ μικρές και δύσκολα εκμεταλλεύσιμες. Το μεγαλύτερο ποσοστό σε σπάνιες γαίες συναντάται στον μπαστνασίτη, στο ξενότιμο και στο μοζανίτη.

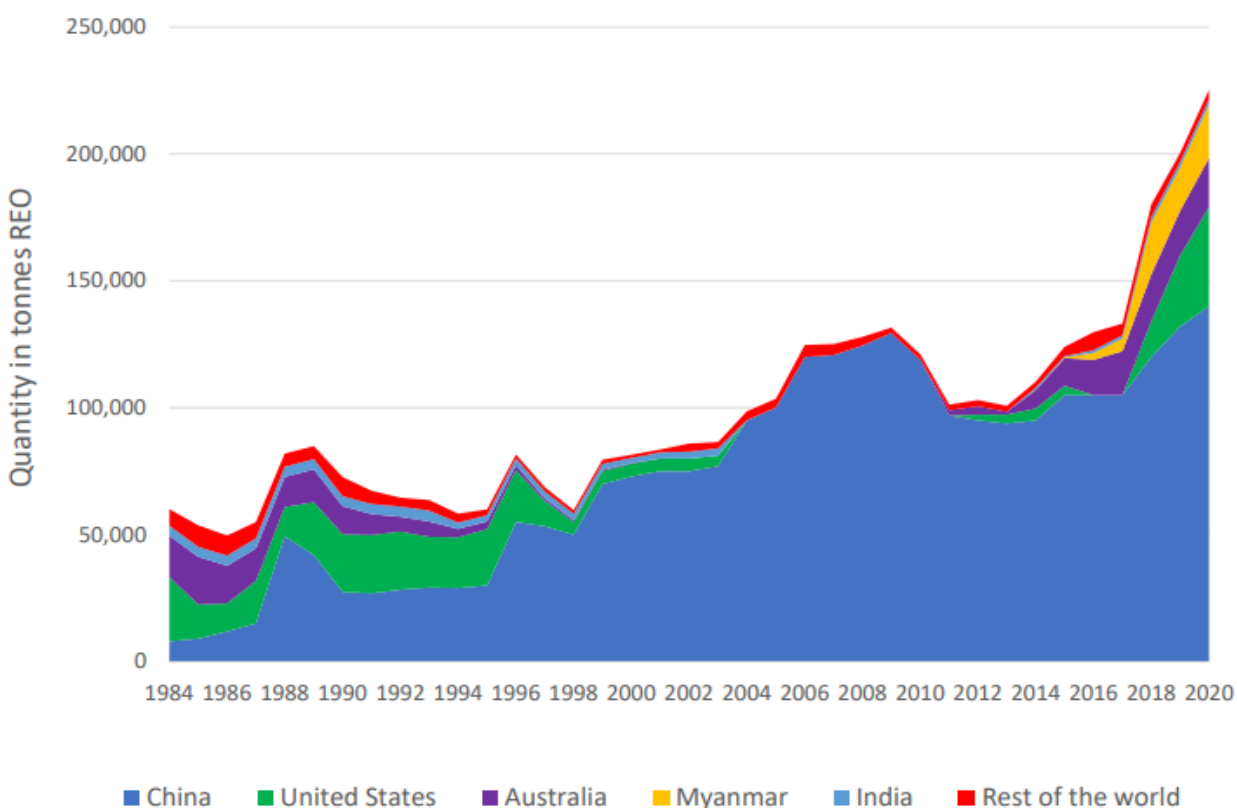
Στον παρακάτω πίνακα, απεικονίζεται η παγκόσμια παραγωγή σε σπάνιες γαίες κατά μέσο όρο για το 2016 – 2020 με δεδομένα της Eurostat του 2022.

Σπάνιες Γαίες	Παγκόσμια Παραγωγή (Τόννοι)
Δημήτριο	57,740
Νεοδύμιο	26,845
Λανθάνιο	42,823
Πρασεοδύμιο	6,860
Σαμάριο	3,343
Ευρώπιο	381
Τέρβιο	182
Γαδολίνιο	1,974
Έρβιο	478
Ύτριο	5,133
Όλμιο	123.11
Λουτέτσιο	15.49
Θούλιο	15.44
Υτέρβιο	186
Δυσπρόσιο	708

Πίνακας 7: Ποσότητες παραγωγής σπάνιων γαιών

Η παγκόσμια παραγωγή τους υπολογίζεται στους 280,000 τόνους για το 2021, έχοντας αυξηθεί σε σχέση με την παραγωγή του 2020 που είχε υπολογιστεί στους 240,000 τόνους. Η Κίνα αποτελεί με διαφορά τη μεγαλύτερη παραγωγό σπάνιων γαιών στον κόσμο με παραγωγή που υπολογίστηκε στους 168,000 τόνους. Υπολογίστηκε ότι το 68% της παραγωγής γίνεται από την Κίνα. Ταυτόχρονα, σημαντική παραγωγή, αν και πολύ μικρότερη από την Κίνα έχουν η Αυστραλία με το 10% της παγκόσμιας παραγωγής, οι Η.Π.Α. με 9%, η Μιανμάρ με 8% και η Ρωσία με 2% και 3% από τον υπόλοιπο κόσμο.

Παρακάτω παρατίθεται ένα διάγραμμα που έχει απεικονιστεί η παγκόσμια πρωτογενής παραγωγή σπάνιων γαιών από το 1984.

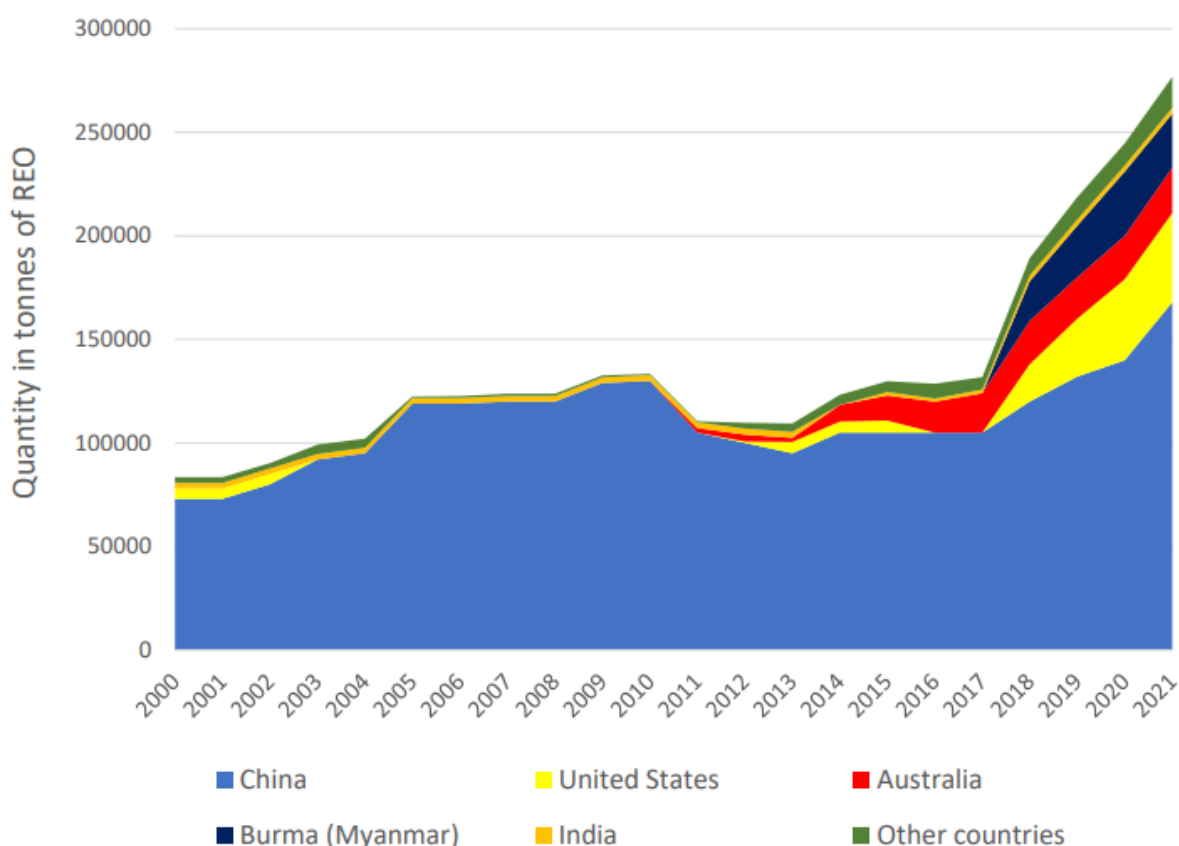


Εικόνα 4: Πρωτογενής παραγωγή σπάνιων γαιών από το 1984 (WMD, από το 1984)

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα με την πάροδο των ετών διακρίνεται μία αύξηση της εκμετάλλευσης σπάνιων γαιών, με ραγδαία αύξηση τα τελευταία έτη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στις ολοένα και περισσότερες χρήσεις των σπάνιων γαιών, ειδικότερα βρίσκουν εφαρμογή σε νέες τεχνολογίες. Η παραγωγή τους έχει σχεδόν πενταπλασιαστεί αυτά τα χρόνια και φαίνεται να υπάρχουν κάποιες χώρες που σταθερά είναι οι μεγαλύτερες παραγωγούς. Οι χώρες αυτές είναι η Κίνα, οι Η.Π.Α. και η Αυστραλία. Η Ινδία ήταν χώρα που μέχρι τις αρχές του 21^{ου} αιώνα είχε μία παραγωγή που τα επόμενα χρόνια μειώθηκε. Αντίστοιχα, τα τελευταία χρόνια αυξάνεται η παραγωγή σπάνιων γαιών στη Μιανμάρ. Αξιοσημείωτο είναι ότι η Κίνα από το 1984 μέχρι τα τέλη του 20^{ου} αιώνα είχε σημαντικό μέρος της παραγωγής, αλλά όχι και το μεγαλύτερο, κάτι το

οποίο άλλαξε σε μεγάλο βαθμό τα επόμενα χρόνια. Παρατηρείται μία μείωση στην παραγωγή από τις άλλες χώρες, ενώ ταυτόχρονα μία αύξηση στην παραγωγή από την Κίνα, φτάνοντας στο σημείο την πρώτη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα να μονοπωλεί στην εκμετάλλευση τους. Στα τελευταία χρόνια του διαγράμματος φαίνεται ότι η Κίνα παράγει περισσότερο από τις υπόλοιπες χώρες μαζί, παρόλο που η παραγωγή της παραμένει σταθερά υψηλή και οι υπόλοιπες χώρες αυξάνουν την παραγωγή τους.

Παρακάτω παρατίθεται ένα διάγραμμα που έχει απεικονιστεί η παγκόσμια πρωτογενής παραγωγή σπάνιων γαιών από το 2000.

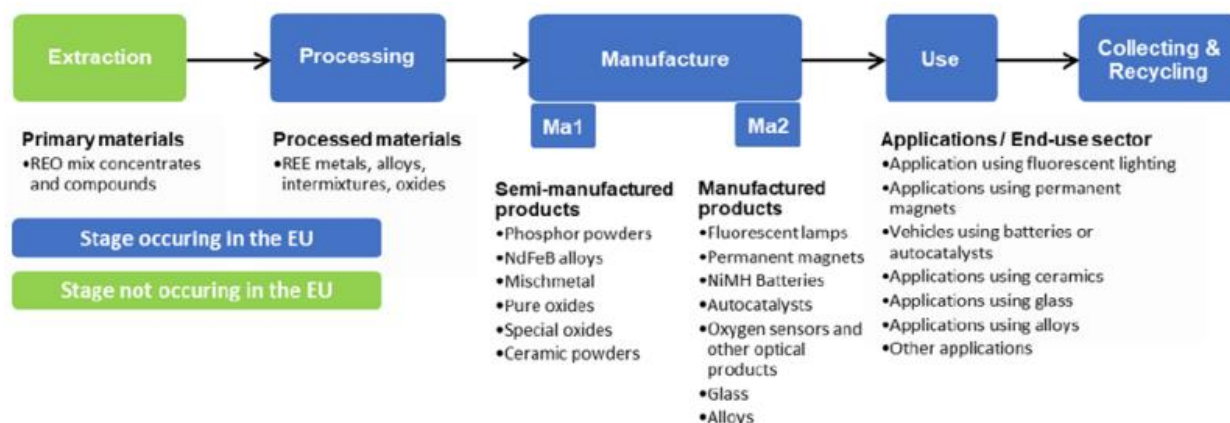


Εικόνα 5: Πρωτογενής παραγωγή σπάνιων γαιών από το 2000 (WMD, από το 2000)

Το παραπάνω διάγραμμα αναπαριστά καλύτερα την κατάσταση που επικρατεί τον 21^ο αιώνα όσον αφορά την πρωτογενή παραγωγή σπάνιων γαιών. Όπως προαναφέρθηκε, στις αρχές του αιώνα η Κίνα έχει με διαφορά τη μεγαλύτερη παραγωγή. Φαίνεται πως το 2010 η παραγωγή από την Κίνα ξεκίνησε να μειώνεται και να αυξάνεται η παραγωγή από τις υπόλοιπες χώρες που αναφέρονται. Το 2021 έχει αυξηθεί η παραγωγή της Κίνας, αλλά και των Η.Π.Α., της Αυστραλίας, της Μιανμάρ και υπολοίπων χωρών. Τέλος, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι παρατηρείται απότομη αύξηση της παραγωγής από όλες τις χώρες.

3.3. Οι Σπάνιες Γαίες στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει σε ποσοστό 100% όλες τις σπάνιες γαίες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι παρόλο που υπάρχουν εμφανίσεις σπάνιων γαιών, δεν είναι σε τέτοια ποσότητα που η εκμετάλλευσή τους να είναι συμφέρουσα. Παρόλα αυτά η Ευρωπαϊκή Ένωση χρησιμοποιεί τις σπάνιες γαίες οπότε αναγκαστικά τις προμηθεύεται από άλλες χώρες, ωστόσο κάποιες χώρες της συμβάλλουν σε διαφορετικά στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Χώρες όπως η Γαλλία και η Εσθονία έχουν τη δυνατότητα να προμηθεύονται σπάνιες γαίες αλλά να πραγματοποιούν οι ίδιες το διαχωρισμό, ρίχνοντας έτσι πολύ το κόστος εισαγωγής της πρώτης ύλης. Επίσης, κι άλλες χώρες συμβάλλουν στην κατασκευή προϊόντων βασισμένα στις σπάνιες γαίες, όπως στην κατασκευή μαγνητών και διαφόρων κραμάτων, αλλά και καταλυτών και γυαλιστικών προϊόντων, που η χρήση σπάνιων γαιών κρίνεται απαραίτητη. Όλα αυτά διακρίνονται αναλυτικότερα στο παρακάτω διάγραμμα που απεικονίζει την εφοδιαστική αλυσίδα της Ε.Ε. από την εξόρυξη μέχρι και την τελική ανακύκλωση των σπάνιων γαιών.

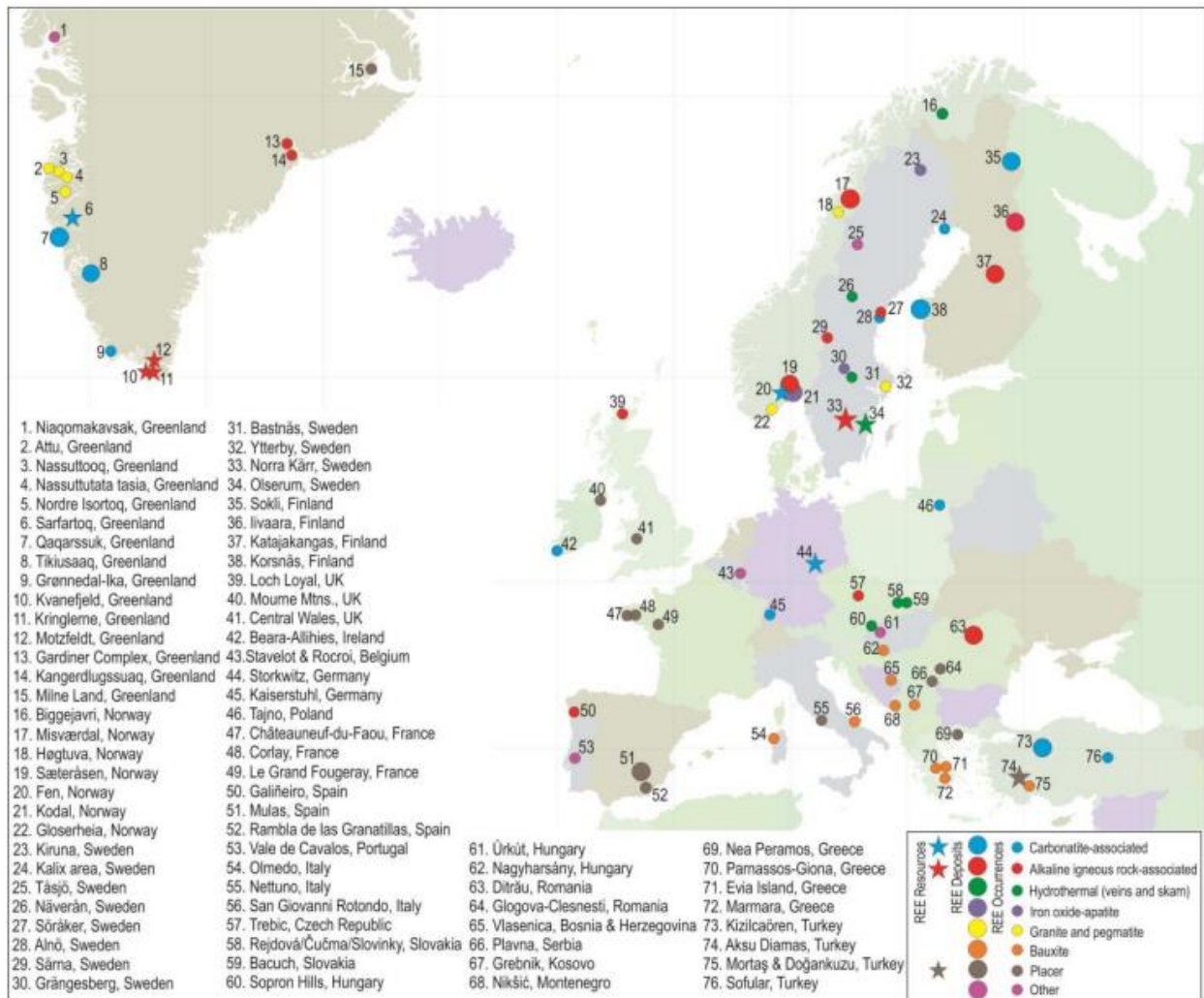


Εικόνα 6: Τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Screen, 2023)

Παρόλο που δεν γίνεται εξόρυξη σπάνιων γαιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όπως φαίνεται στο διάγραμμα και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, υπάρχουν εμφανίσεις τους σε διάφορες χώρες της Ευρώπης. Όλες οι χώρες που έχουν φωσφορούχα κοιτάσματα είναι πιθανό να εμφανίζουν σπάνιες γαίες, καθώς συχνά συναντώνται σε ορυκτά του φωσφόρου. Αναφορικά, τέτοιες χώρες είναι το Βέλγιο, η Τσεχία, η Φινλανδία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ελλάδα, η Γροιλανδία, η Ιρλανδία, η Ιταλία, η Ουγγαρία, η Νορβηγία, η Πολωνία, η Πορτογαλία, η Ρουμανία, η Σλοβακία, η Ισπανία, η Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Στην Ελλάδα υπάρχουν εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα βωξίτη, τα οποία βρίσκονται στον Παρνασσό, στην Γκιόνα, στον Ελικώνα και στην Εύβοια. Τα αποθέματα βωξίτη στη χώρα υπολογίζονται στους 70 Mt. Εκμετάλλευση του βωξίτη προς το παρόν γίνεται για το αλουμίνιο. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Τσιραμπίδη και το Φιλιππίδη (2012) στα κοιτάσματα βωξίτη της κεντρικής Ελλάδας οι σπάνιες γαίες υπολογίστηκαν στα 3275 με 6378 ppm. Παρόλο που οι συγκεντρώσεις είναι υψηλές, δεν είναι αντιπροσωπευτικές για όλα τα κοιτάσματα βωξίτη της

Ελλάδα. Οι υψηλές τιμές πιθανότατα προκύπτουν λόγω της δειγματοληψίας που πραγματοποιήθηκε σε συγκεκριμένες περιοχές που το κοίτασμα είναι πλούσιο σε σπάνιες γαίες.



Εικόνα 7: Περιοχές εμφάνισης σπάνιων γαιών στην Ευρώπη (British Geological Survey)

Στον παραπάνω χάρτη απεικονίζονται οι περιοχές εμφάνισης σπάνιων γαιών στην Ευρώπη. Φαίνεται ότι υπάρχουν 76 τέτοιες περιοχές σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, οι οποίες αναγράφονται. Κάθε περιοχή έχει διαφορετικό χρώμα και σχήμα ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος που εμφανίζονται οι σπάνιες γαίες. Ανάλογα με το σχήμα που αποδίδεται σε κάθε περιοχή γίνεται κατανοητό το αν πρόκειται για εμφάνιση σπάνιων γαιών ή για κοιτάσμα, όπως φαίνεται και στο υπόμνημα. Ανάλογα με το χρώμα που αποδίδεται σε κάθε περιοχή γίνεται κατανοητό σε τι τύπου κοιτάσμα εμφανίζονται οι σπάνιες γαίες. Στο υπόμνημα εξηγείται το κάθε χρώμα σε τι τύπου κοιτάσμα απευθύνεται. Για να γίνει πιο κατανοητό αυτό, στην Ελλάδα, για παράδειγμα, με βάση το χάρτη, υπάρχει εμφάνιση σπάνιων γαιών στα κοιτάσματα βωξίτη στην κεντρική Ελλάδα και εμφάνιση σπάνιων γαιών στη Νέα Πέραμο σε κοιτάσμα πολύτιμων μετάλλων.

3.4. Εισαγωγή και Εξαγωγή Σπάνιων Γαιών στην Ευρώπη

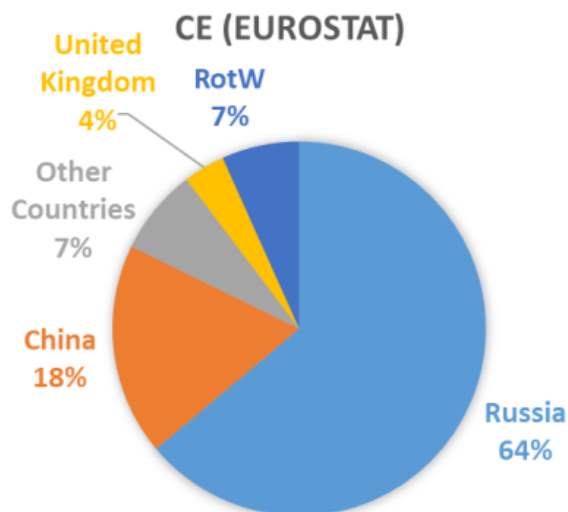
Η Ευρωπαϊκή Ένωση όπως προαναφέρθηκε αναγκάζεται να εισάγει σπάνιες γαίες για να καλύψει τις ανάγκες της, καθώς δεν υπάρχει πρωτογενής παραγωγή. Στον παρακάτω πίνακα αποδίδεται η κατανάλωση της Ε.Ε. για καθεμία από τις σπάνιες γαίες που αναφέρεται σε τόνους.

Σπάνιες Γαίες	Κατανάλωση Ε.Ε. (Τόνοι)
Δημήτριο	4,086
Νεοδύμιο	119
Λανθάνιο	2,234
Πρασεοδύμιο	107
Σαμάριο	26.5
Ευρώπιο	3.86
Τέρβιο	5.9
Γαδολίνιο	170
Έρβιο	111
Ύττριο	224
Όλμιο	0.23
Λουτέτσιο	20.5
Θούλιο	0.74
Υτέρβιο	27
Δυσπρόσιο	1.13

Πίνακας 8: Ποσότητες εισαγωγής σπάνιων γαιών από την Ευρωπαϊκή Ένωση

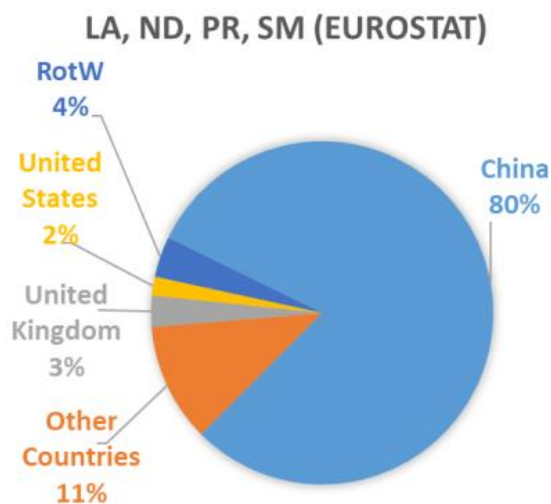
Συμπερασματικά, προκύπτει ότι η Ε.Ε. είναι εξαρτώμενη από άλλες χώρες για την εισαγωγή σπάνιων γαιών με διαφορετικές χώρες να προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η Ε.Ε. εισάγει δημήτριο από τη Ρωσία με ποσοστό 64%, την Κίνα 18%, το Ηνωμένο Βασίλειο 4% και από άλλες χώρες σε μικρότερο ποσοστό.



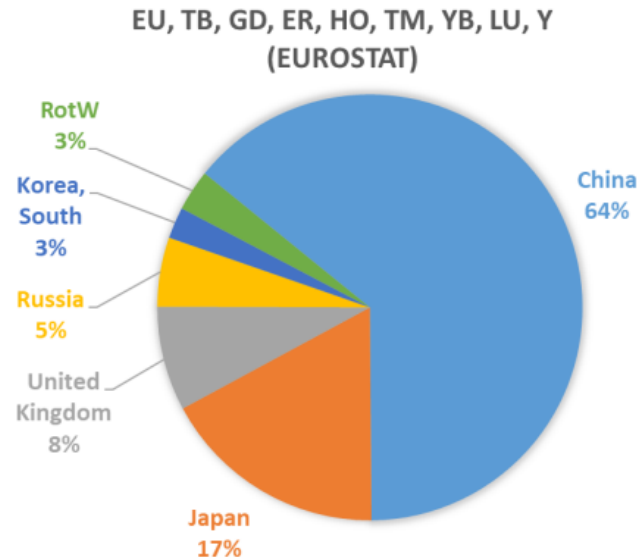
Εικόνα 8: Εισαγωγή δημητρίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat, 2022)

Εισάγει νεοδύμιο, λανθάνιο, πρασεοδύμιο και σαμάριο από την Κίνα με ποσοστό 80%, το Ηνωμένο Βασίλειο 3%, τις Η.Π.Α. 2% και από άλλες χώρες σε μικρότερο ποσοστό.



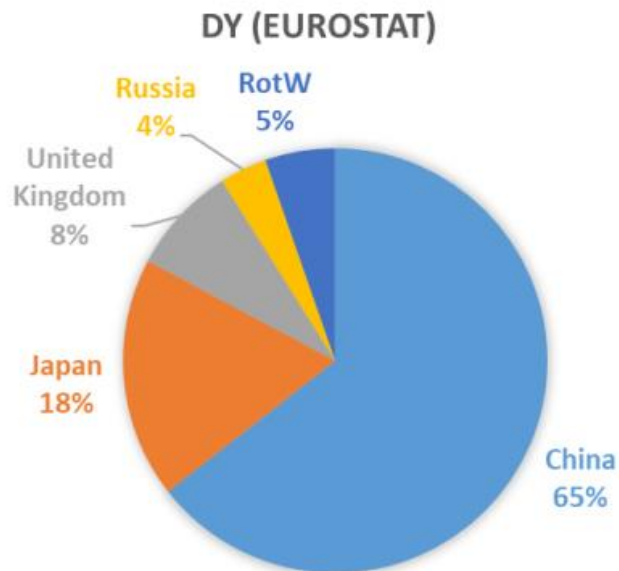
Εικόνα 9: Εισαγωγή νεοδυμίου, λανθανίου, πρασεοδυμίου και σαμαρίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat, 2022)

Εισάγει ευρώπιο, τέρβιο, γαδολίνιο, έρβιο, ύτριο, όλμιο, λουτέτσιο, θούλιο και υτέρβιο από την Κίνα με ποσοστό 64%, την Ιαπωνία 17%, το Ηνωμένο Βασίλειο 8%, τη Ρωσία 5%, τη Νότια Κορέα 3% και από άλλες χώρες σε μικρότερο ποσοστό.



Εικόνα 10: Εισαγωγή ευρωπαϊού, τερβίου, γαδολινίου, ερβίου, υτρίου, οσμίου, λουτετίου, θουλίου και υτερβίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat, 2022)

Τέλος, εισάγει δυσπρόσιο από την Κίνα με ποσοστό 65%, την Ιαπωνία 18%, το Ηνωμένο Βασίλειο 8%, τη Ρωσία 4% και άλλες χώρες σε μικρότερο ποσοστό.



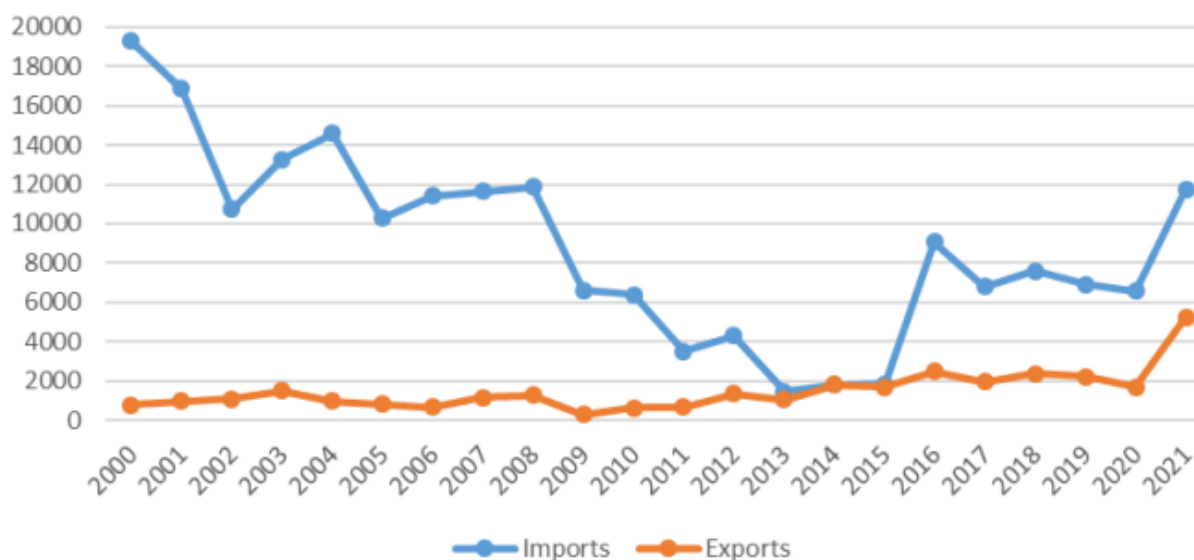
Εικόνα 11: Εισαγωγή δυσπρόσιου από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat, 2022)

Παρακάτω έχουν παρατεθεί διαγράμματα που απεικονίζουν τις εισαγωγές και τις εξαγωγές σπάνιων γαιών. Τα διαγράμματα αυτά αφορούν το δημήτριο που εξετάζεται ξεχωριστά από τις υπόλοιπες σπάνιες γαίες και αποδίδονται οι εισαγωγές και οι εξαγωγές από το 2000 μέχρι το 2021 με τα μέχρι τώρα αναρτημένα δεδομένα της Eurostat του 2022, τα οποία είναι και τα τελευταία. Έπειτα, αποδόθηκαν σε γράφημα οι χώρες εισαγωγής δημητρίου, καθώς απεικονίζεται και η ποσότητα που εισάγεται κάθε χρόνο από την κάθε αναφερόμενη χώρα.

Επίσης, η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για να απεικονιστούν σε διαφορετικά διαγράμματα οι εισαγωγές και οι εξαγωγές σε «ελαφριές» και «βαριές» σπάνιες γαίες, με δεδομένα της Eurostat του 2022, τα οποία είναι τα τελευταία αναρτημένα, για τα έτη 2016 μέχρι και 2021. Έπειτα, όπως και με το δημήτριο αποδόθηκαν σε γράφημα οι χώρες εισαγωγής του για τα αντίστοιχα προαναφερθέντα έτη.

Όμως, τα διαγράμματα και τα γραφήματα που αναφέρονται πάνω είναι για εισαγωγές και εξαγωγές ενώσεων που περιέχουν δημήτριο, «ελαφριές» και «βαριές» σπάνιες γαίες. Για αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκε η ίδια διαδικασία με σκοπό την απεικόνιση σε διαγράμματα για την εισαγωγή και την εξαγωγή μετάλλων «ελαφριών» και «βαριών» σπάνιων γαιών, που η περιεκτικότητα είναι μεγαλύτερη του 95% για το εκάστοτε μέταλλο., αποδίδοντας και τις χώρες εισαγωγής και τις ποσότητες τους. Τα δεδομένα πάλι προέκυψαν από στοιχεία της Eurostat του 2022 για τα έτη 2016 μέχρι και 2021.

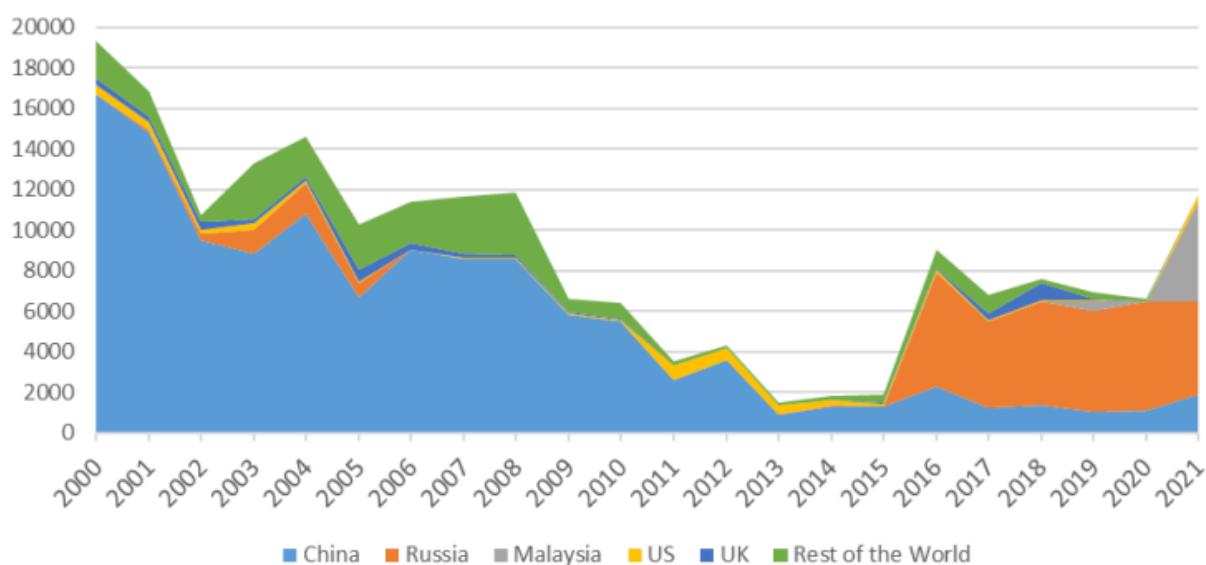
Πρώτα, παρατίθεται το διάγραμμα για τις εισαγωγές και τις εξαγωγές για τις ενώσεις του δημητρίου για τα έτη 2000 με 2021.



Εικόνα 12: Εισαγωγή και εξαγωγή ενώσεων δημητρίου σε τόνους στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2000 – 2021 (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι από το 2000 μέχρι το 2021 η εισαγωγή ενώσεων δημητρίου είναι πολύ μεγαλύτερη από την εξαγωγή τους. Από το 2000 μέχρι το 2015 παρατηρείται σταδιακή μείωση των εισαγωγών ενώσεων δημητρίου με μικρές αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά. Το 2000 οι εισαγωγές ήταν περίπου 20,000 τόνοι, μεγαλύτερες από κάθε άλλη χρονιά φτάνοντας το 2015 μετά από διαρκείς μειώσεις σε λιγότερους από 2,000 τόνους. Από το 2015 και έπειτα παρατηρείται μία αύξηση των εισαγωγών, φτάνοντας το 2021 σχεδόν τους 12,000 τόνους. Η αύξηση αυτή είναι μεγάλη σε σχέση με τους 2,000 τόνους του 2015, αλλά δεν πλησιάζει τους 20,000 τόνους του 2000. Ταυτόχρονα, οι εξαγωγές από την Ε.Ε. είναι σταθερά χαμηλές σε σύγκριση με τις εισαγωγές από το 2000 μέχρι και το 2020, φτάνοντας περίπου του 2,000 τόνους για όλες τις χρονιές. Εξάιρεση αποτελεί το 2021 που παρατηρείται μία αξιοσημείωτη αύξηση των εξαγωγών, υπερδιπλασιάζοντας τις εξαγωγές του 2020 και ξεπερνώντας τους 5,000 τόνους.

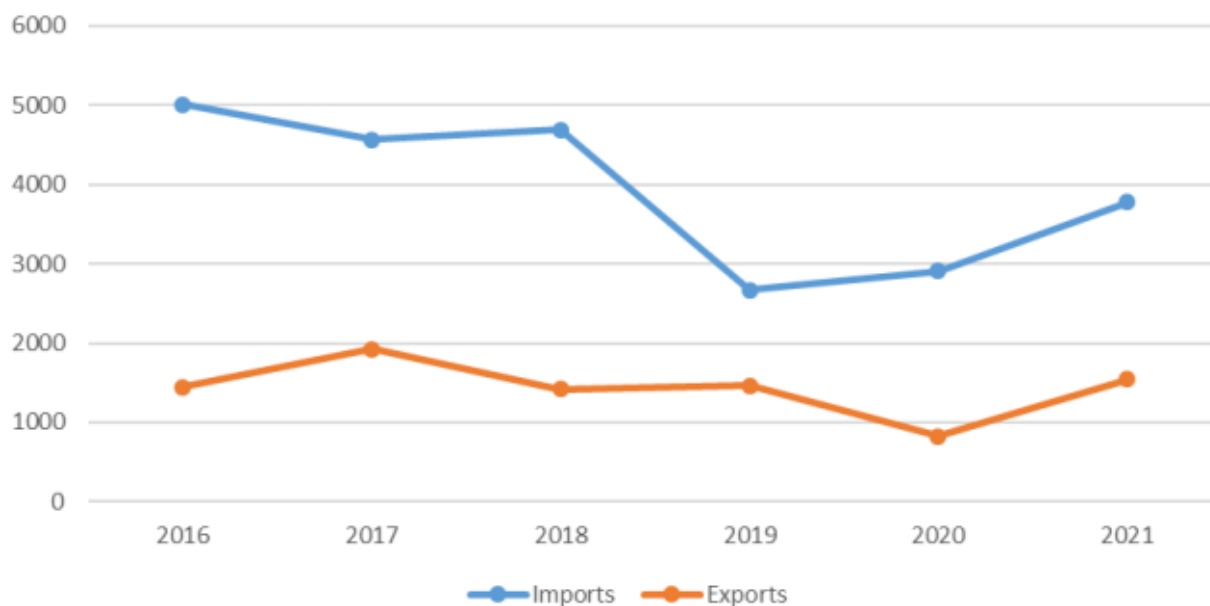
Παρακάτω, παρατίθεται το διάγραμμα που δείχνει από ποιες χώρες προμηθεύεται η Ευρωπαϊκή Ένωση τις ενώσεις δημητρίου και σε τι ποσότητα από κάθε χώρα.



Εικόνα 13: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής ενώσεων δημητρίου σε τόνους από την Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2000 – 2021 (Eurostat, 2022)

Όπως φαίνεται ο βασικός προμηθευτής της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 2000 ήταν η Κίνα εισάγοντας σχεδόν το 90%, κάτι το οποίο ίσχυε για όλες τις χρονιές ακόμα κι αν η εισαγωγή ενώσεων δημητρίου μειωνόταν. Η Κίνα όμως ήταν μέχρι το 2015 ο βασικός προμηθευτής, κάτι το οποίο άλλαξε μαζί με την αύξηση των εισαγωγών το 2016, που βασικός προμηθευτής έγινε η Ρωσία, κάτι το οποίο ισχύει μέχρι και το 2021. Σημαντική συνεισφορά στις εισαγωγές έχει και η Μαλαισία και σε μικρό ποσοστό το Ηνωμένο Βασίλειο. Από το 2015 μέχρι το 2021 η Κίνα εισήγαγε σταθερά λιγότερους από 2000 τόνους, αποτελώντας το 2021 το 16% των εισαγωγών. Για το 2021 αξιοσημείωτη είναι η αύξηση εισαγωγών από τη Μαλαισία που αποτέλεσε το 39% των εισαγωγών, πλησιάζοντας το 42% των εισαγωγών από τη Ρωσία, που προμήθευε με διαφορά τη μεγαλύτερη ποσότητα ενώσεων δημητρίου από το 2015 μέχρι το 2020.

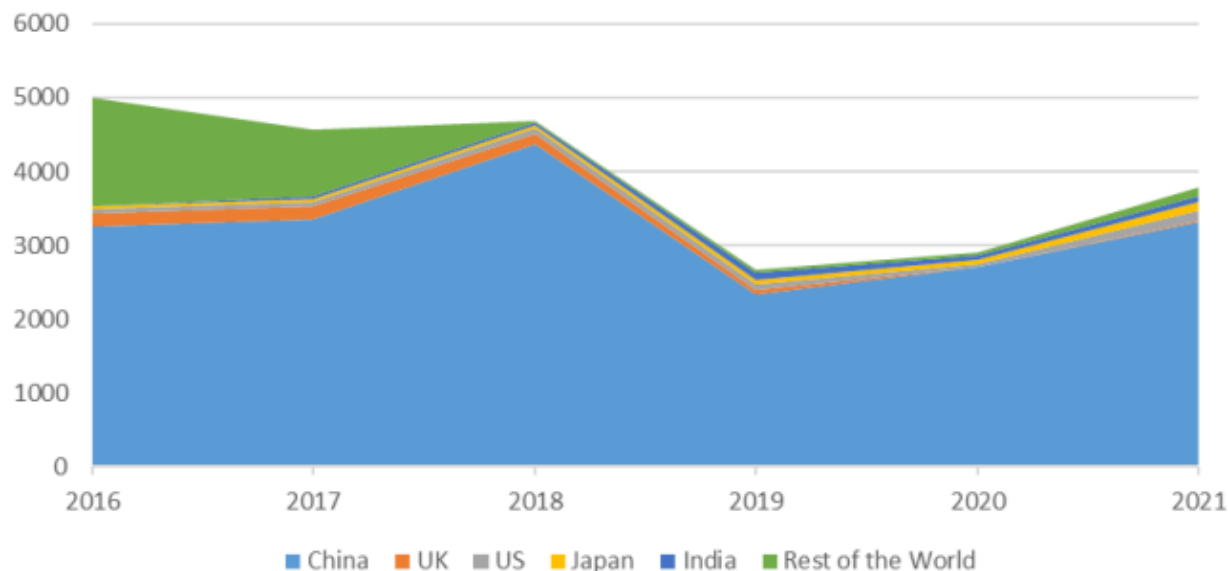
Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα για την εισαγωγή και την εξαγωγή ενώσεων «ελαφριών» σπάνιων γαιών για τα έτη 2016 με 2021.



Εικόνα 14: Εισαγωγή και εξαγωγή ενώσεων «ελαφριών» σπάνιων γαιών σε τόνους στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2016 – 2021 (Eurostat, 2022)

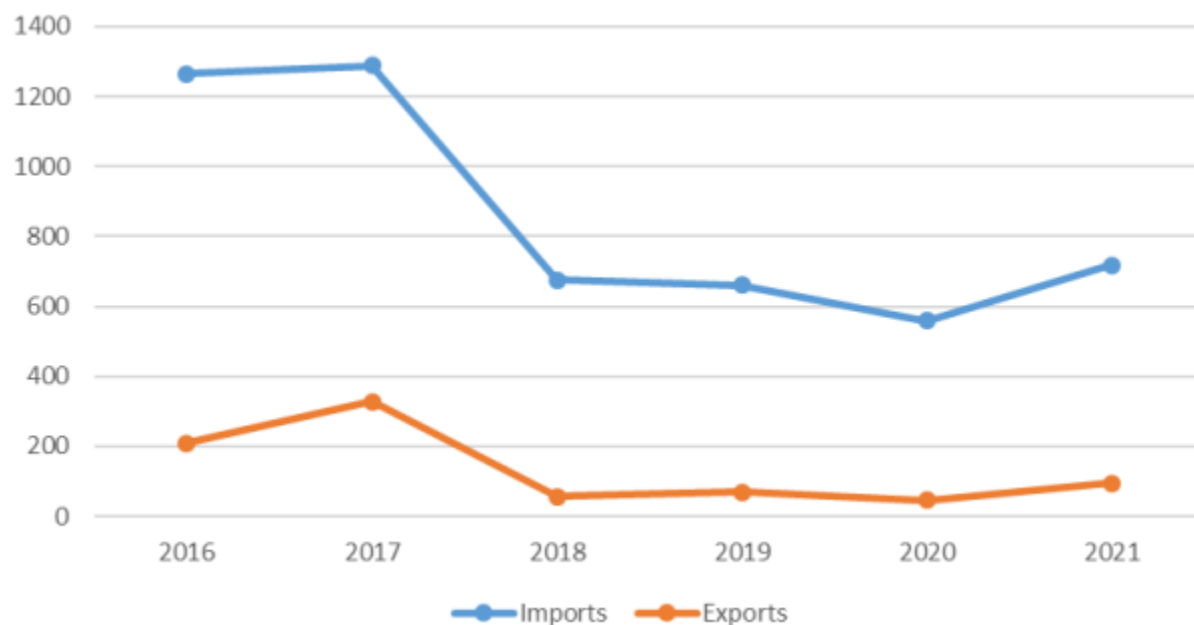
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθενται οι εισαγωγές και οι εξαγωγές ενώσεων «ελαφριών» σπάνιων γαιών, δηλαδή ενώσεων λανθανίου, πρασεοδυμίου, νεοδυμίου και σαμαρίου. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα οι εισαγωγές των ενώσεων αυτών κυμαίνονται από 3,000 μέχρι 5,000 τόνους για όλες τις χρονιές. Η μεγαλύτερη εισαγωγή έγινε το 2016 φτάνοντας τους 5,000 τόνους ενώ η μικρότερη εισαγωγή έγινε το 2019 που δεν έφτασε τους 3,000 τόνους. Πιθανόν, από τις ενώσεις των «ελαφριών» σπάνιων γαιών, μεγαλύτερη εισαγωγή γίνεται των ενώσεων του λανθανίου που βρίσκει εφαρμογή σε καταλύτες πυρόλυσης ρευστών στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου. Ταυτόχρονα, οι εξαγωγές, όπως και στις ενώσεις του δημητρίου, είναι σταθερά χαμηλότερα από τις εισαγωγές. Παρατηρείται μία σχετική σταθερότητα στις εξαγωγές χωρίς μεγάλες ετήσιες αποκλίσεις, με τις εξαγωγές να κυμαίνονται κοντά στους 1,000 με 2,000 τόνους.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται από ποιες χώρες προμηθεύεται ενώσεις «ελαφριών» σπάνιων γαιών η Ευρωπαϊκή Ένωση και σε τι ποσότητα από κάθε χώρα. Όπως φαίνεται η Κίνα είναι με διαφορά ο κύριος προμηθευτής της Ε.Ε. Το 2016 το 65% των εισαγωγών ήταν από την Κίνα, ποσοστό το οποίο από το 2018 και μετά έφτασε πάνω από 85%. Το 2021 η εισαγωγή των ενώσεων αυτών έφτασε το 88% από την Κίνα και σε πολύ μικρότερο ποσοστό από τις Η.Π.Α. με 4%, την Ιαπωνία με 3%, την Ινδία με 2% και από χώρες του υπόλοιπου κόσμου με ποσοστό 3%.



Εικόνα 15: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής ενώσεων «ελαφριών» σπάνιων γαιών σε τόνους από την Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2016 – 2021 (Eurostat, 2022)

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα για την εισαγωγή και την εξαγωγή ενώσεων «βαριών» σπάνιων γαιών για τα έτη 2016 με 2021.

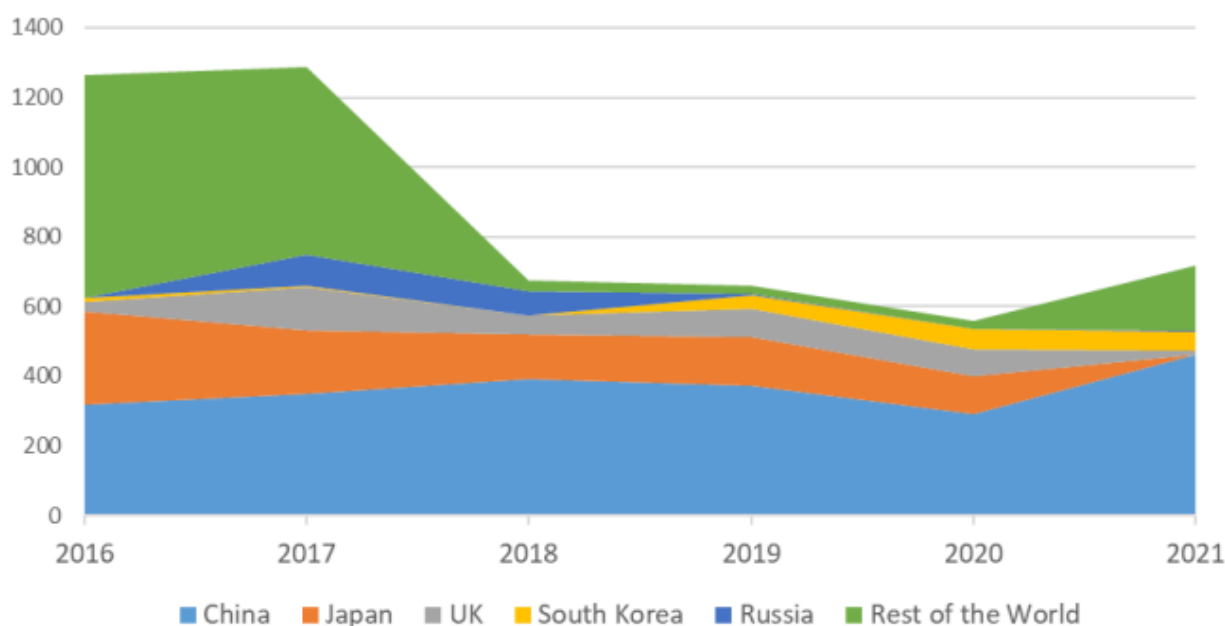


Εικόνα 16: Εισαγωγή και εξαγωγή ενώσεων «βαριών» σπάνιων γαιών σε τόνους στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2016 – 2021 (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθενται οι εισαγωγές και οι εξαγωγές ενώσεων «ελαφριών» σπάνιων γαιών, δηλαδή ενώσεων ευρωπαϊού, γαδολινίου, τερβίου, δυσπροσίου, ολμίου, ερβίου, θουλίου, υτερβίου, λουτετσίου και υτρίου. Οι εισαγωγές εμφανίζουν μία τάση μείωσης από το

2017 μέχρι το 2020 κι αυτό αλλάζει το 2021 που παρατηρείται μία μικρή αύξηση από την προηγούμενη χρονιά. Οι εισαγωγές ήταν το 2016 και το 2017 πάνω από 1,200 τόνους, ενώ το 2018 μειώθηκαν στο μισό. Το 2018 και το 2019 οι εισαγωγές δεν ξεπέρασαν τους 700 τόνους, ενώ το 2020 ήταν μόλις 559 τόνους και το 2021 αυξήθηκε στους 718 τόνους. Ταυτόχρονα, οι εξαγωγές παρουσίασαν αντίστοιχη τάση με τις εισαγωγές που μειώθηκαν μετά το 2017 σε μεγάλο βαθμό. Οι εξαγωγές το 2016 ήταν λίγο πάνω από 200 τόνους, φτάνοντας με μια μεγάλη αύξηση το 2017 πάνω από 350 τόνους και μειώθηκε απότομα για τα επόμενα χρόνια μέχρι και το 2021 που έφτασαν τους 94 τόνους.

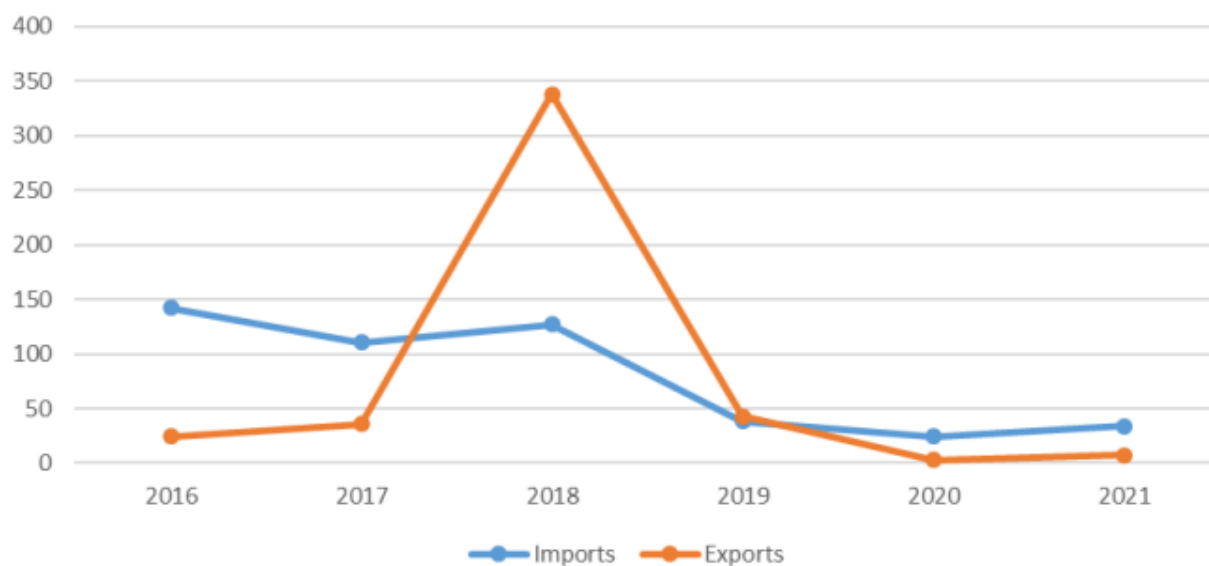
Παρακάτω, παρατίθεται το διάγραμμα που δείχνει από ποιες χώρες προμηθεύεται η Ευρωπαϊκή Ένωση τις ενώσεις «βαριών» σπάνιων γαιών και σε τι ποσότητα από κάθε χώρα.



Εικόνα 17: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής ενώσεων «βαριών» σπάνιων γαιών σε τόνους από την Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2016 – 2021 (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αλλαγές στις ποσότητες εισαγωγών από κάθε χώρα. Το 2016 μόλις το 25% εισάχθηκε από την Κίνα και το 21% από την Ιαπωνία. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό εισαγωγών για την Ε.Ε. πραγματοποιήθηκε από χώρες του υπόλοιπου κόσμου. Παρόμοια ήταν τα ποσοστά εισαγωγών για το 2017. Το 2018 μέχρι και το 2020 μειώθηκε η συνολική ποσότητα εισαγωγών, αλλά παρέμειναν σε ίδιο επίπεδο οι εισαγωγές από την Κίνα, την Ιαπωνία και το Ηνωμένο Βασίλειο, παρουσιάζοντας μεγάλη μείωση η εισαγωγή από χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο. Έτσι, το 2021 παρουσιάστηκε αύξηση των εισαγωγών από την Κίνα με ποσοστό 64%, αύξηση των εισαγωγών από τη Νότια Κορέα στο 8% και αύξηση ξανά των εισαγωγών από χώρες του υπόλοιπου κόσμου με ποσοστό 26%. Τέλος, το Ηνωμένο Βαίλειο αποτέλεσε μόλις το 2% των εισαγωγών.

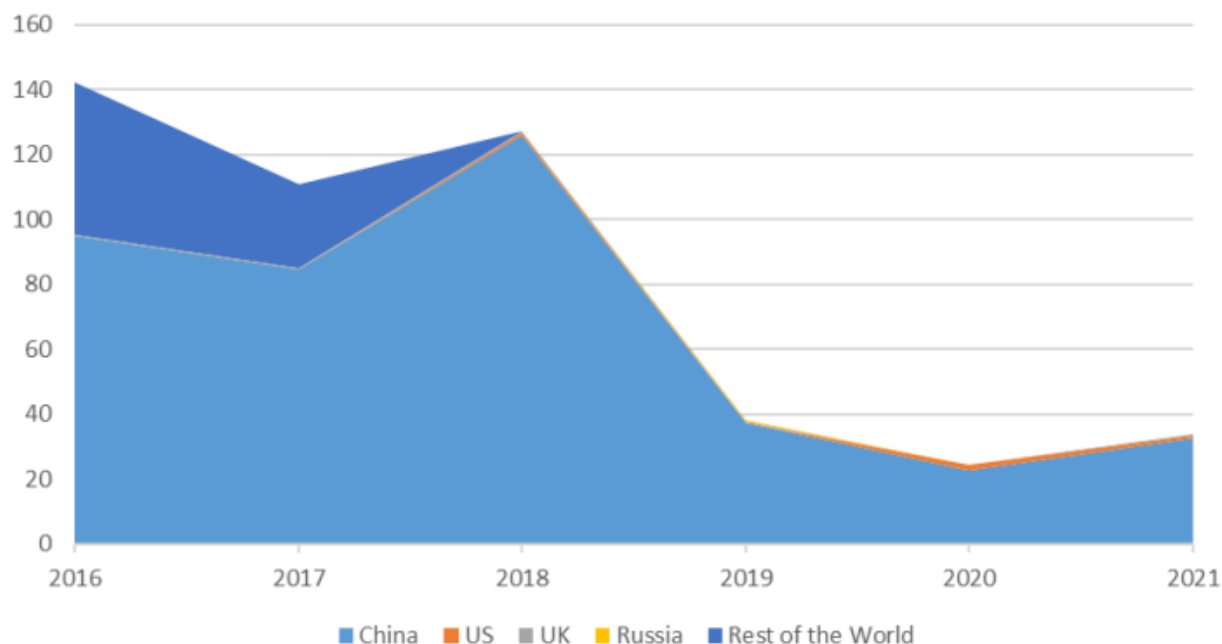
Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα για την εισαγωγή και την εξαγωγή μετάλλων «ελαφριών» σπάνιων γαιών με περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 95% για το εκάστοτε μέταλλο για τα έτη 2016 με 2021.



Εικόνα 18: Εισαγωγή και εξαγωγή μετάλλων «ελαφριών» σπάνιων γαιών σε τόνους στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2016 – 2021 (Eurostat, 2022)

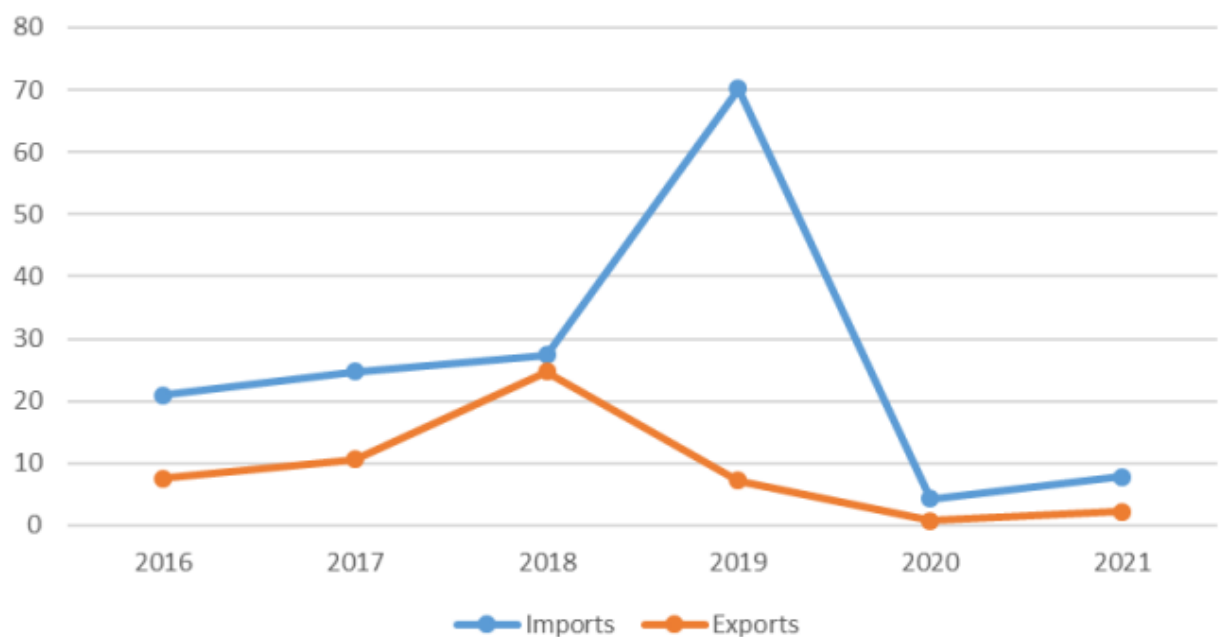
Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίστηκαν οι εισαγωγές και οι εξαγωγές μετάλλων «ελαφριών» σπάνιων γαιών, δηλαδή δημητρίου, λανθανίου, πρασεοδυμίου, νεοδυμίου και σαμαρίου. Παρατηρείται μία διαρκής μείωση των εισαγωγών, από το 2016 που οι εισαγωγές έφταναν τους 150 τόνους, στους 33 τόνους το 2021. Οι εξαγωγές από την Ευρωπαϊκή Ένωση παρόλο που ήταν πολύ μικρές όλες τις χρονιές από το 2016 και ήταν κάτω από τους 50 τόνους (το 2021 μόλις 7 τόνους), το 2018 πραγματοποιήθηκαν εξαγωγές που έφτασαν σχεδόν τους 350 τόνους. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι εισαγωγές και εξαγωγές σε τόνους είναι πολύ μικρών ποσοτήτων σε σύγκριση με την εισαγωγή και την εξαγωγή ενώσεων «ελαφριών» σπάνιων γαιών.

Παρακάτω, αποδίδονται σε γράφημα οι χώρες εισαγωγής «ελαφριών» σπάνιων γαιών. Το 2016 η Κίνα ήταν ο κύριος προμηθευτής της Ευρωπαϊκής Ένωσης με ποσοστό από το σύνολο των εισαγωγών στο 67%. Οι εισαγωγές έγιναν από χώρες του υπόλοιπου κόσμου σε ποσοστό 33%. Τα δεδομένα άρχισαν να αλλάζουν καθώς το 2017 το ποσοστό εισαγωγών αυξήθηκε, φτάνοντας το 2018 να ξεπερνάει το 95%. Τελικά, το 2021 οι εισαγωγές έφτασαν στο 97% από την Κίνα και μόλις στο 2% από τις Η.Π.Α.



Εικόνα 19: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής μετάλλων «ελαφριών» σπάνιων γαιών σε τόνους από την Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2016 – 2021 (Eurostat, 2022)

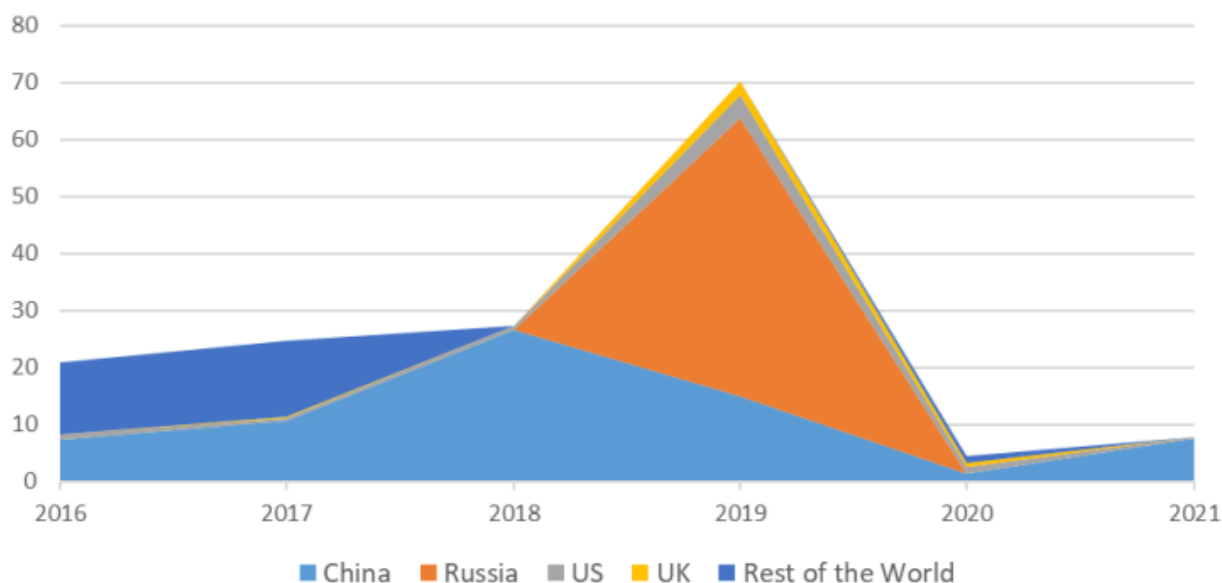
Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα για την εισαγωγή και την εξαγωγή μετάλλων «βαριών» σπάνιων γαιών με περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 95% για το εκάστοτε μέταλλο για τα έτη 2016 με 2021.



Εικόνα 20: Εισαγωγή και εξαγωγή μετάλλων «βαριών» σπάνιων γαιών σε τόνους στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2016 – 2021 (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίστηκαν οι εισαγωγές και οι εξαγωγές «βαριών» σπάνιων γαιών, δηλαδή ευρωπίου, γαδολινίου, τερβίου, δυσπροσίου, ολμίου, ερβίου, θουλίου, υτερβίου, λουτετίου και υτρίου. Οι εισαγωγές και οι εξαγωγές είναι σε μικρή ποσότητα χωρίς να φτάνουν καμία χρονιά πάνω από 30 τόνους, με εξαίρεση το 2019 που οι εισαγωγές υπερδιπλασιάστηκαν φτάνοντας τους 70 τόνους. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι εισαγωγές είναι πάντα περισσότερες από τις εξαγωγές αν και το 2018 οι εισαγωγές ήταν σχεδόν όσες και οι εξαγωγές. Η εισαγωγή τους το 2016 ήταν 21 τόνους με μικρή αύξηση κάθε χρόνο μέχρι το 2018 και μια απότομη αύξηση στους 70 τόνους το 2019 και υπήρξε απότομη μείωση την επόμενη χρονιά φτάνοντας το 2021 τους 7 τόνους.

Παρακάτω, αποδίδονται σε γράφημα οι χώρες εισαγωγής «βαριών» σπάνιων γαιών. Το 2016 η Ευρωπαϊκή Ένωση εισήγαγε το 35% από την Κίνα και όλες τις υπόλοιπες «βαριές» σπάνιες γαίες από χώρες του υπόλοιπου κόσμου. Το 2018 αυτό άλλαξε καθώς σχεδόν όλες οι «βαριές» σπάνιες γαίες εισάχθηκαν από την Κίνα. Το 2019 παρόλο που έφερε αύξηση των εισαγωγών, η ποσότητα που εισάχθηκε από την Κίνα μειώθηκε και η Ρωσία ήταν ο βασικός προμηθευτής. Έτσι το 2020, υπήρξε απότομη μείωση των εισαγωγών γενικά, φτάνοντας το 2021 η Κίνα να είναι ξανά βασικός προμηθευτής σε ποσοστό 95%.



Εικόνα 21: Χώρες και ποσότητες εισαγωγής μετάλλων «βαριών» σπάνιων γαιών σε τόνους από την Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2016 – 2021 (Eurostat, 2022)

4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΟ ΚΡΙΣΙΜΩΝ Ο.Π.Υ.

4.1. Παγκόσμια παραγωγή κρίσιμων Ο.Π.Υ.

Μετά την αξιολόγηση που έγινε από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τις κρίσιμες Ο.Π.Υ. για το 2023 και επικαιροποιώντας τη λίστα του 2020 προέκυψαν 31 κρίσιμα υλικά και 3 ομάδες κρίσιμων υλικών, οι οποίες είναι οι «βαριές» σπάνιες γαίες (HREE) με 10 υλικά να έχουν ενταχθεί σε αυτή την ομάδα, οι «ελαφριές» σπάνιες γαίες (LREE) με 5 υλικά ενταγμένα στην ομάδα αυτή και τέλος τα 5 μέταλλα της ομάδας του λευκοχρύσου (PGM). Εξόρυξη και επεξεργασία κρίσιμων Ο.Π.Υ. γίνεται σε όλο τον κόσμο με κάποιες χώρες να διαδραματίζουν πρωταρχικό ρόλο, ενώ άλλες όχι τόσο. Για κάθε κρίσιμη Ο.Π.Υ. υπάρχει μια κύρια χώρα παραγωγός καθώς εξορύσσει ή (και) επεξεργάζεται το μεγαλύτερο ποσοστό της εκάστοτε ύλης. Στον παρακάτω πίνακα έχει απεικονιστεί για κάθε κρίσιμη ύλη η κύρια χώρα παραγωγός καθώς και το ποσοστό το οποίο παράγει από την παγκόσμια παραγωγή.

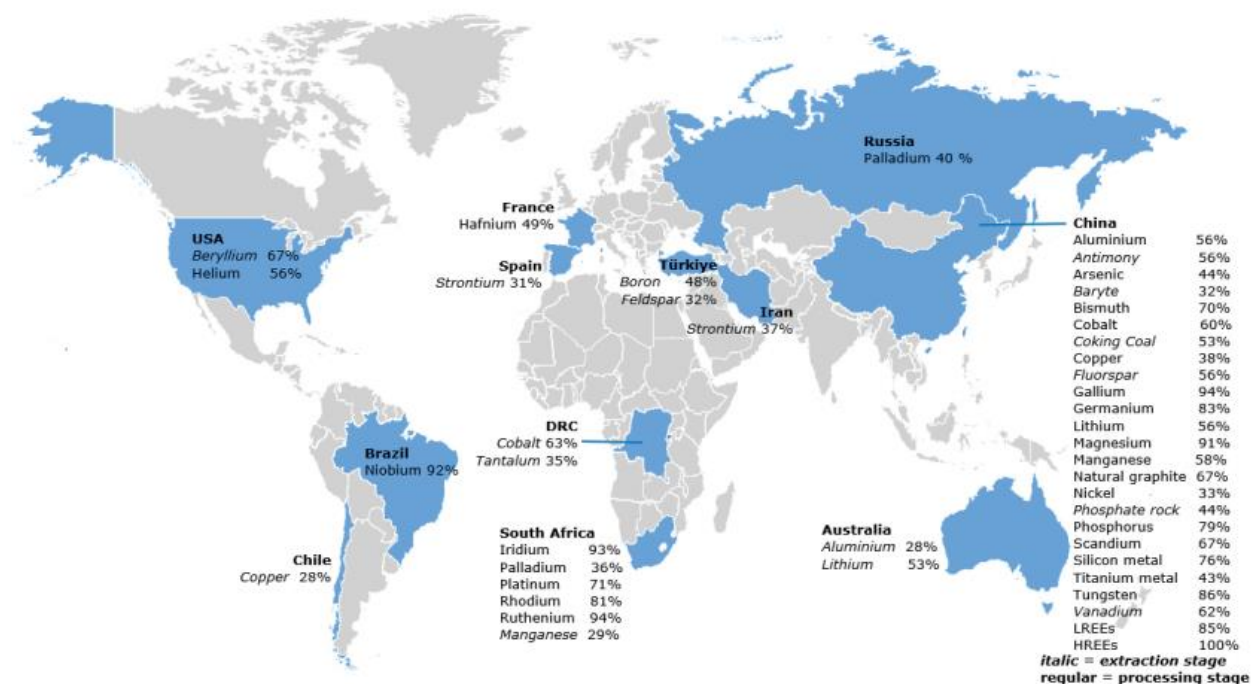
Κρίσιμη Ο.Π.Υ.	Κύρια Παραγωγός	Ποσοστό	Κρίσιμη Ο.Π.Υ.	Κύρια Παραγωγός	Ποσοστό
Αλουμίνιο	Αυστραλία	28%	Μαγνήσιο	Κίνα	91%
Αντιμόνιο	Κίνα	56%	Μαγγάνιο	Νότια Αφρική	29%
Αρσενικό	Κίνα	44%	Γραφίτης	Κίνα	67%
Βαρυτίνη	Κίνα	32%	Νεοδύμιο	Κίνα	85%
Βηρύλλιο	Η.Π.Α.	67%	Νιόβιο	Βραζιλία	92%
Βισμούθιο	Κίνα	70%	Νικέλιο	Κίνα	33%
Βόριο	Τουρκία	48%	Παλλάδιο	Ρωσία	40%
Δημήτριο	Κίνα	85%	Φωσφορίτης	Κίνα	48%
Κοβάλτιο	Κονγκό	63%	Φώσφορος	Κίνα	79%
Άνθρακας οπτ.	Κίνα	53%	Λευκόχρυσος	Νότια Αφρική	71%
Χαλκός	Χιλή	28%	Πρασεοδύμιο	Κίνα	85%
Δυσπρόσιο	Κίνα	100%	Ρόδιο	Νότια Αφρική	81%
Έρβιο	Κίνα	100%	Ρουθήνιο	Νότια Αφρική	94%
Ευρώπιο	Κίνα	100%	Σαμάριο	Κίνα	85%
Άστριο	Τουρκία	32%	Σκάνδιο	Κίνα	67%
Αργυραδάμας	Κίνα	56%	Πυριτιούχο μέταλλο	Κίνα	76%
Γαδολίνιο	Κίνα	100%	Στρόντιο	Ιράν	37%
Γάλλιο	Κίνα	94%	Ταντάλιο	Κονγκό	35%
Γερμάνιο	Κίνα	83%	Τέρβιο	Κίνα	100%
Άφνιο	Γαλλία	49%	Θούλιο	Κίνα	100%
Ήλιο	Η.Π.Α.	56%	Τιτάνιο	Κίνα	43%
Όλμιο	Κίνα	100%	Βολφράμιο	Κίνα	86%
Ιρίδιο	Νότια Αφρική	93%	Βανάδιο	Κίνα	62%
Λανθάνιο	Κίνα	85%	Υτέρβιο	Κίνα	100%
Λίθιο	Κίνα	56%	Υττριο	Κίνα	100%
Λουτέτιο	Κίνα	100%			

Πίνακας 9: Βασικοί παραγωγοί κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών

Ομάδα κρίσιμων Ο.Π.Υ.	Κύρια Παραγωγός	Ποσοστό
HREE	Κίνα	100%
LREE	Κίνα	85%
PGM	Νότια Αφρική	75%
Παλλάδιο (PGM)	Ρωσία	40%

Πίνακας 10: Βασικοί παραγωγοί ομάδων κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών

Με βάση τον παραπάνω πίνακα και έπειτα από την ανάλυση που έχει γίνει για την παγκόσμια παραγωγή των κρίσιμων Ο.Π.Υ. προκύπτει ότι η Κίνα πρωταγωνιστεί, έχοντας το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής για 21 κρίσιμες Ο.Π.Υ., εκ των οποίων είναι οι σπάνιες γαίες («βαριές» και «ελαφριές»), το κοβάλτιο, ο γραφίτης, το νικέλιο, το αντιμόνιο, το αρσενικό, η βαρυντίνη, το βισμούθιο, ο άνθρακας οπτανθρακοποίησης, ο χαλκός, ο αργυραδάμας, το γάλλιο, το γερμάνιο, το μαγνήσιο, το λίθιο, ο φωσφορίτης, ο φώσφορος, το σκάνδιο, το πυριτιούχο μέταλλο, το τιτάνιο, το βολφράμιο και το βανάδιο. Παρόλα αυτά, εκτός από την Κίνα κι άλλες χώρες έχουν σημαντική παραγωγή από τα υπόλοιπα υλικά. Για παράδειγμα, η Νότια Αφρική και η Ρωσία πρωταγωνιστούν στην παραγωγή των μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου, το Κονγκό στην παραγωγή κοβαλτίου και τανταλίου, οι Η.Π.Α. στην παραγωγή βηρυλλίου και η Βραζιλία στην παραγωγή νιοβίου.



Εικόνα 22: Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή κρίσιμων Ο.Π.Υ. (Study on the CRM from EU)

Στον παραπάνω χάρτη απεικονίζονται οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή κρίσιμων Ο.Π.Υ. και το ποσοστό παραγωγής για την κάθε ύλη. Όπως προαναφέρθηκε για τον παραπάνω πίνακα, έτσι και στο χάρτη φαίνεται ότι η Κίνα κυριαρχεί στην παραγωγή κρίσιμων Ο.Π.Υ., παρόλα αυτά και οι υπόλοιπες χώρες εμφανίζουν σημαντική παραγωγή για συγκεκριμένα υλικά.

4.2. Οι εισαγωγές κρίσιμων Ο.Π.Υ. από την Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει διαρκείς ανάγκες εφοδιασμού κρίσιμων Ο.Π.Υ. Οι ανάγκες αυτές συχνά καλύπτονται από τις παραγωγές που γίνονται στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ συχνά εισάγονται από άλλες χώρες, διότι οι εγχώριες παραγωγές δεν αρκούν, ή για κάποιες κρίσιμες Ο.Π.Υ. δεν υπάρχει παραγωγή. Η Ε.Ε. στην προσπάθειά της να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητη στο θέμα εφοδιασμού των κρίσιμων υλών, προσπαθεί να βασιστεί στην εγχώρια παραγωγή κι όταν αυτό δεν είναι δυνατόν επιλέγει τις χώρες από τις οποίες θα προμηθευτεί κάποια κρίσιμα υλικά, όταν αυτό είναι δυνατόν. Παρακάτω αποδόθηκε σε πίνακα για την εκάστοτε κρίσιμη Ο.Π.Υ. η κύρια χώρα που εφοδιάζει την Ε.Ε.

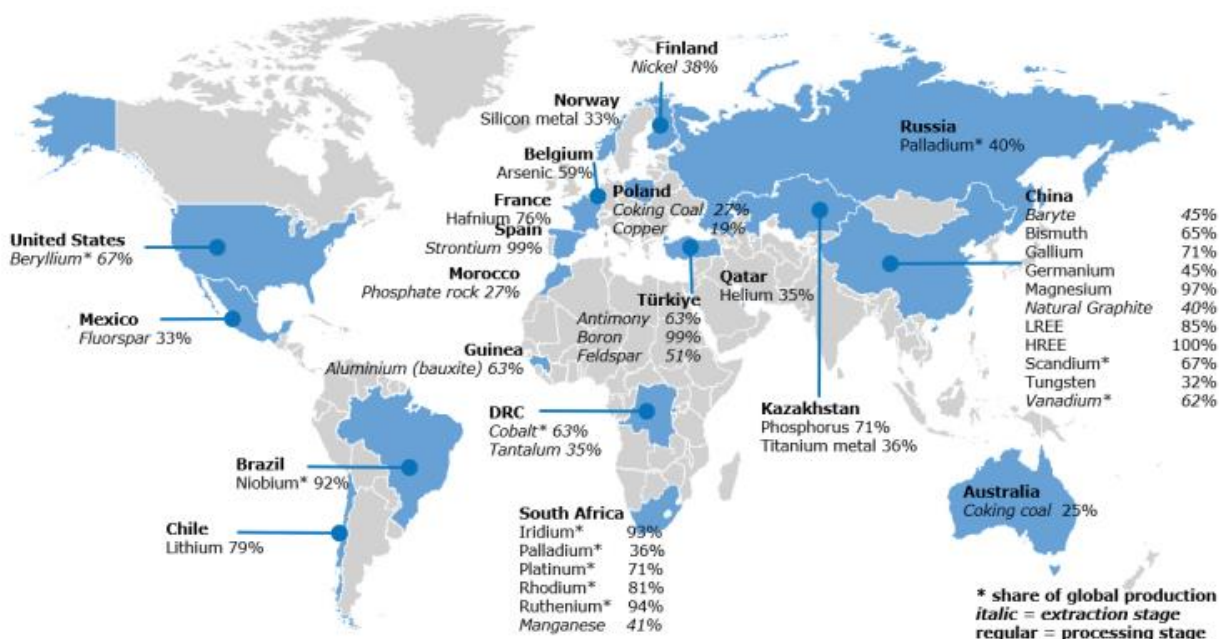
Κρίσιμη Ο.Π.Υ.	Κύρια Παραγωγός	Ποσοστό	Κρίσιμη Ο.Π.Υ.	Κύρια Παραγωγός	Ποσοστό
Αλουμίνιο	Γουινέα	63%	Μαγνήσιο	Κίνα	97%
Αντιμόνιο	Τουρκία	63%	Μαγγάνιο	Νότια Αφρική	41%
Αρσενικό	Βέλγιο	59%	Γραφίτης	Κίνα	40%
Βαρυτίνη	Κίνα	45%	Νεοδύμιο	Κίνα	85%
Βηρύλλιο	Η.Π.Α.	60%	Νιόβιο	Βραζιλία	92%
Βισμούθιο	Κίνα	65%	Νικέλιο	Ρωσία	29%
Βόριο	Τουρκία	99%	Παλλάδιο	N/A	N/A
Δημήτριο	Κίνα	85%	Φωσφορίτης	Μαρόκο	27%
Κοβάλτιο	N/A	N/A	Φώσφορος	Καζακστάν	65%
Άνθρακας οπτ.	Πολωνία	26%	Λευκόχρυσος	N/A	N/A
Χαλκός	Πολωνία	19%	Πρασεοδύμιο	Κίνα	85%
Δυσπρόσιο	Κίνα	100%	Ρόδιο	N/A	N/A
Έρβιο	Κίνα	100%	Ρουθίνιο	N/A	N/A
Ευρόπιο	Κίνα	100%	Σαμάρτιο	Κίνα	85%
Άστριο	Τουρκία	51%	Σκάνδιο	Κίνα	67%
Αργυραδάμας	Μεξικό	33%	Πυριτιούχο μέταλλο	Νορβηγία	33%
Γαδολίνιο	Κίνα	100%	Στρόντιο	Ισπανία	99%
Γάλλιο	Κίνα	71%	Ταντάλιο	Κονγκό	35%
Γερμάνιο	Κίνα	45%	Τέρβιο	Κίνα	100%
Άφνιο	Γαλλία	76%	Θούλιο	Κίνα	100%
Ήλιο	Κατάρ	35%	Τιτάνιο	Καζακστάν	36%
Όλμιο	Κίνα	100%	Βολφράμιο	Κίνα	32%
Ιρίδιο	N/A	N/A	Βανάδιο	Κίνα	62%
Λανθάνιο	Κίνα	85%	Υτέρβιο	Κίνα	100%
Λίθιο	Χιλή	79%	Ύτριο	Κίνα	100%
Λουτέτιο	Κίνα	100%			

Πίνακας 11: Βασικοί προμηθευτές κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών της Ε.Ε.

Ομάδα κρίσιμων Ο.Π.Υ.	Κύρια Παραγωγός	Ποσοστό
HREE	Κίνα	100%
LREE	Κίνα	85%
PGM	N/A	N/A

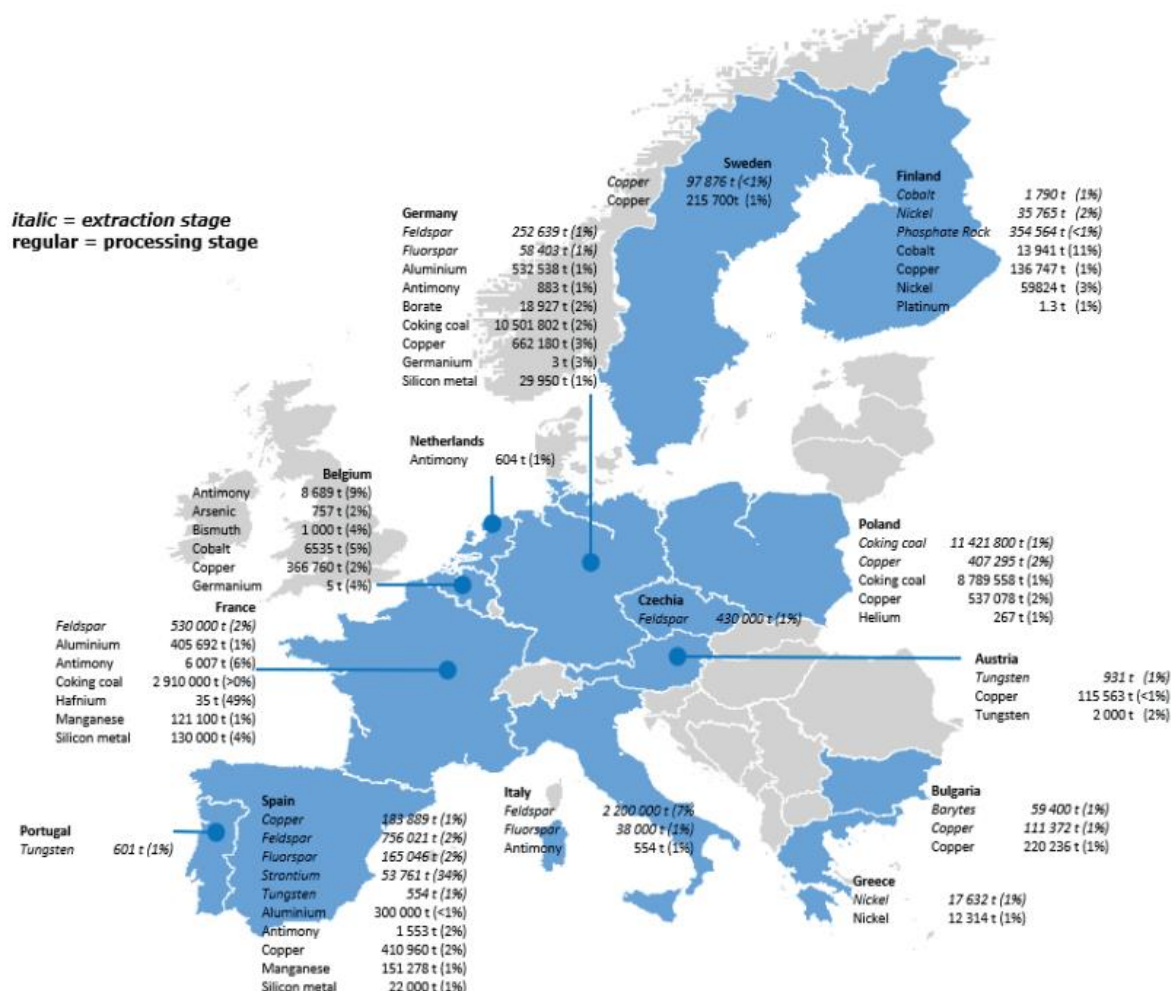
Πίνακας 12: Βασικοί προμηθευτές ομάδων κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών της Ε.Ε.

Παρόλο που η Κίνα παράγει τη μεγαλύτερη ποσότητα για πολλές κρίσιμες Ο.Π.Υ., η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για τον εφοδιασμό της Ε.Ε. φέρνει μια διαφορετική εικόνα στο προσκήνιο. Η Κίνα είναι η χώρα που εφοδιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό σπάνιων γαιών, βαρυτίνης, γαλλίου, γερμανίου, μαγνησίου, γραφίτη, σκανδίου, βολφραμίου και βαναδίου. Το γεγονός αυτό οφείλεται διότι η Κίνα κατέχει σχεδόν όλη την παραγωγή κάποιων κρίσιμων Ο.Π.Υ., οπότε αναπόφευκτα αποτελεί το βασικό προμηθευτή της Ε.Ε. Όμως, στην προσπάθειά της να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητη η Ε.Ε. προμηθεύεται κάποιες πρώτες ύλες από τις χώρες της Ε.Ε. παρόλο που δεν έχουν τη μεγαλύτερη παγκόσμια παραγωγή. Για παράδειγμα η Ε.Ε. προμηθεύεται άνθρακα οπτανθρακοποίησης και χαλκό από την Πολωνία, αρσενικό από το Βέλγιο, άφνιο από τη Γαλλία, στρόντιο από την Ισπανία και νικέλιο από τη Φινλανδία. Ταυτόχρονα στον ίδιο άξονα, προμηθεύεται τις υπόλοιπες κρίσιμες Ο.Π.Υ. από τρίτες χώρες με τις οποίες επιδιώκει να έχει καλύτερες διπλωματικές καθώς και εμπορικές – οικονομικές σχέσεις, συγκριτικά με άλλες. Έτσι, προκύπτει ότι η Χιλή προμηθεύει την Ε.Ε. με λίθιο, η Γουινέα με βωξίτη, το Καζακστάν με τιτάνιο και φώσφορο, το Μεξικό με αργυραδάμαντα, η Νορβηγία με πυριτιούχο μέταλλο, η Τουρκία με αντιμόνιο, βόριο και άστριο και τέλος οι Η.Π.Α. με βηρύλλιο. Για κάποιες ύλες δεν υπάρχουν δεδομένα που να δίνουν ακριβή στοιχεία για τις εισαγωγές της Ε.Ε. και για αυτό το λόγο παρέμειναν κενά.



Εικόνα 23: Βασικοί προμηθευτές κρίσιμων Ο.Π.Υ. της Ε.Ε. (Study on the CRM from EU)

Αξιοσημείωτο, όμως, είναι και το γεγονός ότι η Ε.Ε. εξορύσσει και επεξεργάζεται όσο το δυνατόν περισσότερες κρίσιμες Ο.Π.Υ. Στον παρακάτω χάρτη που παρατίθεται έχουν αποτυπωθεί τα ποσοστά παραγωγής κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών ως προς την παγκόσμια παραγωγή για την εκάστοτε πρώτη ύλη, καθώς και οι χώρες στις οποίες εξορύσσονται ή επεξεργάζονται.



Εικόνα 24: Παραγωγή κρίσιμων Ο.Π.Υ. εντός της Ε.Ε. (Study on the CRM from EU)

Στον παραπάνω χάρτη φαίνεται ότι η Ε.Ε. εξορύσσει το 34% του στροντίου από την Ισπανία, το 14% του αστρίου από την Ιταλία, την Ισπανία, τη Γαλλία, την Τσεχία και τη Γερμανία το 3% του βολφραμίου από την Αυστρία, την Πορτογαλία και την Ισπανία. Ταυτόχρονα, επεξεργάζεται το 49% του αφνίου από τη Γαλλία, το 18% του αντιμονίου από το Βέλγιο, τη Γαλλία, την Ισπανία και άλλες χώρες, το 17% του κοβαλτίου από τη Φινλανδία, το Βέλγιο και τη Γαλλία, το 7% του γερμανίου από τη Γερμανία και το Βέλγιο, το 5% του πυριτιούχου μετάλλου από τη Γαλλία, την Ισπανία και τη Σλοβακία και το 4% του νικελίου από τη Φινλανδία, την Ελλάδα και τη Γαλλία. Τα υπόλοιπα υλικά εξορύσσονται και επεξεργάζονται σε ποσοστό 2% της παγκόσμιας παραγωγής. Συμπερασματικά, όλες οι χώρες της Ε.Ε. συμβάλλουν σημαντικά στην παγκόσμια παραγωγή αρκετών κρίσιμων Ο.Π.Υ. και έτσι η Ε.Ε. στηρίζεται στην εγχώρια παραγωγή τους.

5. ΟΙ ΚΡΙΣΙΜΕΣ Ο.Π.Υ. ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

5.1. Χρήση του GIS για αποτύπωση θέσεων εκμετάλλευσης κρίσιμων Ο.Π.Υ.

Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας είναι η αποτύπωση των θέσεων εκμετάλλευσης κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών στην Ευρώπη. Παραπάνω έγινε μία περιγραφή της κατάστασης που επικρατεί τα τελευταία χρόνια όσον αφορά τις κρίσιμες Ο.Π.Υ. στην Ευρώπη και στον κόσμο. Αναφέρθηκαν οι λίστες που έχει δημιουργήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, έπειτα από αξιολογήσεις που πραγματοποιούνται κάθε τριετία. Επίσης, έγινε εκτενής και ξεχωριστή αναφορά στις σπάνιες γαίες με ποσοστά παγκόσμιας παραγωγής και εισαγωγών από την Ευρωπαϊκή Ένωση, λόγω της περιορισμένης διάθεσής τους και της μεγάλης ανάγκης που υπάρχει καθώς βρίσκουν ολομιά και περισσότερες εφαρμογές σε νέες τεχνολογίες και ταυτόχρονα, οι σπάνιες γαίες είναι μία μεγάλη ομάδα που αποτελείται από 15 ορυκτές πρώτες ύλες που χαρακτηρίστηκαν ως κρίσιμες. Τέλος, αναλύθηκαν οι παγκόσμιες παραγωγές των κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών, καθώς και οι εισαγωγές και παραγωγές που πραγματοποιούνται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στη συνέχεια, έγινε μια προσπάθεια αποτύπωσης των θέσεων που παράγονται κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες στην Ευρώπη με χρήση του χαρτογραφικού προγράμματος GIS. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το QGIS. Το GIS είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απόδοσης πληροφορίας σχετικής με φαινόμενα που εξελίσσονται στο χώρο (Goodchild, 1985). Επιτρέπει στους χρήστες να αποτυπώσουν τον πραγματικό κόσμο και να αναλύσουν χωρικά δεδομένα, τα οποία γίνεται να αποδοθούν γραφικά. Τα συστήματα GIS, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα σύνδεσης της θέσης ενός σημείου με τις ιδιότητες που έχει η θέση, είτε αυτές είναι ποιοτικές, είτε ποσοτικές. Εισάγοντας, γεωγραφικά δεδομένα, δηλαδή δεδομένα που ενσωματώνουν θέση στο χώρο, περιγραφή, χωρική σχέση και χρόνο. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να αναπαρίστανται σε διανυσματική μορφή (vector data) ή σε κανονικοποιημένης ψηφιδωτής μορφής (raster data). Τα δεδομένα της μορφής vector αποθηκεύονται σε σειρές x,y και είναι σημειακά δεδομένα που αποδίδουν σημεία, γραμμές και περιοχές. Τα δεδομένα της μορφής raster αποθηκεύονται ως τιμές ενός καννάβου και υπάρχει πολλή δορυφορική πληροφορία που αποτυπώνει ολή την επιφάνεια της γης και μπορεί να αποδοθεί και επεξεργαστεί.

Για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία έγινε μία έρευνα για να βρεθούν τα απαραίτητα δεδομένα που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στο QGIS με σκοπό να αποτυπωθούν οι θέσεις εκμετάλλευσης των κρίσιμων Ο.Π.Υ. Στην ιστοσελίδα της USGS (United States Geological Survey) βρέθηκαν δεδομένα σε μορφή shapefile, τα οποία εισάχθηκαν ως vector data. Έτσι προέκυψαν χάρτες για 16 διαφορετικές κρίσιμες Ο.Π.Υ. που γίνεται εκμετάλλευσή τους στην Ευρώπη και δύο χάρτες με όλες τις κρίσιμες Ο.Π.Υ. στην Ευρώπη και στον κόσμο. Παρακάτω γίνεται παράθεση των χαρτών αυτών και δεδομένα για τις ποσότητες παραγωγής και τις χώρες από τις οποίες τις εισάγει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι χάρτες μέσα στο κείμενο παρατίθενται ως εικόνες. Στο Παράρτημα I δίνονται όλοι οι χάρτες υπό κλίμακα.

Για το νιόβιο, το ταντάλιο, το ζιρκόνιο και το άφνιο φτιάχτηκαν δύο χάρτες, στους οποίους απεικονίζονται οι θέσεις εμφάνισης νιοβίου στον ένα χάρτη και ζιρκονίου και αφνίου στον άλλον. Δεν εξετάζονται διαφορετικά λόγω της έλλειψης δεδομένων.

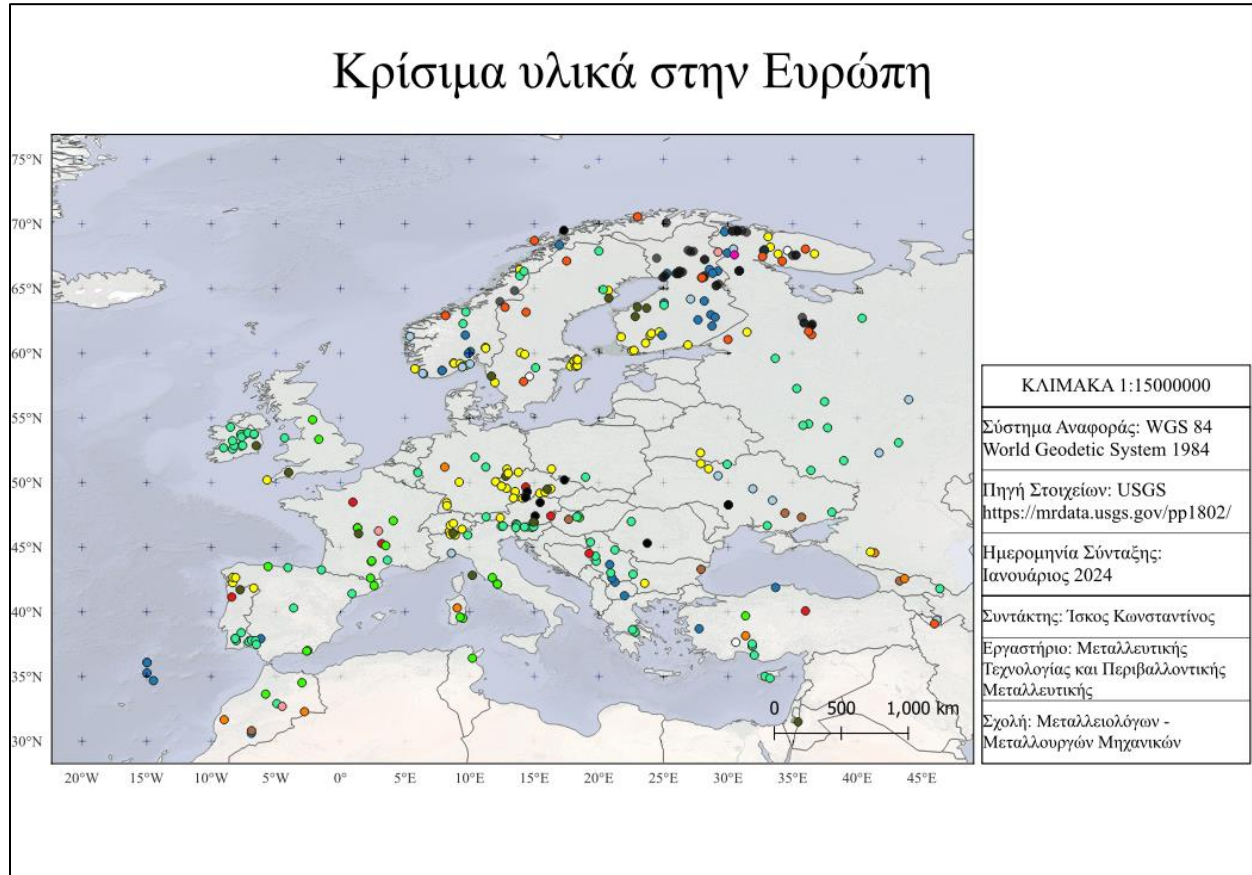


Εικόνα 25: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης νιοβίου στην Ευρώπη



Εικόνα 26: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης ζιρκονίου και αφνίου

Ταυτόχρονα, παρακάτω δίνονται οι θέσεις εμφάνισης των κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών στην Ευρώπη και στον κόσμο αποτυπωμένες σε χάρτη.



Εικόνα 27: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης κρίσιμων Ο.Π.Υ. στην Ευρώπη

Παραπάνω παρατίθεται ο χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών στην Ευρώπη από αυτές που εξετάζονται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία. Από αυτές έχουν αποτυπωθεί θέσεις εμφάνισης αντιμονίου, βαρυτίνης, βηρυλλίου, κοβαλτίου, φθορίτη, γαλλίου, γραφίτη, λιθίου, μαγγανίου, νιοβίου και τανταλίου, μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου, σπάνιων γαιών, τιτανίου, βαναδίου και ζirkονίου και αφνίου, το υπόμνημα των οποίων έχει παρατεθεί στα δεξιά.

Οι θέσεις εμφάνισης των συγκεκριμένων κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών όπως φαίνεται δεν είναι λίγες. Παρατηρείται, όμως μεγαλύτερη εμφάνιση κάποιων κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών από άλλες. Για παράδειγμα οι θέσεις εμφάνισης βηρυλλίου, γαλλίου και φθορίτη φαίνεται να είναι πολύ περισσότερες συγκριτικά με τις θέσεις εμφάνισης σπάνιων γαιών, νιοβίου και τανταλίου και ζirkονίου και αφνίου.

Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη	
●	Αντιμόνιο
●	Βαρυτίνη
●	Βηρύλλιο
●	Κοβάλτιο
●	Φθορίτης
●	Γάλλιο
●	Γραφίτης
●	Λίθιο
●	Μαγγάνιο
●	Νιόβιο και Ταντάλιο
●	PGM
○	Σπάνιες Γαίες
●	Τιτάνιο
●	Βανάδιο
●	Ζirkόνιο και Άφνιο
□	Σύνορα χωρών



Εικόνα 28: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης κρίσιμων Ο.Π.Υ. στον κόσμο

Παραπάνω παρατίθεται ο χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών στην Ευρώπη από αυτές που εξετάζονται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία. Από αυτές έχουν αποτυπωθεί θέσεις εμφάνισης αντιμονίου, βαρυτίνης, βηρυλλίου, κοβάλτιου, φθορίτη, γαλλίου, γραφίτη, λιθίου, μαγγανίου, νιοβίου και τανταλίου, μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου, σπάνιων γαιών, τιτανίου, βαναδίου, ζirkονίου και αφνίου, γερμανίου και ινδίου, το υπόμνημα των οποίων έχει παρατεθεί στα δεξιά.

Από τον παραπάνω παγκόσμιο χάρτη εξάγεται το συμπέρασμα ότι θέσεις εμφάνισης κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών υπάρχει σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, σε κάποιες χώρες υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωσή τους συγκριτικά με άλλες. Οι χώρες αυτές είναι η Κίνα, οι Η.Π.Α., η Αυστραλία, η Βραζιλία, ο Καναδάς και η Νότια Αφρική.

Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη

- Αντιμόνιο
- Βαρυτίνη
- Βηρύλλιο
- Κοβάλτιο
- Φθορίτης
- Γάλλιο
- Γερμάνιο
- Γραφίτης
- Ίνδιο
- Λίθιο
- Μαγγάνιο
- Νιόβιο και Ταντάλιο
- Μέταλλα ομάδας λευκοχρύσου (PGM)
- Σπάνιες γαίες
- Τιτάνιο
- Βανάδιο
- Ζirkόνιο και Άφνιο

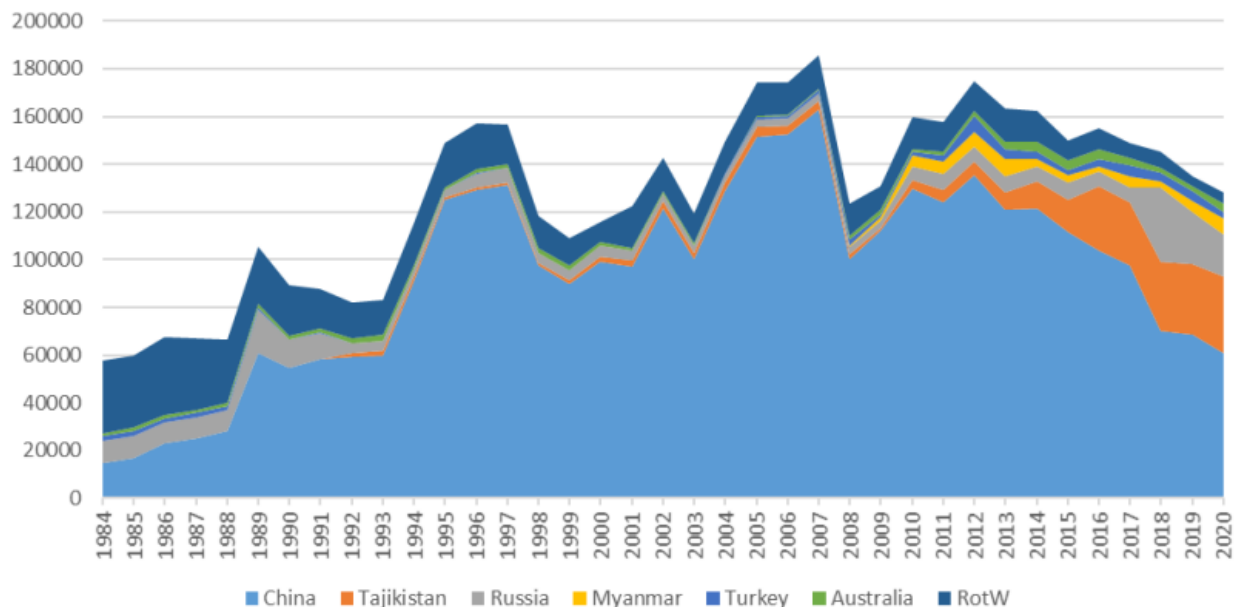
5.2. Αντιμόνιο

Το αντιμόνιο (Sb) είναι ένα μαλακό, στιλπνό μέταλλο με ασημογκρί χρώμα. Είναι σταθερό σε θερμοκρασία δωματίου, αλλά αντιδρά με το οξυγόνο όταν θερμανθεί σχηματίζοντας το τριοξείδιο του αντιμονίου (Sb_2O_3). Το αντιμόνιο μπορεί να βρεθεί σε παραπάνω από 100 διαφορετικούς τύπους κοιτασμάτων και συναντάται συχνότερα με χημικά στοιχεία όπως ο υδράργυρος, το ασήμι και ο χρυσός. Το κύριο ορυκτό μετάλλευμα που συναντάται το αντιμόνιο είναι ο αντιμονίτης (Sb_2S_3).

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης αντιμονίου στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία που έχουν αποτυπωθεί έχει πραγματοποιηθεί εξόρυξη τα προηγούμενα χρόνια και υπάρχει ακόμα η δυναμική για εκμετάλλευση αντιμονίου είτε ως βασικό προϊόν εξόρυξης, είτε ως παραπροϊόν. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση αντιμονίου είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για αντιμόνιο. Οι θέσεις αυτές δεν είναι πολλές, καθώς μπορεί να υπάρχει εμφάνιση αντιμονίου και σε άλλες χώρες, ειδικά σε κοιτάσματα χρυσού ή αργύρου, όμως η εκμετάλλευση του δεν είναι συμφέρουσα. Προς το παρόν, η Ευρώπη προμηθεύεται από άλλες χώρες τη μεγαλύτερη ποσότητα αντιμονίου, καθώς δεν γίνεται εκμετάλλευση αντιμονίου, παρόλα αυτά γίνεται επεξεργασία με σκοπό την ανάκτηση αντιμονίου εντός της Ευρώπης. Το γεγονός αυτό μελλοντικά μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα στην παραγωγή και στις εισαγωγές.



Εικόνα 29: Χάρτης αποτύπωσης θέσης εμφάνισης αντιμονίου

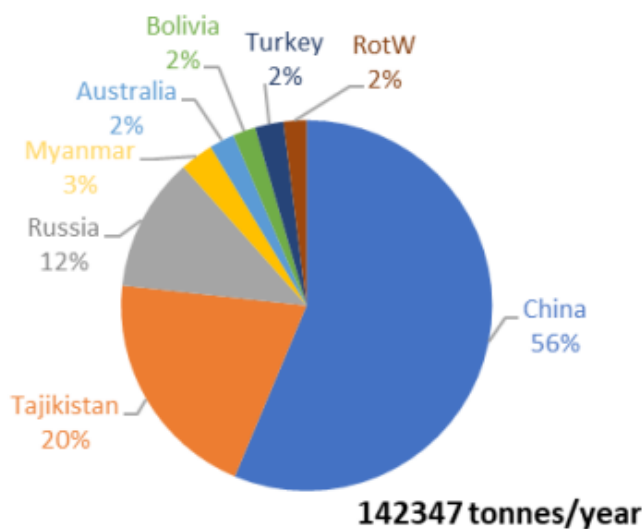
5.2.1. Παραγωγή αντιμονίου**Εικόνα 30: Παγκόσμια παραγωγή αντιμονίου (WMD, από το 1984)**

Σύμφωνα με την WMD με δεδομένα του 2022, η παγκόσμια παραγωγή αντιμονίου, για την περίοδο 2016 έως και 2020, εμφάνισε μία τάση μείωσης και κυμάνθηκε μεταξύ 164,000 τόνων (2016) και 132,000 τόνων το 2020. Από το 1984 η παραγωγή παρουσιάζει μια αυξητική τάση με μερικές αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά, κάτι το οποίο φαίνεται να αλλάζει τα τελευταία χρόνια, πιθανόν λόγω της μείωσης της παραγωγής από την Κίνα. Το γεγονός αυτό οφείλεται γιατί σε πολλά μεταλλεία της Κίνας που εξορυσσόταν αντιμόνιο σταμάτησαν την παραγωγή του, καθώς δεν τηρούνταν τα πρωτόκολλα για την προστασία του περιβάλλοντος. Η Κίνα διαχρονικά αποτελεί τη μεγαλύτερη παραγωγό αντιμονίου παράγοντας πιο συγκεκριμένα 103,000 τόνους το 2016 και έπειτα από συνεχείς μειώσεις της παραγωγής να φτάνει τους 61,000 τόνους το 2020. Ως αποτέλεσμα, το 2016 η συνεισφορά της Κίνας ήταν 63%, ενώ το 2020 μειώθηκε στο 46% της παγκόσμιας παραγωγής. Αξιοσημείωτο είναι ότι η Κίνα όλες τις χρονιές από το 1984 είχε με διαφορά το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής, κάτι το οποίο αρχίζει να αλλάζει τα τελευταία χρόνια, καθώς η Κίνα πάλι έχει τη μεγαλύτερη παραγωγή αντιμονίου, αλλά σημαντική παραγωγή αρχίζουν να εμφανίζουν και άλλες χώρες. Σε αντίθεση με την Κίνα αύξηση της παραγωγής αντιμονίου για την περίοδο 2016 – 2020 εμφανίζει το Τατζικιστάν με μέση παραγωγή τους 29,000 τόνους και η Ρωσία με μέση παραγωγή για την ίδια πενταετία 17,000 τόνους. Έτσι, το Τατζικιστάν και η Ρωσία αποτελούν τη δεύτερη και τρίτη μεγαλύτερη παραγωγό αντίστοιχα. Τα δεδομένα από την WMD είναι παρόμοια με τα δεδομένα της USGS του 2022 με μικρές διαφορές στους τόνους παραγωγής, όμως με ίδια ποσοστά συμμετοχής κάθε χώρας. Η USGS έχει παραθέσει δεδομένα και για το 2021 που η τάση της μείωσης της παραγωγής συνεχίζεται.

Η πλειονότητα του αντιμονίου προέρχεται από εξορύξεις που πραγματοποιούνται είτε με σκοπό την εκμετάλλευση του ως προϊόν σε συνδυασμό με άλλα, είτε ως παραπροϊόν κυρίως σε εξορύξεις χρυσού. Πιο συγκεκριμένα, το 56% του αντιμονίου προκύπτει ως παραπροϊόν από εξορύξεις χρυσού, το 32% προέρχεται από εξορύξεις που αποσκοπούν στην εκμετάλλευση αντιμονίου και άλλων μετάλλων ταυτόχρονα και τέλος το 12% προέρχεται από εκμεταλλεύσεις μολύβδου, κασσίτερου, αργύρου και υδραργύρου, είτε ως παραπροϊόν, είτε σαν συμπροϊόν (Brink et al., 2022). Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η μέση παγκόσμια παραγωγή του αντιμονίου, η οποία προκύπτει από εξόρυξη και ανέρχεται σε 142,347 τόνους και έχει αναλυθεί το ποσοστό συμμετοχής κάθε χώρας με την ποσότητα παραγωγής σε τόνους για το 2016 – 2020 και τα δεδομένα αυτά αποδόθηκαν σε πίτα με απεικόνιση των ποσοστών αυτών.

Χώρα	Παραγωγή (τόνους)	Ποσοστό
Κίνα	79,714	56%
Τατζικιστάν	28,469	20%
Ρωσία	17,082	12%
Μιανμάρ	4,270	3%
Τουρκία	2,847	2%
Αυστραλία	2,847	2%
Βολιβία	2,847	2%

Πίνακας 13: Ποσότητα παραγωγής από εξόρυξη αντιμονίου σε τόνους

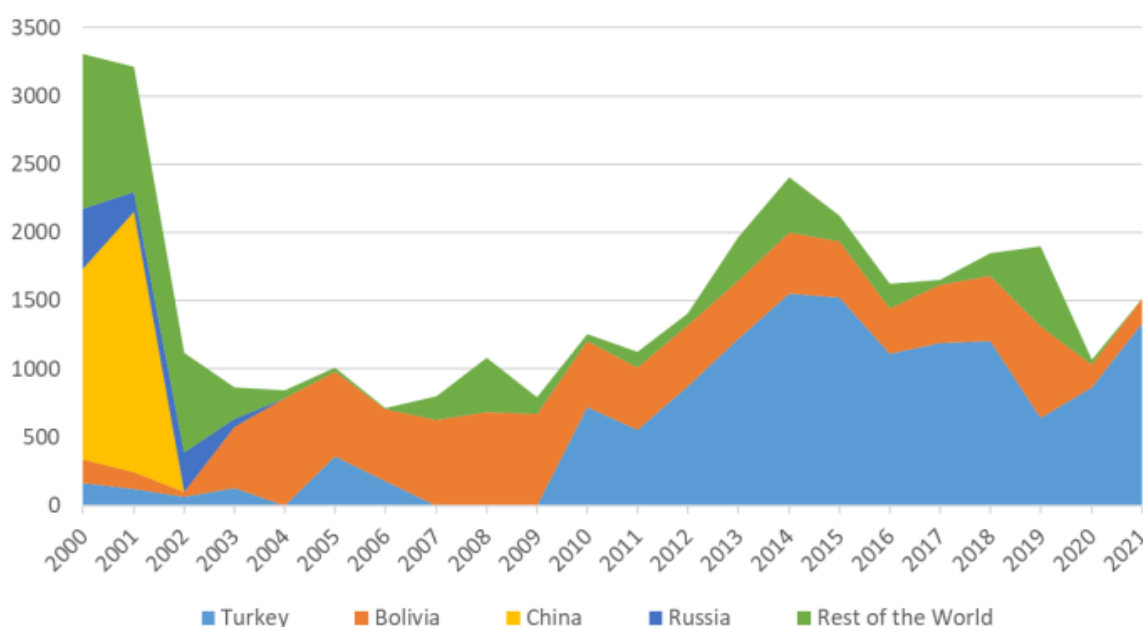


Εικόνα 31: Ποσοστό παραγωγής από εξόρυξη αντιμονίου (Screen, 2023)

5.2.2. Εισαγωγές αντιμονίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση

Το αντιμόνιο εισάγεται σε διάφορες μορφές οι οποίες στη συγκεκριμένη διπλωματική έχουν χωριστεί σε τρεις κατηγορίες με σκοπό να μπορούν να μελετηθούν οι ποσότητες και χώρες εισαγωγών. Οι κατηγορίες αυτές είναι: μεταλλεύματα και συμπυκνώματα αντιμονίου, τα οξείδια του αντιμονίου και τέλος ακατέργαστο αντιμόνιο, σκόνη και σκραπ αντιμονίου.

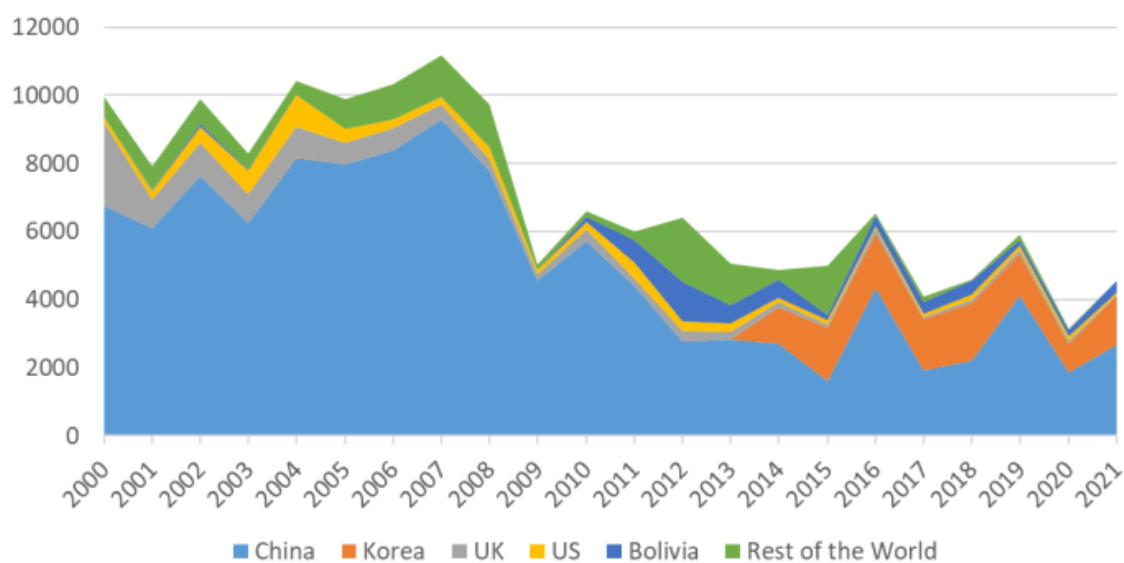
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση δεν υπάρχει πρωτογενής παραγωγή μεταλλευμάτων ή συμπυκνωμάτων αντιμονίου. Ως αποτέλεσμα, η Ευρωπαϊκή Ένωση αναπόφευκτα εισάγει το 100% του αντιμονίου σε μεταλλεύματα ή συμπυκνώματα. Με βάση τη Eurostat (2022) μέση ποσότητα εισαγωγής μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων αντιμονίου για την περίοδο 2016 – 2021, είναι 1,078 τόνοι, κυρίως από τη Βολιβία και την Τουρκία, εκ των οποίων οι 70 τόνοι έγιναν εξαγωγή στην Κίνα, στη Νότια Κορέα και το Ηνωμένο Βασίλειο. Άρα, συμπεραίνεται ότι οι ανάγκες της Ε.Ε. έφτασαν τους 1,008 τόνους. Παρακάτω παρατίθεται διάγραμμα με την ποσότητα εισαγωγών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την ποσότητα που εισάγεται από κάθε χώρα σε τόνους από το 2000 έως το 2021.



Εικόνα 32: Εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων αντιμονίου (Eurostat, 2022)

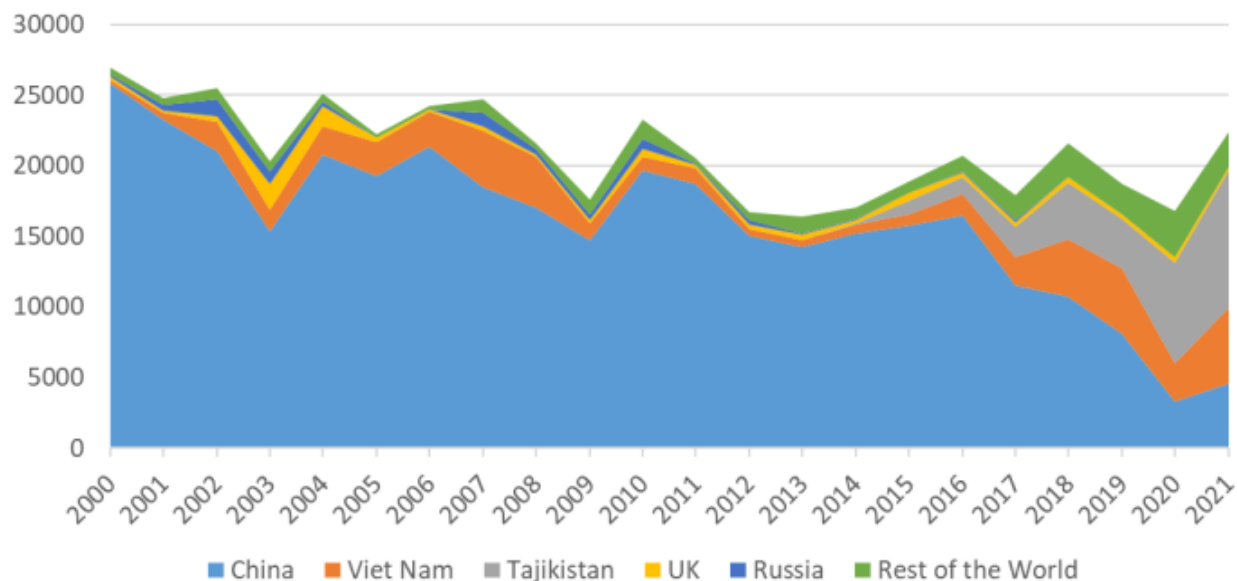
Η εισαγωγή μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων αντιμονίου τα τελευταία χρόνια φαίνεται να κυμαίνεται από 1,000 έως 2,000 τόνους φτάνοντας το 2021 τους 1,500. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα η Κίνα φαίνεται να είναι η χώρα που προμηθεύει τη μεγαλύτερη ποσότητα αντιμονίου, κάτι το οποίο άλλαξε σύντομα καθώς η Βολιβία προμήθευε τη μεγαλύτερη ποσότητα. Πλέον, η Τουρκία πρωταγωνιστεί καθώς από το 2010 που προμήθευε με 700 τόνους φτάνει στους 1,334 το 2021. Ταυτόχρονα, η Βολιβία προμηθεύει την Ε.Ε. σταθερά με 350 τόνους τα τελευταία 20 χρόνια.

Στη συνέχεια, παρατίθεται διάγραμμα εισαγωγής οξειδίων του αντιμονίου, οι οποίες είναι μεγαλύτερες από τις εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων και κυμαίνονται από 4,000 μέχρι περίπου 6,000 τόνους την τελευταία δεκαετία. Τη δεκαετία 2000 – 2010 οι ποσότητες εισαγωγής ήταν αισθητά μεγαλύτερες κάτι το οποίο άλλαξε το 2009 με μια απότομη μείωση. Η Κίνα διαχρονικά αποτελεί τη χώρα που προμηθεύει τη μεγαλύτερη ποσότητα οξειδίων του αντιμονίου στην Ε.Ε. Τα τελευταία χρόνια η Κίνα και Νότια Κορέα προμηθεύουν το 95% του αντιμονίου και η Βολιβία, το Ηνωμένο Βασίλειο και οι Η.Π.Α. μικρότερες ποσότητες οι οποίες με την πάροδο των χρόνων γίνονται όλο και μικρότερες.



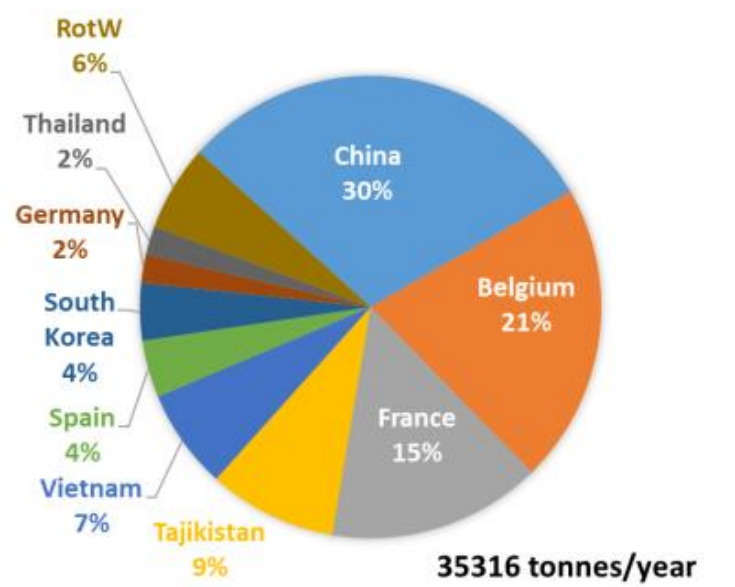
Εικόνα 33: Εισαγωγές οξειδίων αντιμονίου (Eurostat, 2022)

Ωστόσο, η μεγαλύτερη ποσότητα προϊόντων αντιμονίου γίνεται σε μορφή ακατέργαστου αντιμονίου, σε σκόνη ή σκραπ αντιμονίου. Το 2021 εισήχθησαν 23,125 τόνοι αντιμονίου και πραγματοποιήθηκε εξαγωγή 6,450 τόνων. Έτσι, οι ανάγκες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκύπτει ότι είναι 16,675 τόνοι. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το 2020, λόγω της πανδημίας Covid-19, η ποσότητα αντιμονίου που εισάγεται μειώθηκε στους 18,800 τόνους, ενώ οι εξαγωγές παρέμειναν στο ίδιο επίπεδο, φτάνοντας έτσι το 2021 παρόμοιες ποσότητες εισαγωγών και σε μία αύξηση των εξαγωγών κατά 2,000 τόνους. Όλα αυτά μαζί με τις ποσότητες που εισήχθησαν από κάθε χώρα φαίνονται αναλυτικότερα στο παρακάτω διάγραμμα για την περίοδο 2000 – 2021. Οι ποσότητες αυτές τα τελευταία χρόνια κυμαίνονται στους 20,000 τόνους. Η Κίνα από το 2000 μέχρι και το 2019 ήταν ο βασικός προμηθευτής της Ευρωπαϊκής Ένωσης με μεγάλη διαφορά. Παρόλα αυτά, το 2020 και το 2021 το σκηνικό αλλάζει φέρνοντας στο προσκήνιο χώρες που προμήθευαν την Ευρωπαϊκή Ένωση με αντιμόνιο, αλλά σε πολύ μικρότερες ποσότητες, καθώς η Κίνα προμήθευε πάνω από το 80% του αντιμονίου. Οι χώρες αυτές είναι το Τατζικιστάν που τα τελευταία χρόνια εισάγει τη μεγαλύτερη ποσότητα η οποία αυξάνεται χρόνο με το χρόνο, όπως και το Βιετνάμ.



Εικόνα 34: Εισαγωγές ακατέργαστου αντιμονίου, σκόνης ή σκραπ (Eurostat, 2022)

Συνοψίζοντας, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση, μελλοντικά ίσως εμεταλλευτεί το αντιμόνιο που βρίσκεται στις χώρες της Ε.Ε. είτε ως προϊόν, είτε ως παραπροϊόν. Ταυτόχρονα, σημαντικό ρόλο ίσως να μπορούσε να διαδραματίσει η Ελλάδα με τα μεταλλεία χρυσού στη Χαλκιδική που υπάρχει εμφάνιση αντιμονίου. Παρόλα αυτά η Ευρωπαϊκή Ένωση προπαθεί να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητη ακόμα και στις εισαγωγές που πραγματοποιεί. Έτσι, πολλές φορές μεγάλο ποσοστό του αντιμονίου προκύπτει από επεξεργασία που γίνεται εντός της Ε.Ε. μέσω της διαδικασίας ανάκτησής του. Έτσι, παρακάτω παρατίθεται μία στατιστική πίτα, στην οποία φαίνεται το ποσοστό συμμετοχής κάθε χώρας.



Εικόνα 35: Προμήθεια επεξεργασμένου αντιμονίου από την Ε.Ε. (Eurostat, 2022)

5.3. Βαρυτίνη

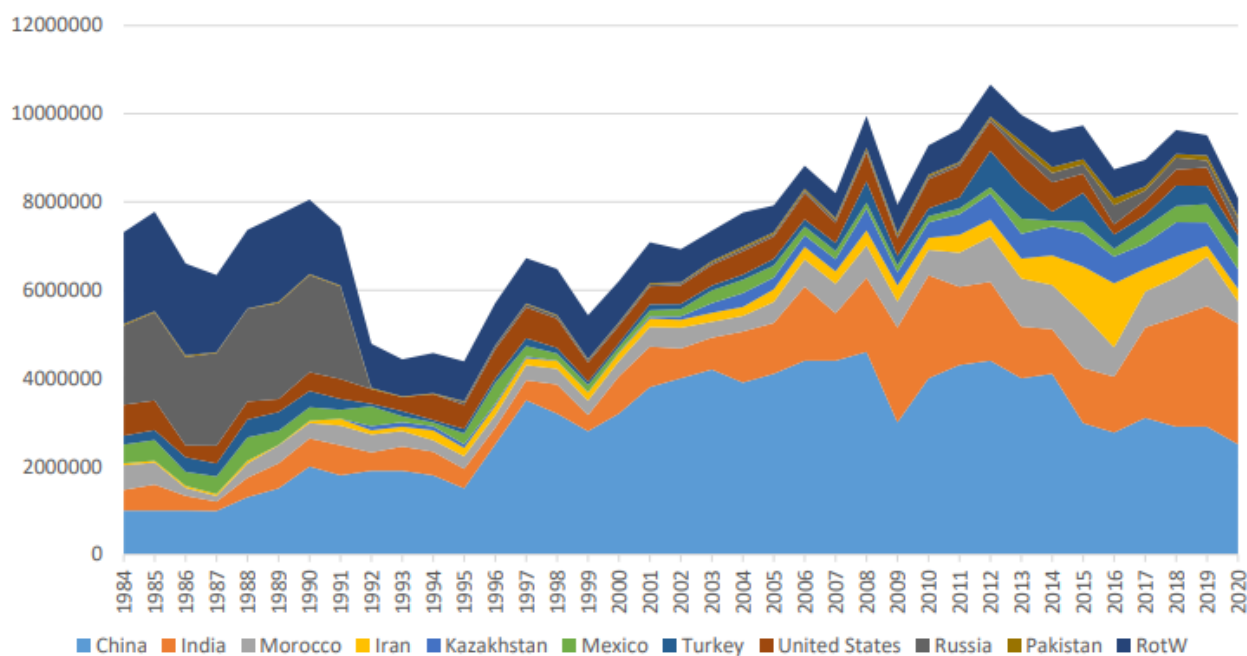
Η βαρυτίνη, ή αλλιώς βαρίτης, είναι φυσικό ορυκτό θειικό βάριο ($BaSO_4$). Είναι αδρανές, μη τοξικό και σχεδόν αδιάλυτο στο νερό ορυκτό. Η βαρυτίνη συνήθως είναι λευκή ή άχρωμη, παρόλα αυτά μπορεί να εμφανιστεί και σε άλλα χρώματα, όπως γκρι ή μαύρο.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης βαρυτίνης στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία που έχουν αποτυπωθεί έχει πραγματοποιηθεί εξόρυξη τα προηγούμενα χρόνια και υπάρχει ακόμα η δυναμική για εκμετάλλευση βαρυτίνης. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση βαρυτίνης είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για βαρυτίνη. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι πέρα από τη δυναμική της Ευρωπαϊκής Ένωσης να εκμεταλλευτεί τις εμφανίσεις βαρυτίνης, ήδη γίνεται μία μικρή παραγωγή εντός αυτής, η οποία φτάνει τους 105,000 τόνους ετησίως για την περίοδο 2016 – 2020. Μόνο σε τρεις χώρες έχει υπάρξει εκμετάλλευση βαρυτίνης τα τελευταία χρόνια, οι οποίες είναι η Βουλγαρία, η Γερμανία και η Σλοβακία. Η Σλοβακία σταμάτησε την εκμετάλλευση βαρυτίνης το 2018. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η Ε.Ε. αναγκαστικά εισάγει το μεγαλύτερο ποσοστό βαρυτίνης, φτάνοντας τους 420,000 τόνους εισαγωγών και εξάγει 118,000 τόνους. Ωστόσο, κύριος στόχος της Ε.Ε. είναι να στηρίζεται όσο γίνεται στην παραγωγή των χωρών της Ε.Ε. και να επιλέγει χώρες από τις οποίες προμηθεύεται με διπλωματικό και οικονομικό όφελος.



Εικόνα 36: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης βαρυτίνης

5.3.1. Παραγωγή βαρυτίνης



Εικόνα 37: Παγκόσμια παραγωγή βαρυτίνης (WMD, από το 1984)

Η βαρυτίνη είναι ένα προϊόν το οποίο προέρχεται από απευθείας εξόρυξη και μια μετέπειτα επεξεργασία διαχωρισμού. Αυτό σημαίνει ότι οι ποσότητες παραγωγής αφορούν εξορυσσόμενη ποσότητα. Οι δύο χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή βαρυτίνης είναι η Κίνα και η Ινδία, όπου βρίσκονται τα μεγαλύτερα αποθέματα βαρυτίνης. Το 2021, η Κίνα παρήγαγε 2,800,000 τόνους βαρυτίνης, όντας έτσι η μεγαλύτερη παραγωγός. Η Ινδία, η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός χώρα, για το 2021 έφτασε τους 2,500,000 τόνους. Όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα, για την περίοδο 1984 – 1991 η μεγαλύτερη παραγωγός ήταν η Ρωσία και άλλες χώρες του κόσμου, ενώ μικρότερη παραγωγή εμφάνιζαν η Κίνα και η Ινδία. Η απότομη μείωση της παραγωγής το 1992 από τη Ρωσία αλλά και άλλες χώρες είχε ως αποτέλεσμα η Κίνα να είναι η μεγαλύτερη παραγωγός από τότε μέχρι και σήμερα, έχοντας πλέον σταθερά παραγωγή μεγαλύτερη από 2,000,000 τόνους ετησίως. Το ίδιο ισχύει και για την Ινδία, η οποία αύξησε την παραγωγή βαρυτίνης από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα μέχρι και σήμερα. Επίσης, παρόλο που οι Η.Π.Α. παράγουν 700,000 τόνους ετησίως, δεν είναι αρκετό ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες της χώρας. Τέλος, σχετικά σταθερή φαίνεται να είναι η παραγωγή από τις υπόλοιπες χώρες, οι οποίες είναι το Μαρόκο, το Ιράν, το Καζακστάν, το Μεξικό, η Τουρκία, η Ρωσία και το Πακιστάν. Τα δεδομένα της WMD διασταυρώνονται με τα δεδομένα της USGS, καθώς οι ποσότητες παραγωγές είναι οι ίδιες για όλες τις χώρες με μόνη διαφορά ότι φαίνεται να είναι μικρότερη η παραγωγή της Ινδίας για το 2020 και μεγαλύτερη της Κίνας για την ίδια χρονιά. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας με σκοπό να αναδειχθούν καλύτερα οι χώρες και οι μέσες ετήσιες παραγωγές για την περίοδο από το 2016 μέχρι και το 2020.

Χώρα	Παραγωγή (τόνους)	Ποσοστό
Κίνα	2,875,583	32%
Ινδία	2,246,549	25%
Μαρόκο	808,758	9%
Ιράν	629,034	7%
Καζακστάν	629,034	7%
Μεξικό	359,448	4%
Τουρκία	359,448	4%
Η.Π.Α.	269,586	3%
Ρωσία	269,586	3%

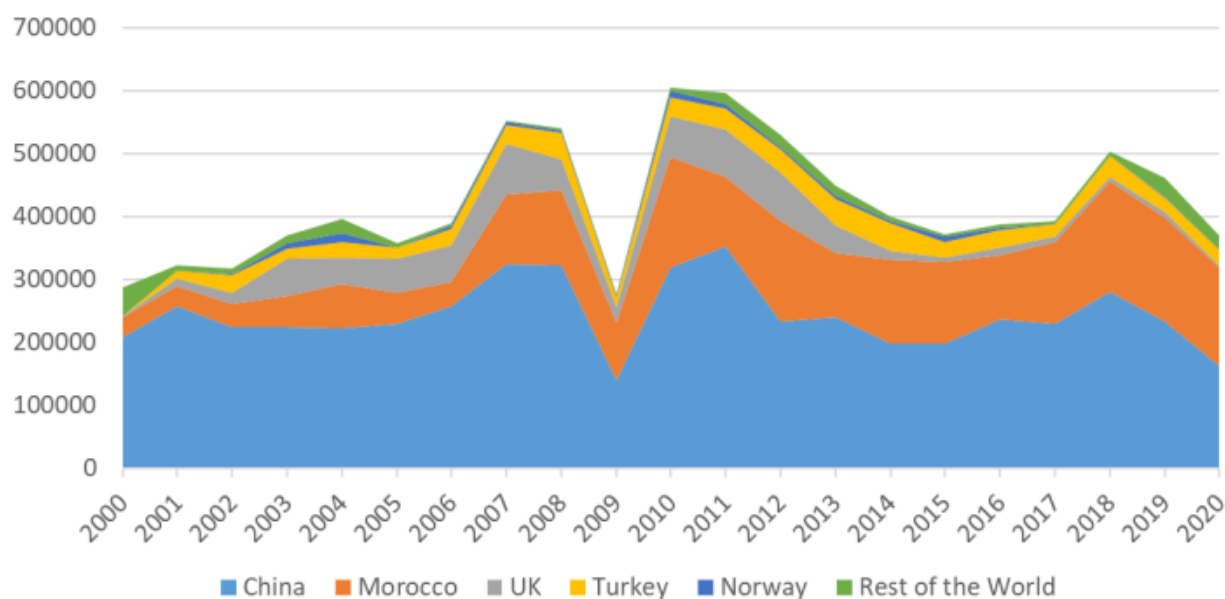
Πίνακας 14: Ποσότητα παραγωγής από εξόρυξη βαρυτίνης σε τόνους

Η μέση παγκόσμια παραγωγή για την περίοδο 2016 – 2020 φτάνει σχεδόν τους 9,000,000 τόνους και παραπάνω φαίνονται οι ποσότητες εξόρυξης βαρυτίνης καθώς και το ποσοστό ως προς την παγκόσμια παραγωγή ανά χώρα.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η παγκόσμια παραγωγή βαρυτίνης έχει μειωθεί τα τελευταία 5 χρόνια με μείωση 7.5%, για την περίοδο 2016 – 2020 (Reichl and Schatz, 2022) Ο βαρίτης βρίσκει εφαρμογή στην πλειονότητά της σε λάσπες γεώτρησης, στις οποίες παρουσιάζονται διακυμάνσεις από χρόνο σε χρόνο, καθώς οι γεωτρήσεις συσχετίζονται με την ποσότητα εξερευνητικών γεωτρήσεων. Έτσι, η ζήτηση του βαρίτη ακολουθεί την παγκόσμια τάση των γεωτρήσεων. Βραχυπρόθεσμα, η παγκόσμια ζήτηση για πετρέλαιο είναι πιθανό να συνεχίσει να αυξάνεται, αν και ο ρυθμός ανάπτυξης είναι επιβραδυνόμενος. Ωστόσο, η εφαρμογή των πολιτικών για την κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να επηρεάσει τη ζήτηση πετρελαίου στο ενεργειακό μείγμα, μειώνοντας έτσι σημαντικά την αγορά βαρίτη. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, αναμένεται μείωση της ζήτησης για βαρίτη, με αποτέλεσμα μελλοντικά να υπάρξει πλεονάζουσα προσφορά.

5.3.2. Εισαγωγές βαρυτίνης

Η βαρυτίνη ως ένα υλικό που δεν προκύπτει από κάποια επεξεργασία και απλά μετά την εξόρυξή της πραγματοποιείται διαχώρισμός της από τα στείρα, οι εισαγόμενες ποσότητες αναφέρονται αποκλειστικά σε προϊόν εξόρυξης. Αναγκαστικά η Ε.Ε. πραγματοποιεί εισαγωγές βαρυτίνης καθώς η παραγωγή που γίνεται στη Γερμανία, στη Βουλγαρία και στη Σλοβακία δεν αρκούν να καλύψουν τις ανάγκες της. Έτσι, παρακάτω παρατίθεται ένα διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζονται οι εισαγωγές της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 2000 – 2020 με δεδομένα της Eurostat του 2022.



Εικόνα 38: Εισαγωγές βαρυτίνης (Eurostat, 2022)

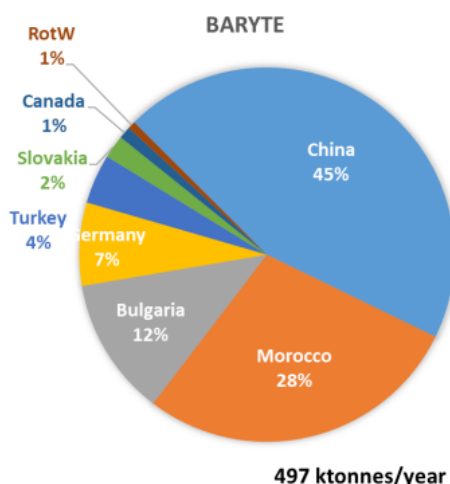
Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα προμηθεύεται βαρυτίνη κατά μέσο όρο 57% από την Κίνα, 25% από το Μαρόκο και 8% από το Ηνωμένο Βασίλειο. Από το 2000 μέχρι και το 2020 τα ποσοστά εισαγωγών για κάθε χώρα παραμένουν σχεδόν τα ίδια παρουσιάζοντας παρόμοιες αυξομειώσεις. Το 2009 παρατηρήθηκε απότομη μείωση των εισαγωγών που έφτασε σχεδόν στη μισή εισαγόμενη ποσότητα και την επόμενη χρονιά αυξήθηκε πάλι στα ίδια νούμερα με τις προηγούμενες χρονιές. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι ότι στην προσπάθεια της η Ευρωπαϊκή Ένωση να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητη και όταν χρειαστεί να εισάγει κρίσιμες ύλες, εισάγει από χώρες που έχει καλύτερες διπλωματικές και οικονομικές σχέσεις, φαίνεται να μειώνει την ποσότητα εισαγωγής από την Κίνα τα τελευταία χρόνια και να εισάγει μεγαλύτερες ποσότητες από το Μαρόκο.

Στη συνέχεια, παρατίθενται οι ποσότητες βαρυτίνης τις οποίες αξιοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση, είτε αυτές προέρχονται από εισαγωγές από άλλες χώρες, είτε από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που με την παραγωγή τους συμβάλλουν στην κάλυψη αναγκών της Ε.Ε. Οι ανάγκες της Ε.Ε. φτάνει για την περίοδο 2016 – 2020 κατά μέσο όρο τους 497,164 τόνους.

Χώρα	Προμηθευτές Ε.Ε. (τόνους)	Ποσοστό
Κίνα	223,724	45%
Μαρόκο	139,206	28%
Βουλγαρία	59,660	12%
Γερμανία	34,801	7%
Τουρκία	24,858	5%
Σλοβακία	9,943	2%
Καναδάς	4,972	1%

Πίνακας 15: Ποσότητες προμήθειας βαρυτίνης της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε τόνους

Όπως προκύπτει και από τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα το 21% των αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλύπτονται από τη Βουλγαρία, τη Γερμανία και τη Σλοβακία. Η υπόλοιπη ποσότητα αναγκαστικά εισάγεται για την κάλυψη των αναγκών της. Παρακάτω έχουν παρατεθεί τα δεδομένα αυτά σε μια στατιστική πίτα.



Εικόνα 39: Προμήθεια βαρυτίνης από την Ε.Ε. (Eurostat, 2022)

Συνοψίζοντας, η Ευρωπαϊκή Ένωση ήδη τις ποσότητες που παράγει τις αξιοποιεί σε ποσοστό 21% της κάλυψης των αναγκών της. Το ποσοστό αυτό θα μπορούσε να αυξηθεί και έτσι η Ε.Ε. να είναι ακόμα πιο ανεξάρτητη από εισαγωγές από τρίτες χώρες, εάν εκμεταλλευτεί τα κοιτάσματα που υπάρχουν σε χώρες της Ε.Ε. ακόμα κι αν τα αξιοποιήσιμα κοιτάσματα δεν είναι πάρα πολλά.

5.4. Βηρύλλιο

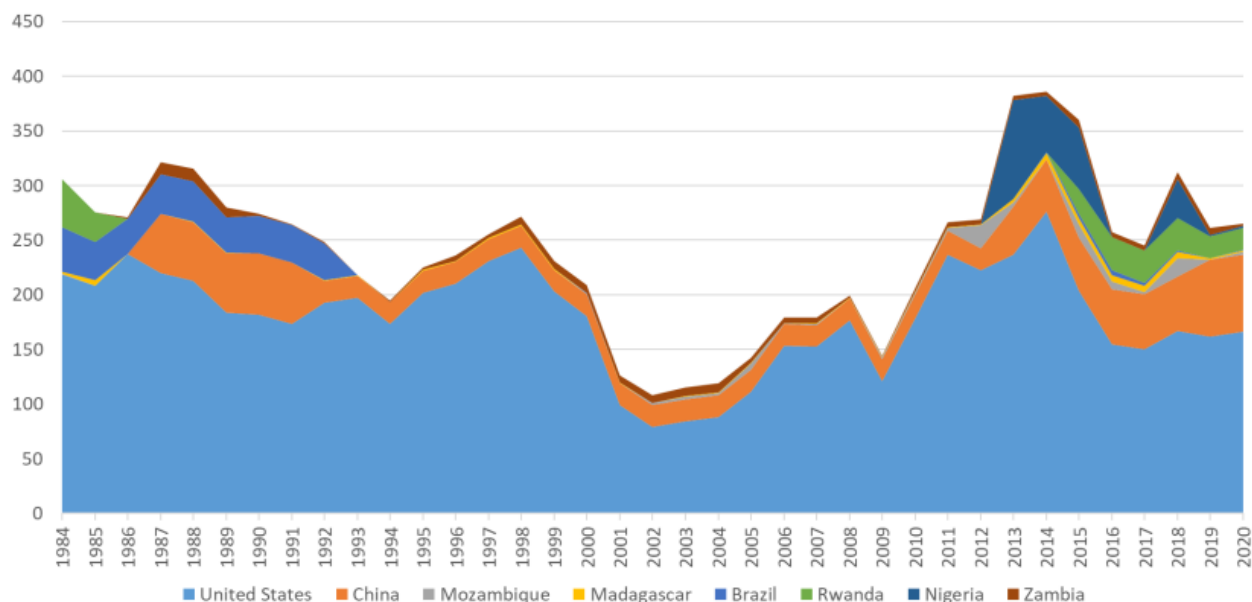
Το βηρύλλιο (Be) είναι ένα ασημογκρί μέταλλο με υψηλή θερμική σταθερότητα και αγωγιμότητα καθώς και ακαμψία σε κάμψη. Το βηρύλλιο είναι ένα σχετικά σπάνιο στοιχείο με συγκέντρωση περίπου 2.8 – 3 ppm στο φλοιό της γης και 2.1 ppm στον άνω φλοιό (Rudnick, 2003). Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1960 το μόνο ορυκτό βηρυλλίου με εμπορική εκμετάλλευση ήταν η βήρυλλος ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$). Στις μέρες μας, το πιο σημαντικό εμπορικά ορυκτό είναι ο βερτραντίτης (πάνω από το 75% των εξορύξεων) και εξάγεται από μεταλλεύματα που περιέχουν 0.3 – 1.5% βηρυλλίου. Η αγορά βηρυλλίου αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά λόγω της εφαρμογής του σε τεχνολογίες υπολογιστών, τηλεπικοινωνιών και των ηλεκτρικών αυτοκινήτων (MCGroup, 2022). Τέλος, αναμένεται να αυξηθεί η ζήτηση τα επόμενα χρόνια από τις αναδυόμενες αγορές της Ασίας και της Λατινικής Αμερικής.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης βηρυλλίου στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία υπάρχει η δυναμική για εκμετάλλευση βηρυλλίου. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση βηρυλλίου είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για βηρύλλιο. Στην Ε.Ε. δεν πραγματοποιείται εξόρυξη βηρυλλίου και για την κάλυψη αναγκών της εισάγει από άλλες χώρες. Οι θέσεις εμφάνισης βηρυλλίου είναι αρκετές όπως φαίνεται και στο χάρτη και τα δεδομένα αυτά θα μπορούσαν να αλλάξουν.



Εικόνα 40: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης βηρυλλίου

5.4.1. Παραγωγή βηρυλλίου



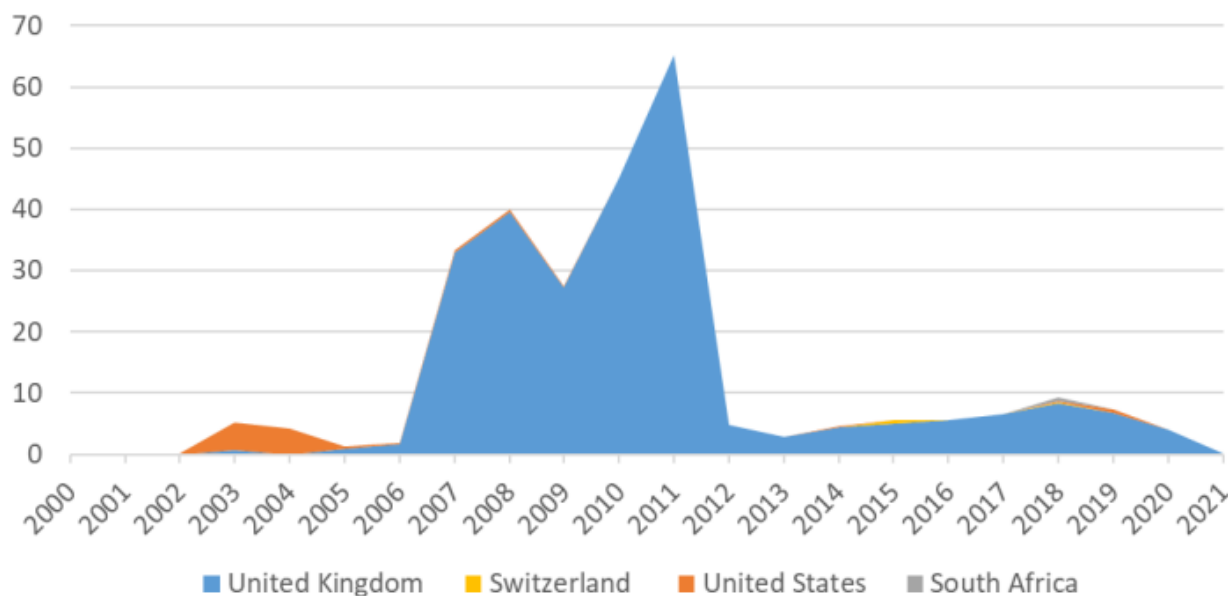
Εικόνα 41: Παγκόσμια παραγωγή βηρυλλίου (WMD, από το 1984)

Σχεδόν το 60% του βηρυλλίου προέρχεται από τις Η.Π.Α. και κυρίως από την περιοχή Spor Mountain στη Γιούτα, όπου έχουν εντοπιστεί μεγάλα αποθέματα βερτραντίτη και πραγματοποιείται εξόρυξη. Μόνο στην περιοχή της Γιούτα τα αποθέματα βηρυλλίου υπολογίζονται περίπου στους 20,000 τόνους, ενώ τα παγκόσμια αποθέματα βηρυλλίου δεν είναι γνωστά. Παρόλα αυτά, ένας υπολογισμός των παγκοσμίων αποθεμάτων φτάνει περίπου τους 100,000 τόνους. Έκτος από το Spor Mountain στη Γιούτα υπάρχουν και άλλες περιοχές στις Η.Π.Α. που πραγματοποιείται εξόρυξη βηρυλλίου (USGS, 2022). Στην Ευρώπη υπάρχει πολύ περιορισμένη διάθεση βηρυλλίου, η οποία υπολογίζεται στους 12 τόνους (BioIntelligence Service, 2015).

Στο παραπάνω διάγραμμα δίνεται η παγκόσμια παραγωγή βηρυλλίου και η συνεισφορά της κάθε χώρας. Από το 1984 μέχρι και σήμερα οι Η.Π.Α. παράγουν σταθερά τη μεγαλύτερη ποσότητα και για πολλές χρονιές η εξορυσόμενη ποσότητα από τις Η.Π.Α. αποτελεί πάνω από το 80% της παγκόσμιας παραγωγής. Επίσης, η Κίνα έχει μία σταθερή παραγωγή βηρυλλίου σε πολύ μικρότερες ποσότητες συγκριτικά με τις Η.Π.Α., αλλά κατατάσσεται ως η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός. Η παραγωγή βηρυλλίου από τις Η.Π.Α. αποτέλεσε το 68% της παραγωγής και η Κίνα το 29%. Για την περίοδο 2016 – 2020 η εξόρυξη βηρυλλίου κατά μέσο όρο είναι 231 τόνοι. Το 70% του βηρυλλίου προήλθε από τις Η.Π.Α., το 25% από την Κίνα, και το υπόλοιπο 5% από τη Μοζαμβίκη, τη Μαδαγασκάρη, τη Ρουάντα, τη Βραζιλία, τη Νιγηρία και τη Ζάμπια. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι δεν πραγματοποιείται ανακύκλωση βηρυλλίου από προϊόντα που έχουν φτάσει στο τέλος ζωής τους και το βηρύλλιο που χρησιμοποιείται προέρχεται μόνο από την εξόρυξή του. Η ανάκτηση καθαρού μετάλλου βηρυλλίου από προϊόντα που έχουν φτάσει στο τέλος ζωής τους είναι εξαιρετικά δύσκολη, λόγω της μικρής περιεκτικότητάς του στις συσκευές.

5.4.2. Εισαγωγές βηρυλλίου

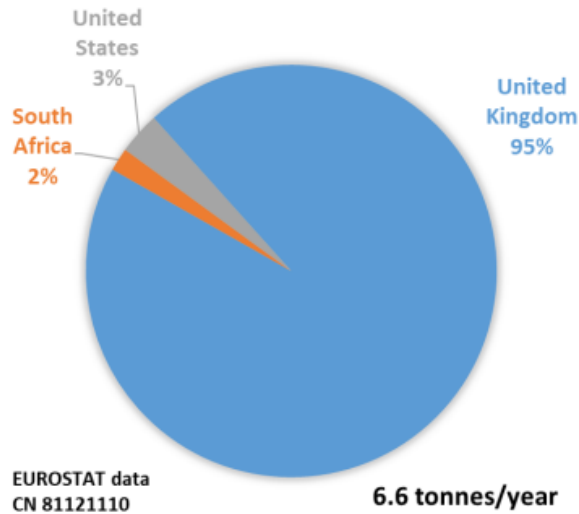
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση όπως προαναφέρθηκε δεν πραγματοποιείται εξόρυξη βηρυλλίου, οπότε οι ανάγκες της καλύπτονται από τις εισαγωγές που πραγματοποιεί. Με βάση δεδομένα της Eurostat του 2022 για την περίοδο 2016 – 2020, η Ευρωπαϊκή Ένωση εισήγαγε 6.6 τόνους βηρυλλίου για την κάλυψη αναγκών της. Παρακάτω παρατίθεται διάγραμμα της ποσότητας που εισήγαγε η Ε.Ε. και από ποιες χώρες εισήγαγε.



Εικόνα 42: Εισαγωγές βηρυλλίου (Eurostat, 2022)

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα πραγματοποιείται μικρή εισαγωγή βηρυλλίου ετησίως. Μια αύξηση των εισαγωγών παρουσιάστηκε τα έτη 2007 – 2011, όπου το 2011 η εισαγωγή ξεπέρασε τους 60 τόνους, πραγματοποιώντας τη μεγαλύτερη εισαγωγή βηρυλλίου ετησίως τον 21^ο αιώνα. Πριν το 2005 βασικός προμηθευτής της Ε.Ε. ήταν οι Η.Π.Α., κάτι το οποίο έχει αλλάξει για όλες τις χρονιές από το 2005 μέχρι και το 2021. Πιο συγκεκριμένα, βασικός προμηθευτής είναι το Ηνωμένο Βασίλειο, συνεισφέροντας κατά μέσο όρο με ποσοστό 95%, οι Η.Π.Α. με ποσοστό 3% και η Νότια Αφρική με ποσοστό 2% για την περίοδο 2016 – 2020. Μικρή ποσότητα εισάχθηκε από την Ελβετία το 2015. Για όλες τις χρονιές εκτός από την περίοδο 2007 – 2011 η ποσότητα εισαγωγής ήταν μικρότερη από 10 τόνους. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι εξαγωγές για την περίοδο αυτή είναι μηδαμινές για όλες τις χρονιές.

Παρακάτω παρατίθεται μία στατιστική πίτα που φαίνονται τα στατιστικά των εισαγωγών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 2016 – 2020, δηλαδή τι ποσοστό της εισαγωγής αντιστοιχεί σε κάθε χώρα που αναφέρεται.



Εικόνα 43: Προμήθεια βηρυλλίου από την Ε.Ε. (Eurostat, 2022)

Συνοψίζοντας, το βηρύλλιο είναι ένα σπάνιο μέταλλο στο φλοιό της γης με μικρή παγκόσμια παραγωγή. Βρίσκει εφαρμογή σε πολλές καινούργιες τεχνολογίες και η ζήτηση του πιθανόν να αυξηθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια. Η ετήσια ζήτηση για βηρύλλιο πρόκειται να αυξηθεί στους 450 τόνους από το 2030, καθώς βρίσκει εφαρμογή σε όλο και περισσότερες νέες τεχνολογίες. Το γεγονός αυτό δημιουργεί την ανάγκη για την παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας βηρυλλίου σε όλο τον κόσμο. Η αύξηση της ζήτησης του βηρυλλίου, πιθανόν να δημιουργήσει αύξηση της τιμής του. Συμπερασματικά, η Ευρωπαϊκή Ένωση για να καλύψει τις ανάγκες της που δεν ξεπερνούν τους 10 τόνους τα τελευταία χρόνια θα μπορούσε να αρχίσει να εκμετάλλευεται βηρύλλιο, όπου αυτό είναι συμφέρον, έτσι ώστε να μην είναι εξαρτώμενη από τρίτες χώρες στην εισαγωγή βηρυλλίου.

5.5. Κοβάλτιο

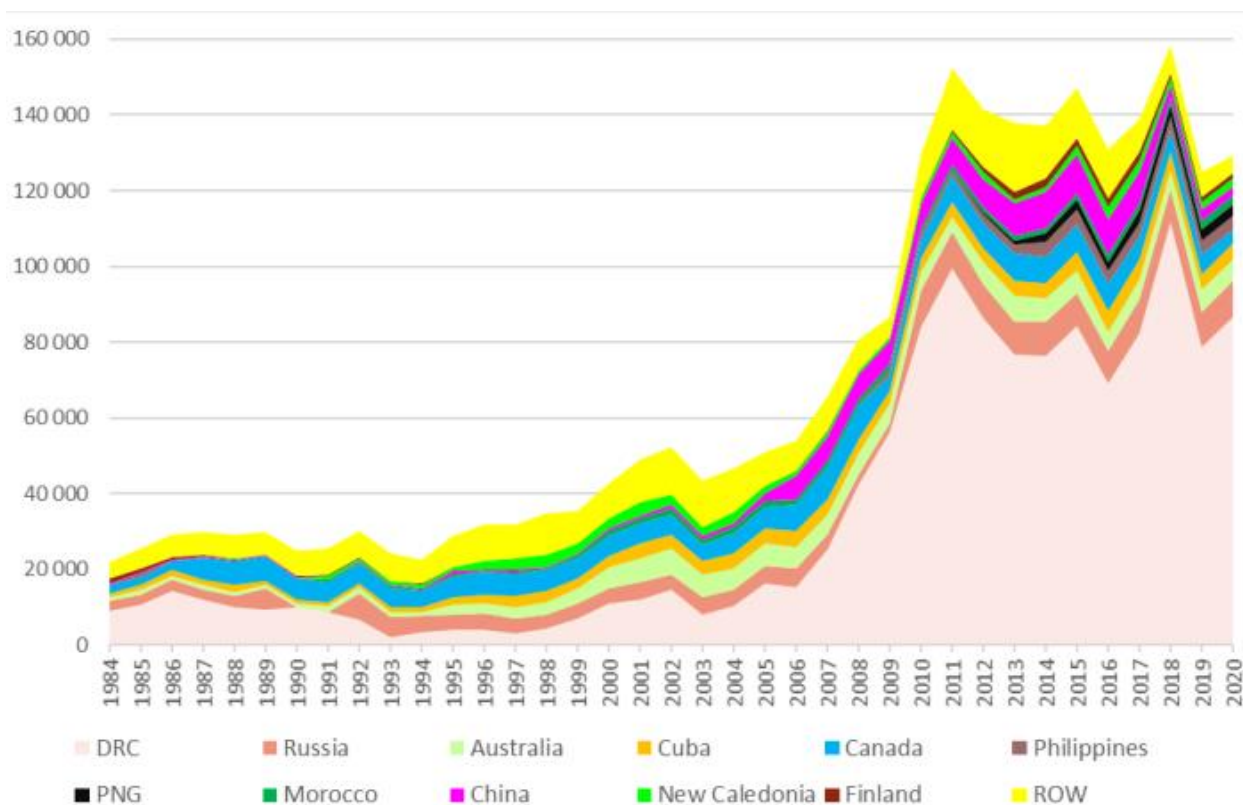
Το κοβάλτιο (Co) είναι ένα χημικό στοιχείο που εμφανίζεται στον περιοδικό πίνακα μεταξύ σιδήρου και νικελίου. Το κοβάλτιο είναι ένα γυαλιστερό, ασημογκρί μέταλλο με πολλές διαφορετικές εφαρμογές λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων του. Είναι σκληρό μέταλλο που διατηρεί την αντοχή του σε υψηλές θερμοκρασίες, έχει υψηλό σημείο τήξης, είναι σιδηρομαγνητικό διατηρώντας τις μαγνητικές του ιδιότητες στην υψηλότερη θερμοκρασία από οποιοδήποτε άλλο μέταλλο, είναι πολυσθενές, παράγει έντονα μπλε χρώματα, μπορεί να σχηματίσει κράματα με άλλα μέταλλα που προσδίδουν αντοχή σε υψηλή θερμοκρασία και αυξημένη αντοχή στη φθορά και είναι ζωτικής σημασίας ιχνοστοιχείο στους ζωντανούς οργανισμούς.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης κοβαλτίου στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία που έχουν αποτυπωθεί έχει πραγματοποιηθεί εξόρυξη τα προηγούμενα χρόνια και υπάρχει ακόμα η δυναμική για εκμετάλλευση κοβαλτίου είτε ως βασικό προϊόν εξόρυξης, είτε ως παραπροϊόν. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση κοβαλτίου είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για κοβάλτιο. Οι θέσεις αυτές είναι αρκετές με μεγάλη εμφάνιση στη Φινλανδία, στα Βαλκάνια και στις Αζόρες. Συχνότερα, συναντάται σε εμφανίσεις χαλκού και νικελίου και η εκμετάλλευση του κοβαλτίου συνδέεται με την εκμετάλλευση των δύο προηγούμενων στοιχείων.



Εικόνα 44: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης κοβαλτίου

5.5.1. Παραγωγή κοβαλτίου



Εικόνα 45: Παγκόσμια παραγωγή κοβαλτίου (WMD, από το 1984)

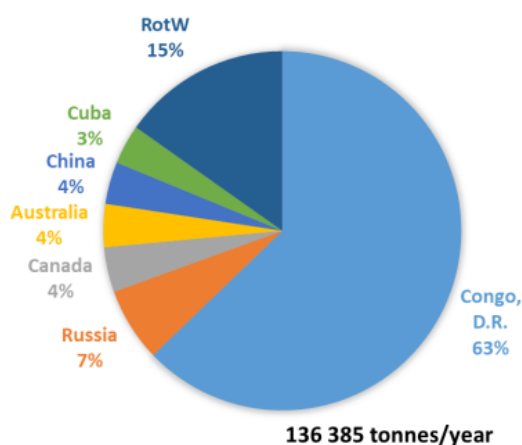
Η παγκόσμια παραγωγή κοβαλτίου από μεταλλεύματα κοβαλτίου μεταξύ του 2010 και του 2020 υπολογίστηκε μεταξύ 130,000 και 158,000 τόνων ετησίως. Την ίδια περίοδο εξορύχθηκαν 140 – 2,300 τόνοι κοβαλτίου εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης και όλη η ποσότητα από τη Φινλανδία. Ο κύριος παραγωγός μεταλλευμάτων κοβαλτίου με ποσοστό 68% είναι η Δημοκρατία του Κονγκό για το 2020 και ακολουθεί με αρκετά μικρότερο ποσοστό η Ρωσία με 4.5% και η Αυστραλία με 4.1%. Η Ε.Ε. συμμετέχει με ποσοστό μόλις 1.1%, το οποίο προέρχεται από τη Φινλανδία.

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι από το 1984 η μεγαλύτερη παραγωγή κοβαλτίου στον κόσμο πραγματοποιείται στη Δημοκρατία του Κονγκό. Εξαιρεση αποτελούν τα έτη από το 1993 μέχρι και το 1999 που η παραγωγή από τη Δημοκρατία του Κονγκό εμφάνισε μία μείωση. Τον 20^ο αιώνα η παγκόσμια παραγωγή ήταν μικρότερη από 40,000 τόνους φτάνοντας πλέον πάνω από 100,000 τόνους σημειώνοντας απότομη αύξηση. Πιο συγκεκριμένα, από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 μέχρι τη δεκαετία του 2000 η ετήσια παραγωγή κοβαλτίου σημείωνε αύξηση 9.3% κατά μέσο όρο. Έπειτα, ο ρυθμός αύξησης της παραγωγής μειώθηκε και από το 9.3% έφτασε στο 2.1% κατά μέσο όρο για τη δεκαετία του 2010 (Barazi, 2018). Η απότομη αύξηση που παρατηρείται οφείλεται στο γεγονός ότι η Δημοκρατία του Κονγκό αυξανόταν στο διάστημα αυτό με ποσοστό 20% κατά μέσο όρο. Η τόσο απότομη αύξηση της παραγωγής οφείλεται στην αύξηση της ζήτησης του κοβαλτίου, καθώς βρίσκουν εφαρμογή στις μπαταρίες λιθίου.

Το κοβάλτιο έχει χαμηλή αφθονία στο φλοιό της γης. Οι εκτιμήσεις που έχουν γίνει για την ποσότητα του κοβαλτίου που βρίσκεται στο φλοιό της γης έχει υπολογιστεί στα 15 – 30 ppm. Επίσης, το κοβάλτιο δε συναντάται ως καθαρό μέταλλο στη φύση, αλλά σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία (κυρίως το σίδηρο, το νικέλιο, το χαλκό και το θείο). Τα παγκόσμια αποθέματα κοβαλτίου έχουν υπολογιστεί στους 25,000,000 τόνους (USGS, 2022). Τα ποσοστά των αποθεμάτων ανά χώρα είναι 45% στη Δημοκρατία του Κονγκό, 18% στην Αυστραλία, 7.8% στην Ινδονησία και 6.5% στην Κούβα. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η Ελλάδα έχει αποθέματα 95,000 τόνων κοβαλτίου στα μεταλλεία εξόρυξης νικελίου της ΛΑΡΚΟ, ενώ τα μεγαλύτερα αποθέματα στην Ευρώπη είναι στη Φινλανδία. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η μέση παγκόσμια παραγωγή του κοβαλτίου, η οποία προκύπτει από εξόρυξη και ανέρχεται σε 136,835 τόνους και έχει αναλυθεί το ποσοστό συμμετοχής κάθε χώρας με την ποσότητα παραγωγής σε τόνους για το 2016 – 2020 και τα δεδομένα αυτά αποδόθηκαν σε πίνακα και στατιστική πίτα με απεικόνιση των ποσοστών αυτών.

Χώρα	Ποσότητα (τόνους)	Ποσοστό
Δημοκρατία του Κονγκό	85,923	63%
Ρωσία	9,547	7%
Καναδάς	5,455	4%
Αυστραλία	5,455	4%
Κίνα	5,455	4%
Κούβα	4,092	3%
Υπόλοιπος κόσμος	20,458	15%

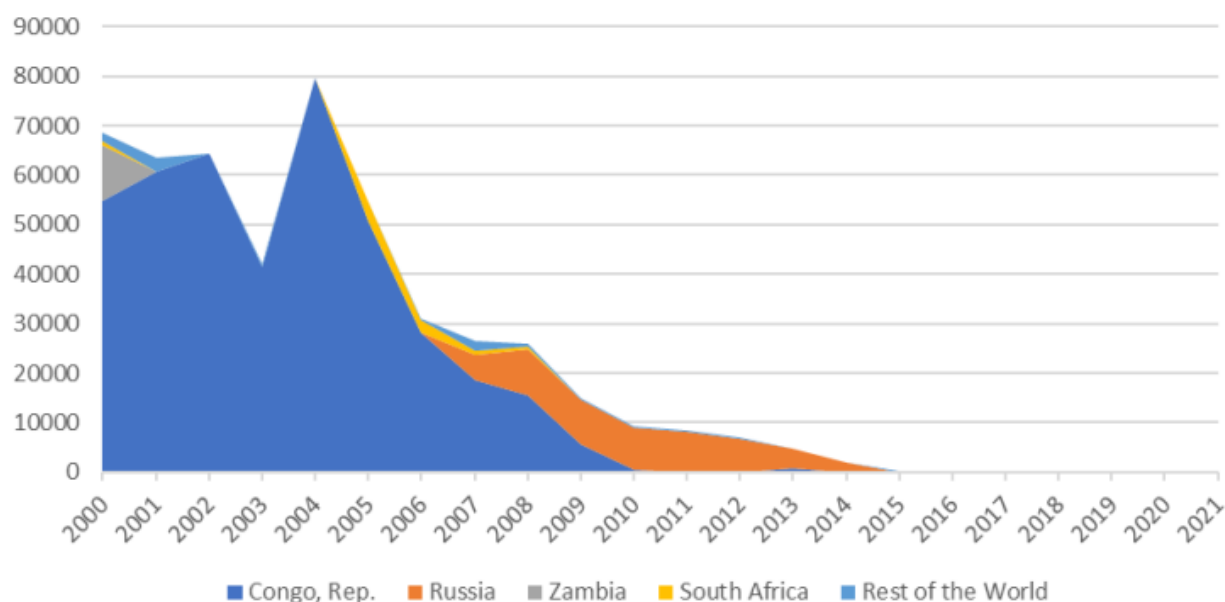
Πίνακας 16: Ποσότητα προμήθειας κοβαλτίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση



Εικόνα 46: Προμήθεια κοβαλτίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat, 2022)

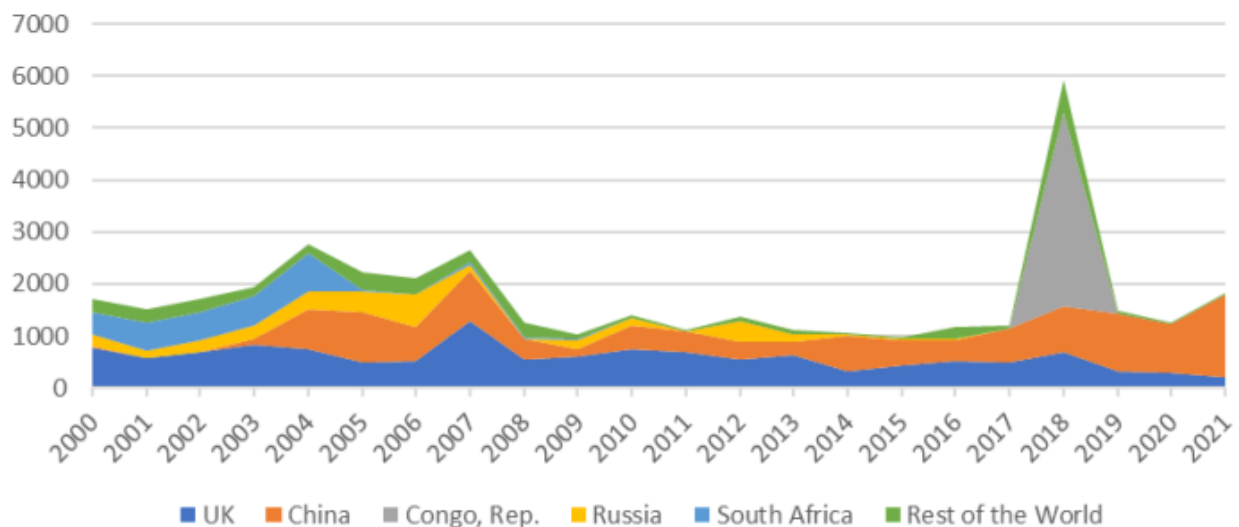
5.5.2. Εισαγωγές κοβαλτίου

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιείται εξόρυξη κοβαλτίου και η εξορυσσόμενη ποσότητα διατίθεται αποκλειστικά για τις ανάγκες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρόλα αυτά οι ποσότητες κοβαλτίου που παράγονται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης δε φτάνουν να καλύψουν τις ανάγκες της και για αυτό το λόγο γίνεται εισαγωγή κοβαλτίου από τρίτες χώρες. Το κοβάλτιο εισάγεται σε τρεις διαφορετικές μορφές, οι οποίες είναι: μεταλλεύματα και συμπυκνώματα κοβαλτίου, οξειδία και υδροξειδία κοβαλτίου και εισαγωγή ακατέργαστου κοβαλτίου και σκόνης ή σκραπ κοβαλτίου. Στα παρακάτω διαγράμματα αποδίδονται οι χώρες που εισάγει κοβάλτιο η Ε.Ε. καθώς και οι ποσότητες αυτές σε τόνους από το 2000 μέχρι και το 2021.



Εικόνα 47: Εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων κοβαλτίου (Eurostat, 2022)

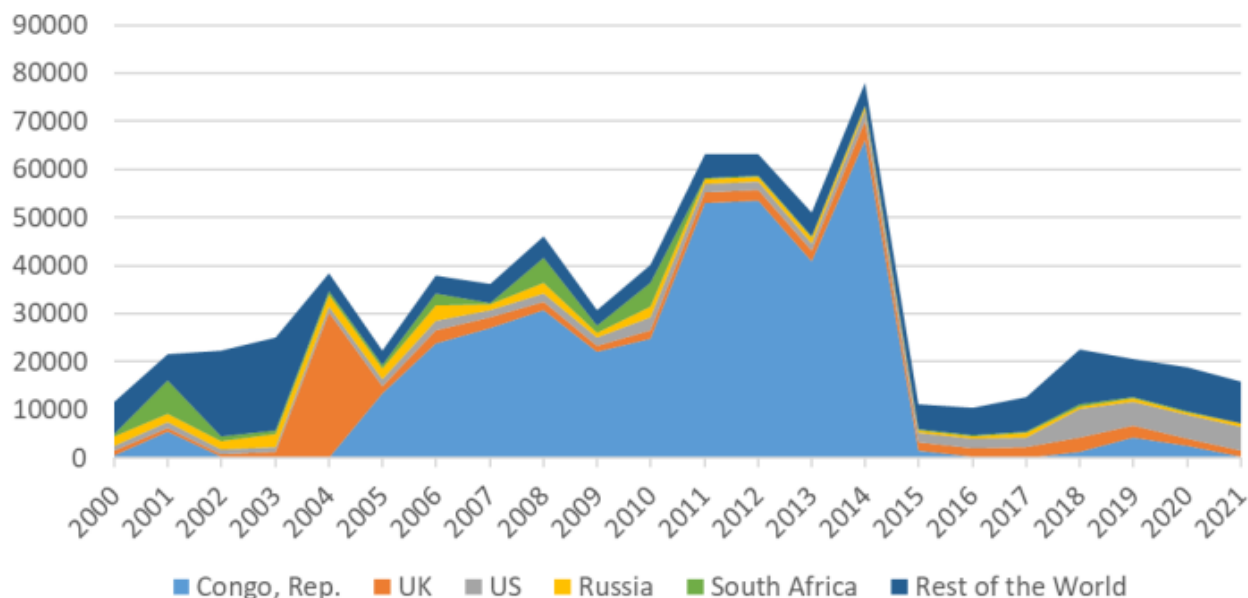
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθενται οι εισαγωγές που πραγματοποίησε η Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021. Όπως φαίνεται οι εισαγωγές από το 2015 και μετά έχουν σταματήσει και ότι από το 2010 η εισαγωγή ήταν μικρότερη από 10,000 τόνους. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εισάγει οξειδία του κοβαλτίου και ακατέργαστο, σκόνη ή σκραπ κοβαλτίου. Στην αρχή του 21^{ου} αιώνα οι ποσότητες εισαγωγής έφταναν πάνω από 60,000 τόνους με μία μείωση το 2003 στους 40,000 τόνους. Από το 2005 και μετά κάθε χρονιά σημειωνόταν μία σταθερή μείωση φτάνοντας το 2010 σε λιγότερους από 10,000 τόνους. Αρχικά, η εισαγωγή πραγματοποιούνταν από τη Δημοκρατία του Κονγκό σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90% για όλες τις χρονιές, με μικρές εισαγωγές από τη Ζάμπια, τη Νότια Αφρική, τη Ρωσία και άλλες χώρες. Η κατάσταση αυτή άρχισε να αλλάζει καθώς από το 2007 και μετά όλο και περισσότεροι τόνοι εισάγονταν από τη Ρωσία, φτάνοντας το 2010 σχεδόν όλη η ποσότητα να εισάγεται από τη Ρωσία.



Εικόνα 48: Εισαγωγές οξειδίων και υδροξειδίων κοβαλτίου (Eurostat, 2022)

Παραπάνω παρατίθεται διάγραμμα εισαγωγής οξειδίων και υδροξειδίων κοβαλτίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στο διάγραμμα φαίνεται ότι οι ποσότητες εισαγωγής είναι μικρές. Συγκεκριμένα, από το 2007 και μετά η εισαγωγή κυμαίνεται μεταξύ 1,000 – 2,000 τόνων. Εξάιρεση αποτελεί το 2018 που παρατηρείται αύξηση των εισαγωγών σχεδόν στους 6,000 τόνους. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα η εισαγωγή ήταν γύρω στους 2,000 τόνους για όλες τις χρονιές. Οι χώρες από τις οποίες εισάγει τα τελευταία χρόνια οξείδια και υδροξείδια του κοβαλτίου είναι το Ηνωμένο Βασίλειο και η Κίνα καθώς και μικρή ποσότητα εισάγεται από άλλες χώρες. Το μεγαλύτερο ποσοστό προέρχεται από την Κίνα και σταθερή φαίνεται να παραμένει η ποσότητα εισαγωγής από το Ηνωμένο Βασίλειο στην πάροδο των χρόνων. Το 2018 η Δημοκρατία του Κονγκό προμήθευσε μεγάλη ποσότητα το 2018. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει προμηθευτεί τα προηγούμενα χρόνια και από άλλες χώρες όπως τη Ρωσία και τη Νότια Αφρική.

Στη συνέχεια, παρατίθεται ένα διάγραμμα των εισαγωγών που πραγματοποιήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση σε ακατέργαστο κοβάλτιο, σκόνη ή σκραπ κοβαλτίου για την περίοδο 2000 – 2021. Οι ποσότητες εισαγωγής παρουσιάζουν αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα κυμάνθηκαν κατά κύριο λόγο από 20,000 – 40,000 τόνους. Μια αύξηση παρατηρείται από το 2009 και μετά φτάνοντας σχεδόν τους 80,000 τόνους το 2014, όντας η μέγιστη ποσότητα εισαγωγών. Την επόμενη χρονιά η εισαγωγή έφτασε τους 10,000 τόνους περίπου παρουσιάζοντας απότομη μείωση. Οι τόνοι των εισαγωγών από το 2015 και μετά παρέμειναν στους 10,000 με 20,000 τόνους. Οι χώρες οι οποίες προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση φαίνεται να αλλάζουν από χρονιά σε χρονιά, με κύριους προμηθευτές τη Δημοκρατία του Κονγκό και το Ηνωμένο Βασίλειο, καθώς και άλλες χώρες. Το γεγονός αυτό έχει αλλάξει από το 2015 και μετά καθώς οι Η.Π.Α. και άλλες χώρες εισάγουν τη μεγαλύτερη ποσότητα. Τέλος, άλλες χώρες που φαίνεται να έχουν προμηθεύσει την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Ρωσία και η Νότια Αφρική.



Εικόνα 49: Εισαγωγές ακατέργαστου κοβαλτίου, σκόνης ή σκραπ (Eurostat, 2022)

Συνοψίζοντας, οι ανάγκες εισαγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης φαίνεται να έχουν μειωθεί από το 2015 και μετά. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η Ε.Ε. προσπαθεί να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητη στο θέμα των κρίσιμων Ο.Π.Υ., συνεπώς και του κοβαλτίου και γίνεται μια προσπάθεια να καλύψει τις ανάγκες της με τις παραγωγές των χωρών της Ε.Ε. Προς το παρόν η Φινλανδία φαίνεται να διαδραματίζει αυτό το ρόλο και όταν οι εξορυσσόμενες ποσότητες του κοβαλτίου δεν αρκούν πραγματοποιούνται εισαγωγές που είναι συμφέρουσες και διπλωματικά αλλά και οικονομικά για την Ε.Ε. Η κατάσταση αυτή θα μπορούσε να αλλάξει προς το καλύτερο δεδομένου ότι υπάρχουν αποθέματα και σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που είναι εκμεταλλεύσιμες. Αν πραγματοποιηθούν εκμεταλλεύσεις στις χώρες που υπάρχει εμφάνιση κοβαλτίου, όπως στην Ελλάδα στα μεταλλεία νικελίου της ΛΑΡΚΟ, ενδέχεται η Ε.Ε. να είναι ανεξάρτητη όσον αφορά την κάλυψη αναγκών κοβαλτίου, οι οποίες φαίνεται να αυξάνονται λόγω των εφαρμογών που βρίσκει το κοβάλτιο σε νέες τεχνολογίες.

5.6. Φθορίτης

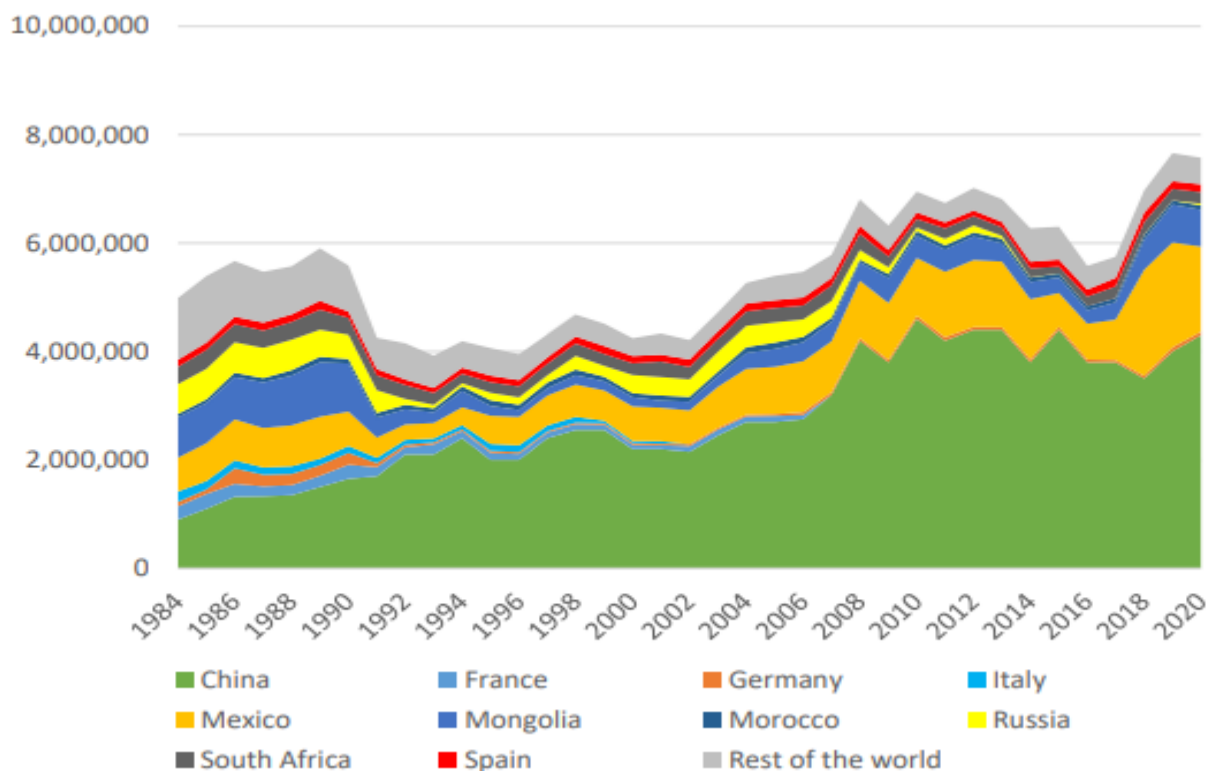
Ο αργυραδάμαντας είναι η εμπορική ονομασία του ορυκτού φθορίτη (φθοριούχο ασβέστιο, CaF_2) και έχει χαρακτηριστεί ως κρίσιμο υλικό. Ο φθορίτης είναι ένα πολύχρωμο, ευρέως εμφανιζόμενο ορυκτό που εμφανίζεται παγκοσμίως με σημαντικά κοιτάσματα σε περισσότερες από 9,000 περιοχές. Ο αργυραδάμαντας βρίσκει εφαρμογές σε κατασκευές χάλυβα και σιδήρου, σε συστήματα θέρμανσης, κτασκευή αλουμινίου, σε μονώσεις μαγειρικών σκευών και καλωδίων και σε διεργασίες διύλισης πετρελαίου.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης φθορίτη στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία που έχουν αποτυπωθεί έχει πραγματοποιηθεί εξόρυξη τα προηγούμενα χρόνια και υπάρχει ακόμα η δυναμική για εκμετάλλευση φθορίτη. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση φθορίτη είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για φθορίτη. Προς το παρόν υπάρχει παραγωγή φθορίτη σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και με βάση τον παρακάτω χάρτη τα εξορυσσόμενα ποσά θα μπορούσαν να αυξηθούν. Το γεγονός αυτό θα οδηγούσε στην κάλυψη αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στη μείωση των εισαγωγών και συνεπώς της εξάρτησης από άλλες χώρες.



Εικόνα 50: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης φθορίτη

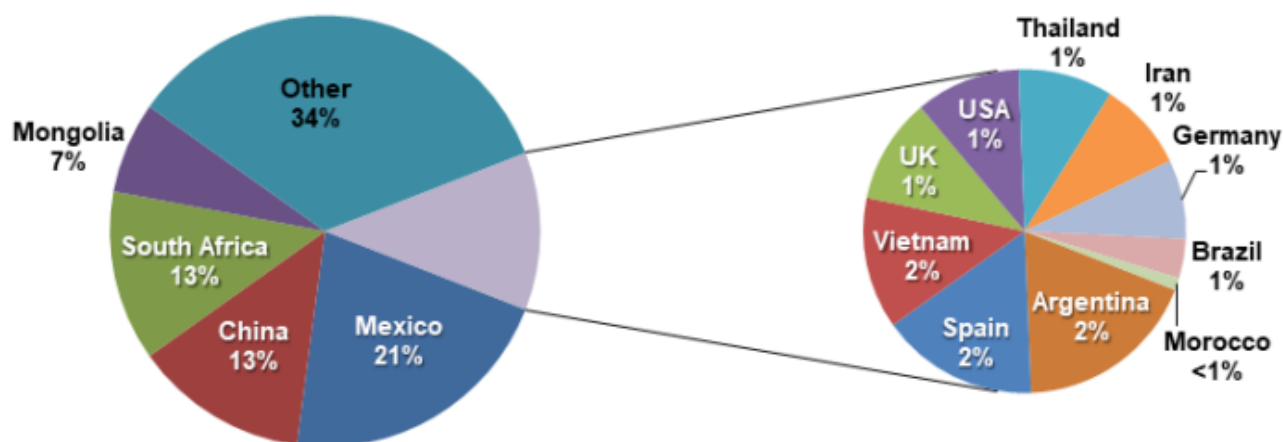
5.6.1. Παραγωγή φθορίτη



Εικόνα 51: Παγκόσμια παραγωγή φθορίτη (WMD, από το 1984)

Η παγκοσμιά παραγωγή το 2020 έφτασε τους 7,600,000 τόνους. Οι βασικοί παραγωγοί φθορίτη το 2020 είναι η Κίνα με ποσοστό 57% της παγκόσμιας παραγωγής, το Μεξικό με 16%, η Μογγολία με 9.5%, η Νότια Αφρική με 4.2%, το Βιετνάμ με 3.2% και άλλες χώρες με μικρότερο ποσοστό. Πιο συγκεκριμένα, το 2020 η Κίνα παρήγαγε 4,300,000 τόνους φθορίτη, ακολουθεί το Μεξικό με παραγωγή 1,200,000 τόνους και τρίτη στην παραγωγή φθορίτη με 720,000 τόνους είναι η Μογγολία. Γενικά εκμετάλλευση φθορίτη πραγματοποιείται σε περισσότερες από 20 χώρες. Η Κίνα διαχρονικά έχει τη μεγαλύτερη παραγωγή με μέση ποσότητα εξόρυξης για την περίοδο 2016 – 2020 στο 56% της παγκόσμιας παραγωγής. Την ίδια περίοδο σημαντική παραγωγή υπάρχει στο Μεξικό με ποσοστό 20% και τη Μογγολία με ποσοστό 7%. Τα γνωστά παγκόσμια αποθέματα φθορίτη έχουν υπολογιστεί περίπου στους 320,000,000 τόνους.

Παρόλο που η μεγαλύτερη παραγωγή γίνεται στην Κίνα, τα μεγαλύτερα αποθέματα βρίσκονται στο Μεξικό και έπειτα στην Κίνα και στη Νότια Αφρική. Παρακάτω παρατίθεται μία στατιστική πίτα που απεικονίζονται τα ποσοστά αποθεμάτων φθορίτη για κάθε χώρα ως προς τα παγκόσμια αποθέματα. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι το 2% των παγκόσμιων αποθεμάτων εμφανίζεται στην Ισπανία και το 1% στη Γερμανία, δίνοντας την εικόνα ότι η Ε.Ε. έχει τη δυναμική να στηρίζεται στις χώρες της για την κάλυψη των αναγκών της.



Εικόνα 52: Παγκόσμια αποθέματα φθορίτη (Screen, 2023)

Εκμετάλλευση φθορίτη πραγματοποιήθηκε για το 2020 μόνο σε 3 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Ισπανία που είναι η μεγαλύτερη παραγωγός με 185,000 τόνους, η Γερμανία με 65,000 τόνους και η Ιταλία με 50,000 τόνους. Μέχρι το 2016 υπήρχε μικρή παραγωγή και στη Βουλγαρία.

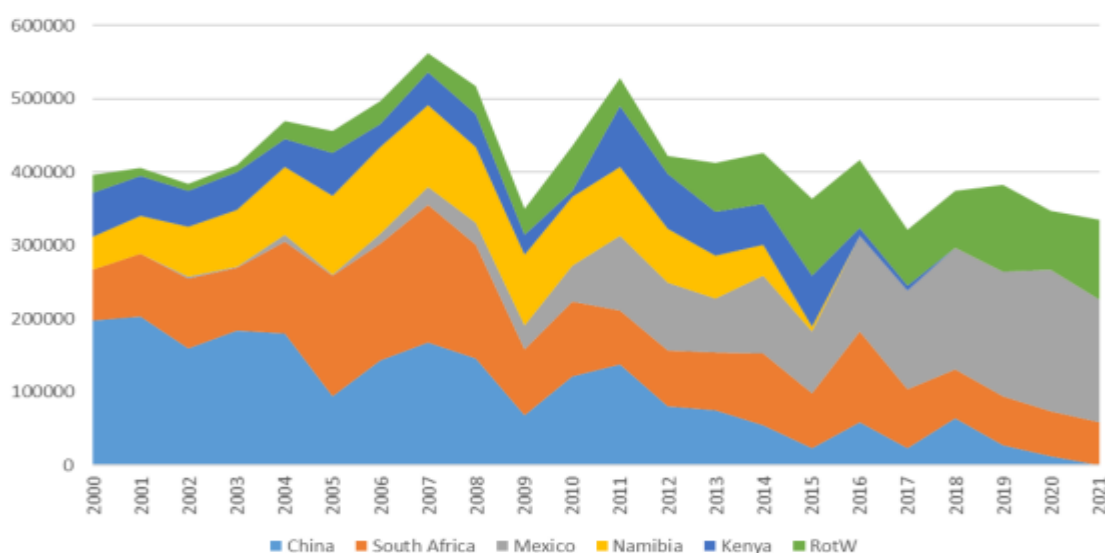
Παρακάτω παρατίθεται πίνακας στον οποίο αναφέρονται οι ποσότητες παραγωγής από τις βασικές χώρες παραγωγούς για την περίοδο 2016 – 2020 κατά μέσο όρο καθώς και τα ποσοστά ως προς την παγκόσμια παραγωγή που για αυτή την περίοδο έφτασε περίπου τους 6,700,000 τόνους.

Χώρα	Ποσότητα (τόνους)	Ποσοστό
Κίνα	3,752,000	56%
Μεξικό	1,340,000	20%
Μογγολία	469,000	7%
Βιετνάμ	201,000	3%
Νότια Αφρική	201,000	3%

Πίνακας 17: Ποσότητα παραγωγής φθορίτη στον κόσμο

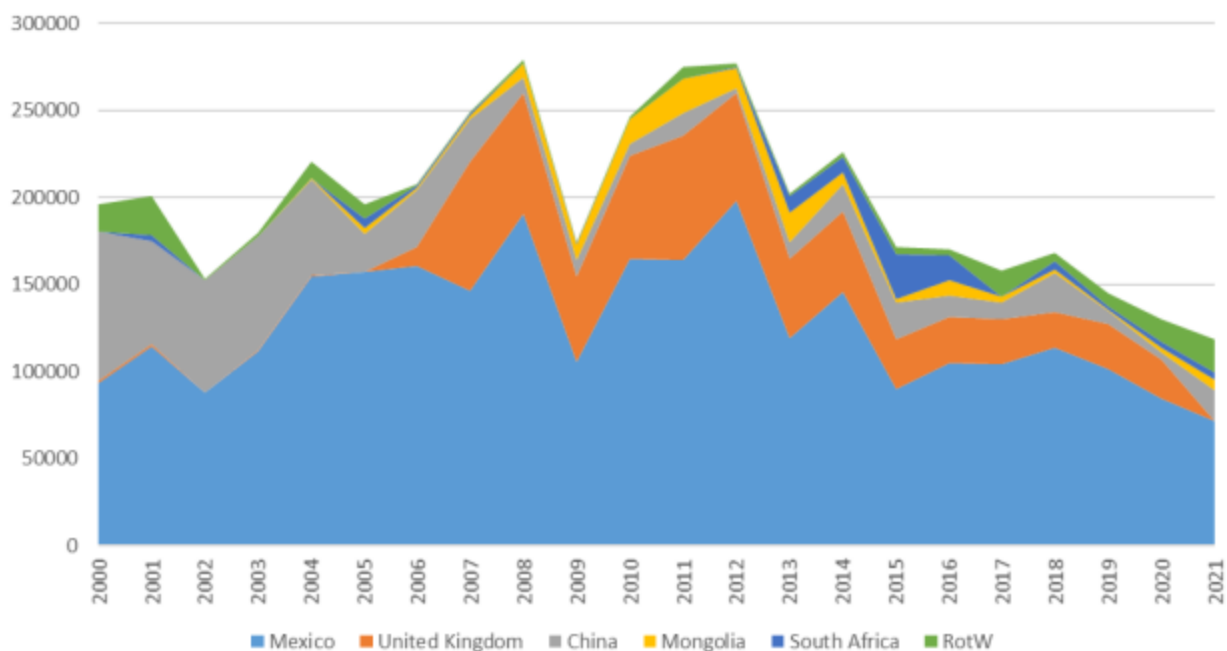
5.6.2. Εισαγωγές φθορίτη

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιείται εξόρυξη φθορίτη και η εξορυσσόμενη ποσότητα διατίθεται αποκλειστικά για τις ανάγκες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρόλα αυτά, οι ποσότητες φθορίτη που παράγονται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης δε φτάνουν να καλύψουν τις ανάγκες της και για αυτό το λόγο γίνεται εισαγωγή φθορίτη από τρίτες χώρες. Πιο συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Ένωση καλύπτει τις ανάγκες της για φθορίτη εισάγοντας διαφορετικές μορφές του φθορίτη. Εισάγει μέταλλευμα με υψηλή περιεκτικότητα σε φθορίτη μεγαλύτερη του 97%, και μέταλλευμα με μικρότερη περιεκτικότητα από 97%. Ταυτόχρονα, επεξεργάζεται διάφορες χημικές ενώσεις με σκοπό να εκμεταλλεύεται το φθορίτη και έτσι εισάγει υδροφθόριο (HF), εξαφθοραργιλικό νάτριο (Na_3AlF_6) και αργιλιούχο φθόριο (AlF_3). Στα παρακάτω διαγράμματα αποδίδονται οι χώρες που εισάγει φθορίτη η Ε.Ε., καθώς και οι ποσότητες αυτές σε τόνους από το 2000 μέχρι και το 2021.



Εικόνα 53: Εισαγωγές μεταλλεύματος φθορίτη με περιεκτικότητα >97% (Eurostat, 2021)

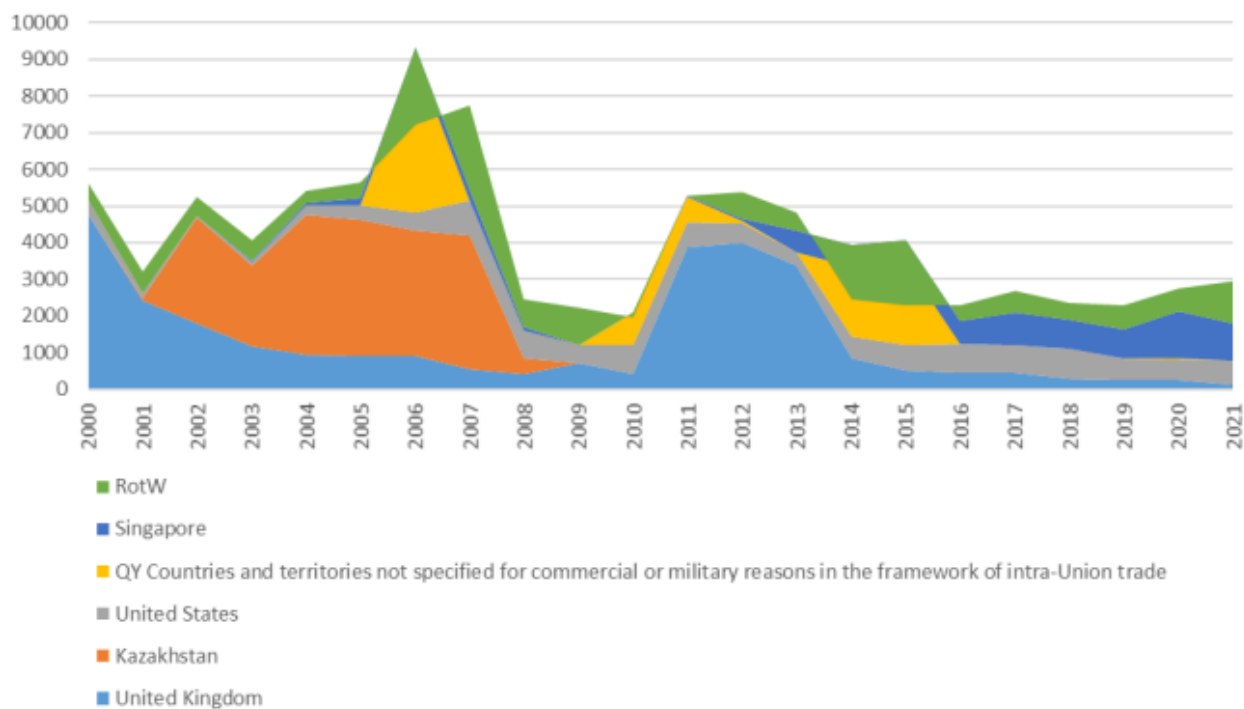
Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, για την περίοδο 2000 – 2021 η Ευρωπαϊκή Ένωση εισήγαγε από 321,000 έως και 562,000 τόνους με διάφορες αυξομειώσεις των εισαγωγών από χρονιά σε χρονιά. Φαίνεται να προμηθεύεται στην πάροδο όλων αυτών των χρόνων από διάφορες χώρες, οι οποίες είναι η Κίνα, η Νότια Αφρική, το Μεξικό, η Ναμίμπια και η Κένυα, καθώς και άλλες χώρες που προμηθεύουν μικρότερες ποσότητες. Τα πρώτα χρόνια του 21^{ου} αιώνα σχεδόν η μισή εισαγόμενη ποσότητα προερχόταν από την Κίνα. Οι εισαγωγές από την Κίνα φαίνεται να έχουν μία διαρκή μείωση, ενώ μέχρι το 2008 αυξάνονταν οι εισαγωγές από τη Νότια Αφρική. Σταθερές φαίνεται να ήταν οι εισαγωγές από τη Ναμίμπια και την Κένυα, όμως πλέον δεν πραγματοποιούνται εισαγωγές από αυτές τις χώρες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ενώ στις αρχές του αιώνα δεν πραγματοποιούσε εισαγωγές από το Μεξικό, πλέον το Μεξικό αποτελεί το βασικό προμηθευτή της σε μέταλλευμα φθορίτη (>97%). Τέλος, αξιοσημείωτο για το 2021 είναι ότι η Κίνα δεν προμήθευσε φθορίτη την Ε.Ε. και οι μεταβολές αυτές οφείλονται πιθανότατα στην πολιτική της Ε.Ε. να επιλέγει τις χώρες που εισάγει με διπλωματικό και οικονομικό όφελος.



Εικόνα 54: Εισαγωγές μεταλλεύματος φθορίτη με περιεκτικότητα $\leq 97\%$ (Eurostat, 2021)

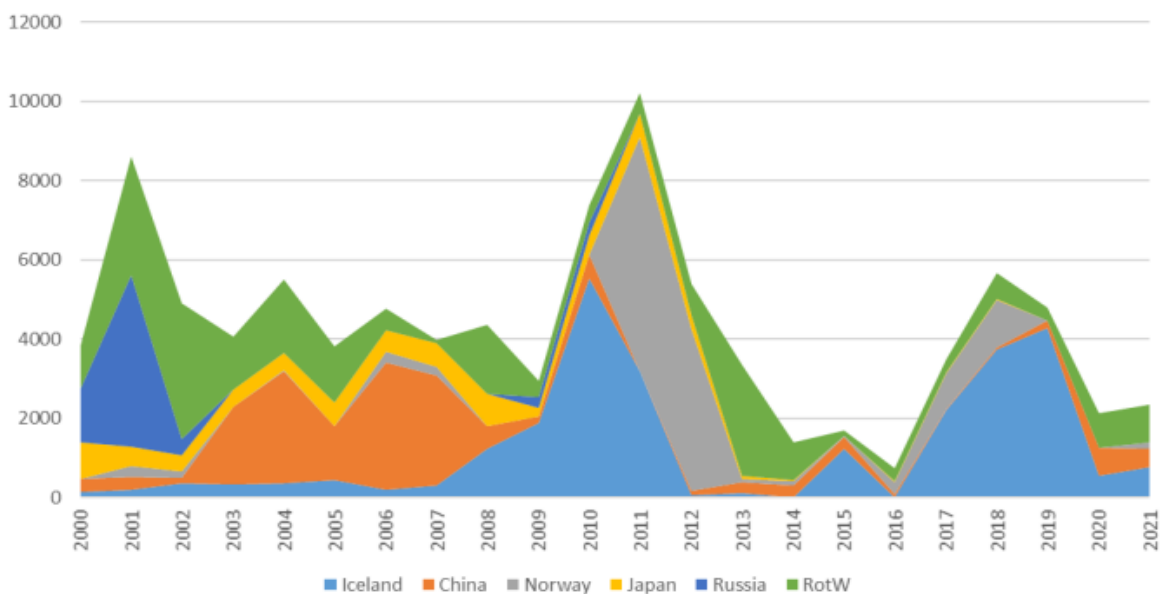
Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021 εισήγαγε από 118,000 τόνους έως και 279,000 τόνους. Μείωση της εισαγωγής παρατηρείται από το 2013 μέχρι και το 2021, με το 2021 να αποτελεί τη χρονιά με τη χαμηλότερη εισαγωγή. Το Μεξικό φαίνεται να προμηθεύει πάνω από τη μισή ποσότητα μεταλλεύματος φθορίτη ($\leq 97\%$), ενώ μικρότερο ποσοστό προμηθεύει το Ηνωμένο Βασίλειο, η Κίνα, η Μογγολία και η Νότια Αφρική, καθώς και άλλες χώρες με μικρότερες ποσότητες. Στις αρχές του αιώνα, η Κίνα ήταν ο δεύτερος βασικός προμηθευτής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, κάτι το οποίο άλλαξε το 2007, καθώς δεύτερος βασικός προμηθευτής έγινε το Ηνωμένο Βασίλειο.

Στη συνέχεια έχουν παρατεθεί διαγράμματα εισαγωγής υδροφθορίου, εξαφθοραργιλικού νατρίου και αργιλίου φθορίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021. Παρακάτω έχει παρατεθεί το διάγραμμα εισαγωγών υδροφθορίου. Παρουσιάζονται διάφορες αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά και δεν υπάρχει κάποιος βασικός προμηθευτής. Οι ποσότητες κυμαίνονται από 1,900 έως και 9,100 τόνους. Κατά μέσο όρο το Ηνωμένο Βασίλειο συνεισφέρει με ποσοστό 34%, το Καζακστάν με ποσοστό 23% και οι Η.Π.Α. με ποσοστό 13%. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένη εισαγωγή από τη Σιγκαπούρη και μείωση της εισαγωγής από το Ηνωμένο Βασίλειο. Τέλος, η εισαγωγή από το Καζακστάν έχει διακοπεί ενώ από το 2002 – 2007 αποτελούσε το μεγαλύτερο προμηθευτή υδροφθορίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



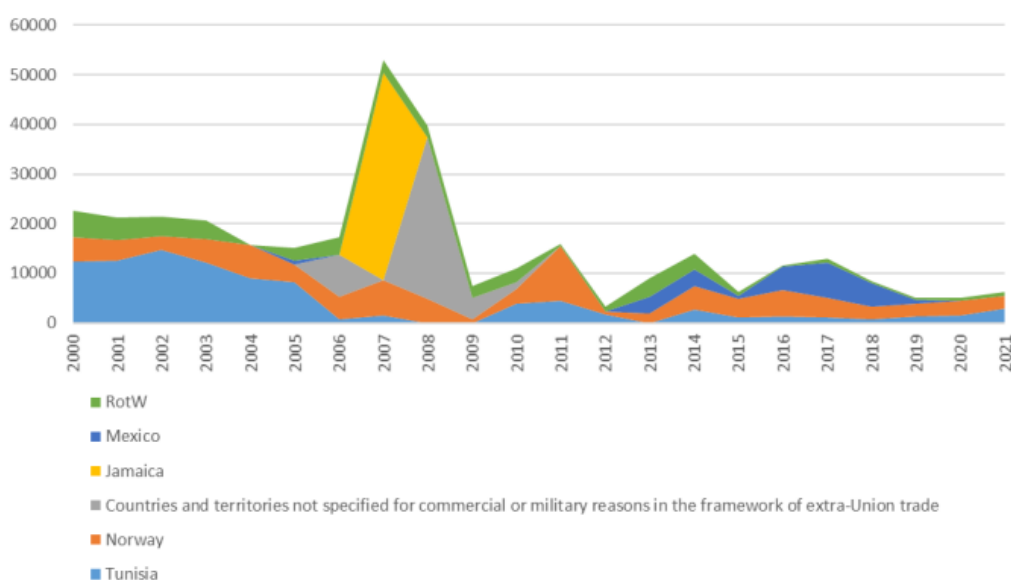
Εικόνα 55: Εισαγωγές υδροφοθρίου (Eurostat, 2021)

Στη συνέχεια παρατίθεται διάγραμμα εισαγωγής εξαφθοραργλικού νατρίου. Παρουσιάζονται διάφορες αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά και δεν υπάρχει κάποιος βασικός προμηθευτής του. Κατά μέσο όρο το 28% έχει εισαχθεί από την Ισλανδία, το 18% από την Κίνα και το 14% από τη Νορβηγία και σε μικρότερα ποσοστά από άλλες χώρες. Μικρή ποσότητα είχε εισαχθεί στο παρελθόν από την Ιαπωνία και τη Ρωσία. Οι εισαγόμενες ποσότητες κυμαίνονται από 700 έως και 10,200 τόνους.



Εικόνα 56: Εισαγωγές εξαφθοραργλικού νατρίου (Eurostat, 2021)

Στη συνέχεια παρατίθεται διάγραμμα εισαγωγής αργιλιούχου φθορίου. Παρουσιάζονται διάφορες αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά με μεγάλες αποκλίσεις μερικές χρονιές, καθώς οι εισαγωγές την περίοδο 2000 – 2021 κυμαίνονται από 8,000 τόνους μέχρι και πάνω από 50,000 τόνους. Βέβαια από το 2009 οι εισαγωγές κυμαίνονται μεταξύ 5,000 και 15,000 τόνων, παρουσιάζοντας μια απότομη μείωση από τους σχεδόν 50,000 τόνους του 2007. Η αύξηση αυτή σημειώθηκε απότομα από το 2006 που οι εισαγωγές ήταν κοντά στους 20,000 τόνους και το 2007 ξεπέρασε τους 50,000. Κατά μέσο όρο το 28% της ποσότητας έχει εισαχθεί από την Τυνησία και το 26% από τη Νορβηγία. Τα τελευταία χρόνια η Νορβηγία και η Τυνησία αποτελούν τους προμηθευτές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ένα μικρό ποσοστό μόνο προέρχεται από άλλες χώρες. Τις προηγούμενες χρονιές είχε πραγματοποιηθεί εισαγωγή από την Τζαμάικα και από το Μεξικό.



Εικόνα 57: Εισαγωγές αργιλιούχου φθορίου (Eurostat, 2021)

Συνοψίζοντας, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει χώρες στις οποίες πραγματοποιείται παραγωγή φθορίτη σε ποσότητες που δεν αρκούν για την κάλυψη των αναγκών της και αναγκαστικά πραγματοποιούνται εισαγωγές από τρίτες χώρες σε διάφορες μορφές. Οι πέντε μορφές που εισάγει η Ευρωπαϊκή Ένωση φτάνει αθροιστικά τους 654,922 τόνους κατά μέσο όρο για την περίοδο 2016 – 2020. Παρόλο που η Κίνα παράγει το 56% της παγκόσμιας ποσότητας για αυτή την περίοδο, η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει μόλις το 6% από την Κίνα, ενώ φαίνεται να επιλέγει ως προμηθευτή φθορίτη το Μεξικό προμηθεύοντας το 33% της εισαγόμενης ποσότητας, γεγονός το οποίο οφείλεται στην στρατηγική που ακολουθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση να επιλέγει τις χώρες από τις οποίες εισάγεται κρίσιμες Ο.Π.Υ. Ταυτόχρονα, μεγάλη ποσότητα καλύπτει η παραγωγή της Ισπανίας (23%) και της Γερμανίας (8%) και το 11% εισάγεται από τη Νότια Αφρική. Τέλος, με βάση και τον παραπάνω χάρτη και τα γνωστά αποθέματα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης γίνεται κατανοητό ότι η Ε.Ε. μπορεί μελλοντικά να είναι ακόμα πιο ανεξάρτητη από τρίτες χώρες μειώνοντας τις εισαγωγές της και αυξάνοντας την παραγωγή.

5.7. Γάλλιο

Το γάλλιο (Ga) είναι ένα μαλακό ασημόλευκο μέταλλο. Είναι τέλειος αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού και έχει πολύ χαμηλό σημείο τήξης (30°C) και είναι μαγνητικό υλικό. Η αφθονία του γαλλίου στο φλοιό της γης έχει υπολογιστεί στα 17.5 ppm, συγκρίσιμη με την αφθονία του μολύβδου στο φλοιό (Rudnick and Gao, 2013). Παρόλα αυτά, το γάλλιο δεν εμφανίζεται στη φύση ως ελεύθερο στοιχείο, αλλά σε ορυκτά με άλλα στοιχεία όπως ο γαλλίτης (CuGaS₂).

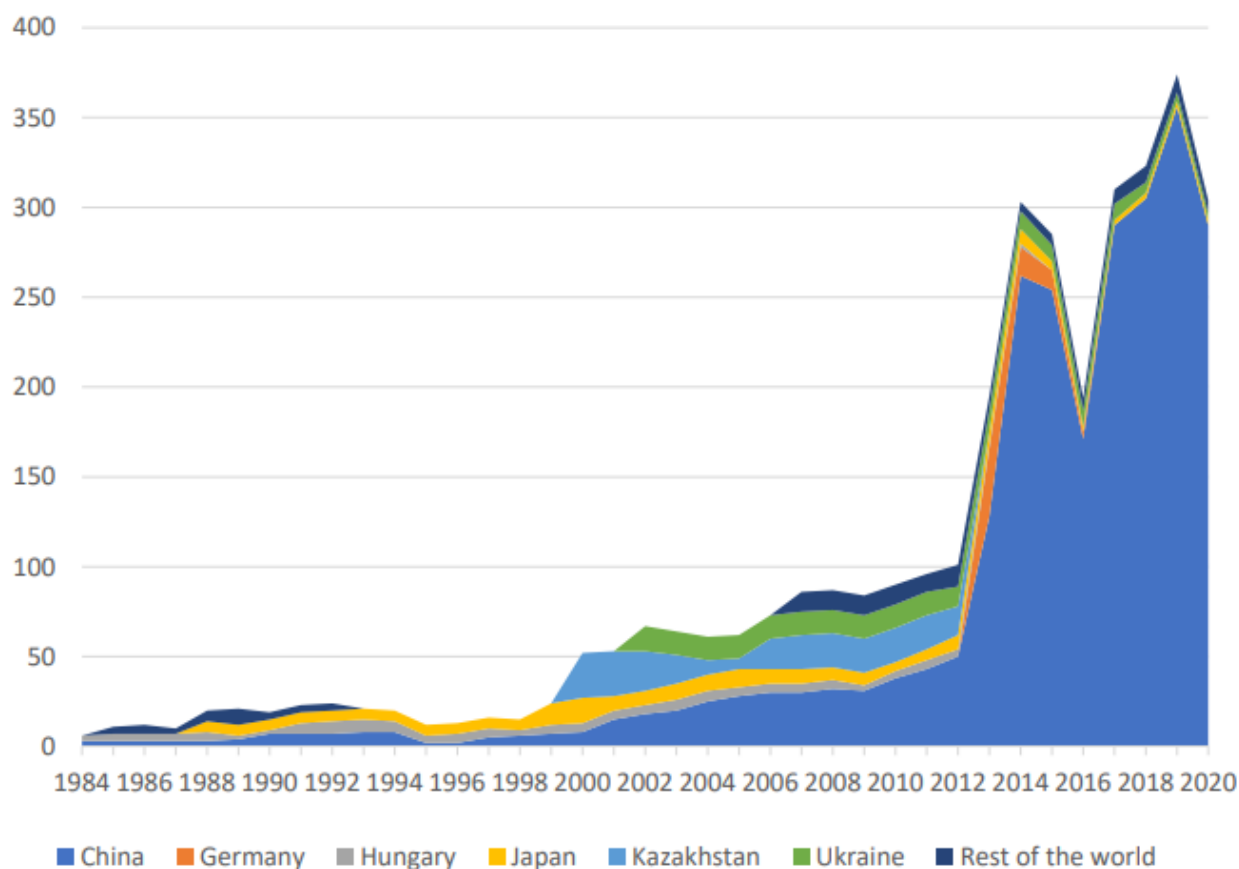
Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης γαλλίου στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία υπάρχει η δυναμική για εκμετάλλευση γαλλίου. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση γαλλίου είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για γάλλιο. Οι θέσεις εμφάνισης γαλλίου είναι αρκετές όπως φαίνεται και στο χάρτη, καθώς εκμετάλλευση του γίνεται συχνότερα ως παραπροϊόν από την εξόρυξη βωξίτη. Εμφανίζεται σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και δε φαίνεται να υπάρχει συγκέντρωσή του σε λίγες χώρες. Μία από αυτές τις χώρες είναι και η Ελλάδα με εμφάνιση στην Γκιώνα και τον Ελικώνα, περιοχές που γίνεται εκμετάλλευση βωξίτη. Παρόλα αυτά, η κάλυψη των αναγκών της Ε.Ε. γίνεται μέσω εισαγωγών, γεγονός που θα μπορούσε να αλλάξει δεδομένου ότι υπάρχει εμφάνιση γαλλίου σε πολλές χώρες και σε πολλές από αυτές τις θέσεις που απεικονίζονται πραγματοποιούνται ήδη εκμεταλλεύσεις.



Εικόνα 58: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης γαλλίου

5.7.1. Παραγωγή γαλλίου

Το γάλλιο δεν συναντάται ελεύθερο στη φύση ως στοιχείο, αλλά σε ορυκτά όπως ο γαλλίτης. Η εμφάνιση του στα ορυκτά είναι σχετικά μικρή και δε σχηματίζει οικονομικά εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα. Συνεπώς, το γάλλιο προέρχεται αποκλειστικά από εκμεταλλεύσεις άλλων μετάλλων, όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος, ως παραπροϊόν. Ανακτάται ως παραπροϊόν σε κοιτάσματα βωξίτη, το ορυκτό από το οποίο προέρχεται το αλουμίνιο, σε ποσοστό >80% και σε ποσοστό <20% από εκμεταλλεύσεις σφαλερίτη, ορυκτό από το οποίο προέρχεται ο ψευδάργυρος. Η περιεκτικότητα γαλλίου στα μεταλλεύματα βωξίτη και ψευδαργύρου είναι περίπου 50 ppm. Υπολογίζεται ότι τα παγκόσμια αποθέματα γαλλίου στα κοιτάσματα βωξίτη ξεπερνούν το 1,000,000 τόνους, παρόλα αυτά εκμεταλλεύσιμο με τις υπάρχουσες τεχνολογίες είναι το 10% της ποσότητας αυτής (USGS, 2022). Το αλουμίνιο και το γάλλιο προέρχονται από τον εμπλουτισμό του βωξίτη καθώς εμφανίζουν παρόμοιες γεωχημικές ιδιότητες.

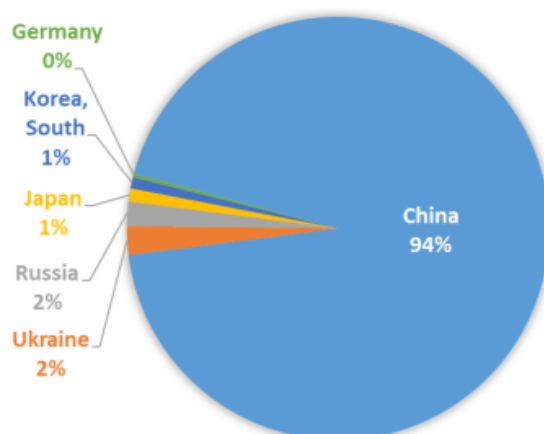


Εικόνα 59: Παγκόσμια παραγωγή γαλλίου (WMD, από το 1984)

Παραπάνω παρατίθεται ένα διάγραμμα της παγκόσμιας παραγωγής γαλλίου. Η ετήσια παραγωγή ξεπέρασε τους 350 τόνους για το 2019, ενώ από το 2017 η ετήσια παραγωγή ξεπερνά τους 300 τόνους. Από το 2013 και μετά παρατηρείται μια απότομη αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής, καθώς από τους 100 τόνους το 2012, η παραγωγή έφτασε τους 300 τόνους για το 2013. Η αύξηση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η Κίνα παρήγαγε 50 τόνους το 2012 και ξεπέρασε τους 250 τόνους για το 2013, ενώ οι υπόλοιπες χώρες παρήγαγαν αντίστοιχη ποσότητα με τις προηγούμενες χρονιές. Η μεγάλη παραγωγή της Κίνας οδήγησε άλλες χώρες να σταματήσουν την παραγωγή γαλλίου, καθώς το γάλλιο από την Κίνα ήταν αρκετό για την κάλυψη των παγκόσμιων αναγκών. Ταυτόχρονα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα οι ποσότητες που παράγονταν τον 20^ο αιώνα ήταν πολύ μικρότερες σε σύγκριση με τα τελευταία χρόνια, καθώς δεν ξεπερνούσαν τους 50 τόνους. Η παραγωγή για εκείνη την περίοδο γινόταν κυρίως από την Ουγγαρία και την Ιαπωνία, γεγονός το οποίο άλλαξε τον 21^ο αιώνα, καθώς η Κίνα είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός. Τον 21^ο αιώνα παραγωγή ξεκίνησε να πραγματοποιείται στο Καζακστάν, την Ουκρανία και τη Γερμανία, αλλά οι ποσότητες παραγωγής από αυτές τις χώρες, όπως επίσης και από την Ιαπωνία και την Ουγγαρία, μειώθηκαν με την αύξηση της παραγωγής από την Κίνα. Παρακάτω παρατίθεται πίνακας με τις ποσότητες και τα ποσοστά της παγκόσμιας παραγωγής και έχει γίνει απεικόνιση σε στατιστική πίτα για την περίοδο 2016 – 2020 που η παγκόσμια παραγωγή κατά μέσο όρο ήταν 300 τόνοι.

Χώρα	Ποσότητα (τόνους)	Ποσοστό
Κίνα	282	94%
Ουκρανία	6	2%
Ρωσία	6	2%
Άλλες χώρες	6	2%

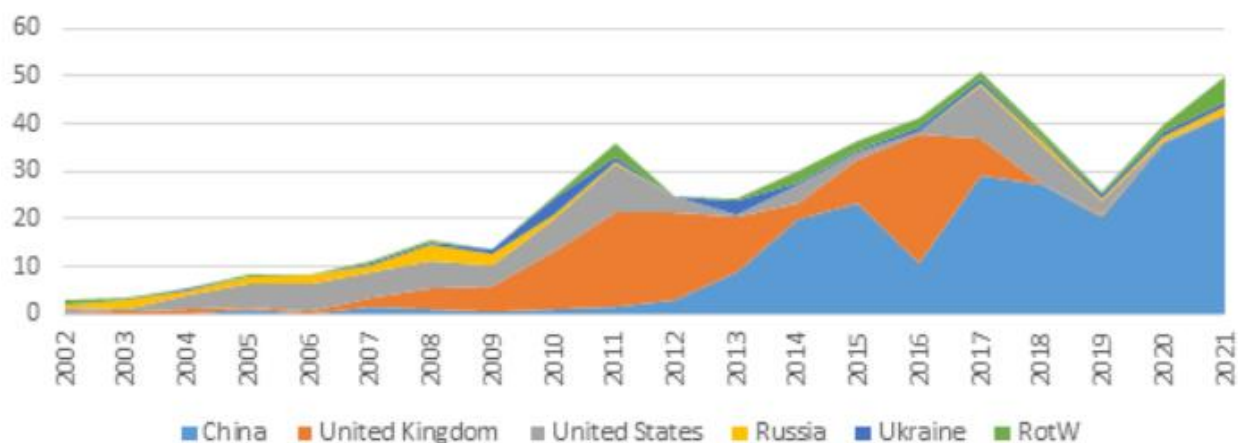
Πίνακας 18: Ποσότητα παραγωγής γαλλίου σε τόνους



Εικόνα 60: Ποσοστά παγκόσμιας παραγωγής γαλλίου (Eurostat, 2021)

5.7.2. Εισαγωγές γαλλίου

Στις κύριες διαστάσεις της αγοράς, η παγκόσμια αγορά γαλλίου θα μπορούσε να χαρακτηριστεί μικρή, με υψηλό ρίσκο προμήθειας και σημαντικές εκρήξεις τιμών. Ο χαρακτηρισμός της προμήθειας του γαλλίου ως υψηλού ρίσκου οφείλεται στο γεγονός ότι η παραγωγή του γαλλίου είναι συγκεντρωμένη σε λίγες χώρες. Η Κίνα είναι η χώρα που παράγει σχεδόν όλη την ποσότητα γαλλίου στον κόσμο με διαρκώς αυξανόμενη παραγωγή, ενώ αντίθετα μειώνεται ή σταματά η παραγωγή από χώρες όπως η Νότια Κορέα, η Ρωσία, η Γερμανία, το Καζακστάν, η Ουγγαρία και η Ουκρανία. Παρακάτω παρατίθεται ένα διάγραμμα με τις ποσότητες που εισήγαγε γάλλιο η Ευρωπαϊκή Ένωση και τις χώρες από τις οποίες εισήγαγε για την περίοδο 2002 – 2021.



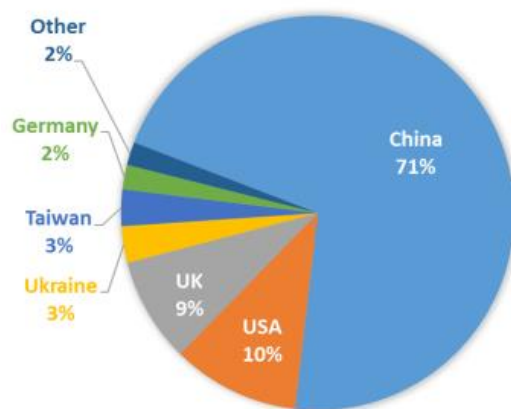
Εικόνα 61: Εισαγωγές γαλλίου (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι από το 2002 υπάρχει μία διαρκής αύξηση των εισαγωγών γαλλίου που πραγματοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση. Μία μείωση σημειώθηκε από το 2017 μέχρι και το 2019, το 2020 όμως αυξήθηκαν πάλι. Οι εισαγωγές κυμαίνονται από 5 έως 50 τόνους την περίοδο αυτή. Με την πάροδο των χρόνων η αύξηση των εισαγωγών ήταν σταθερή γεγονός το οποίο οφείλεται στις εφαρμογές που βρίσκει το γάλλιο σε νέες τεχνολογίες. Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα η Ρωσία, οι Η.Π.Α. και το Ηνωμένο Βασίλειο ήταν οι βασικοί προμηθευτές γαλλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης με βασικό προμηθευτή στις αρχές το Ηνωμένο Βασίλειο και έπειτα οι Η.Π.Α. Αξιοσημείωτο είναι ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση προμηθεύτηκε για το 2016 και το 2017 το 40% από το Ηνωμένο Βασίλειο και οι εισαγωγές σταμάτησαν το 2018. Οι εισαγωγές από τις Η.Π.Α. το 2017 έφτασαν το 20% των συνολικών εισαγόμενων ποσοτήτων. Παρόλα αυτά με την απότομη αύξηση της παραγωγής από την Κίνα που σημειώθηκε το 2012 και την ταυτόχρονη μείωση της παραγωγής από άλλες χώρες προέκυψε μία αύξηση των εισαγωγών από την Κίνα. Έτσι, από το 2017 και μετά οι εισαγωγές από άλλες χώρες μειώθηκαν και συνέχισαν να αυξάνονται οι εισαγωγές από την Κίνα φτάνοντας να προμηθεύει την Ευρωπαϊκή Ένωση πάνω από το 80% της εισαγόμενης ποσότητας. Τέλος, εισαγωγή έχει πραγματοποιηθεί από την Ιαπωνία και τη Νότια Κορέα.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί επίσης ότι από το 2002 – 2013, οι εισαγωγές που πραγματοποιήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν διαρκώς χαμηλότερες από τις εξαγωγές που πραγματοποιούσε η Ε.Ε. Ωστόσο, από το 2013 και μετά σημειώθηκε μία διαρκής αύξηση των εισαγωγών και αντίθετα μία μείωση των εξαγωγών, κάτι το οποίο είναι λογικό, καθώς έχει μειωθεί η παραγωγή εντός της Ε.Ε., ενώ οι ανάγκες της για γάλλιο αυξάνονται. Στη συνέχεια παρατίθεται ένας πίνακας και μία στατιστική πίτα με τις ποσότητες και τα ποσοστά των εισαγωγών που πραγματοποίησε η Ε.Ε. από άλλες χώρες για την περίοδο 2016 – 2020, ενώ η συνολική εισαγόμενη ποσότητα ήταν κατά μέσο όρο 32.6 τόνοι.

Χώρα	Ποσότητα (τόνους)	Ποσοστό
Κίνα	23.6	71%
Η.Π.Α.	3.3	10%
Ηνωμένο Βασίλειο	3	9%
Ουκρανία	1	3%
Ταϊβάν	1	3%
Άλλες χώρες	0.7	2%

Πίνακας 19: Ποσότητα εισαγωγών γαλλίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat, 2021)



Εικόνα 62: Ποσοστά εισαγωγών γαλλίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat, 2021)

Συνοψίζοντας, όπως προαναφέρθηκε και παραπάνω και φαίνεται και στο χάρτη, υπάρχουν θέσεις που θα μπορούσε να γίνει εκμετάλλευση γαλλίου εντός της Ε.Ε. Έτσι, η Ε.Ε. θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες της σε γάλλιο, οι οποίες διαρκώς αυξάνονται λόγω των εφαρμογών σε νέες τεχνολογίες. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η συγκέντρωση της παραγωγής στην Κίνα και τη μείωση της από τις υπόλοιπες χώρες οδηγεί σε επιτακτική ανάγκη για παραγωγή γαλλίου εντός της Ε.Ε. με σκοπό να είναι ανεξάρτητη από τις άλλες χώρες, όσον αφορά τις εισαγωγές.

5.8. Γραφίτης

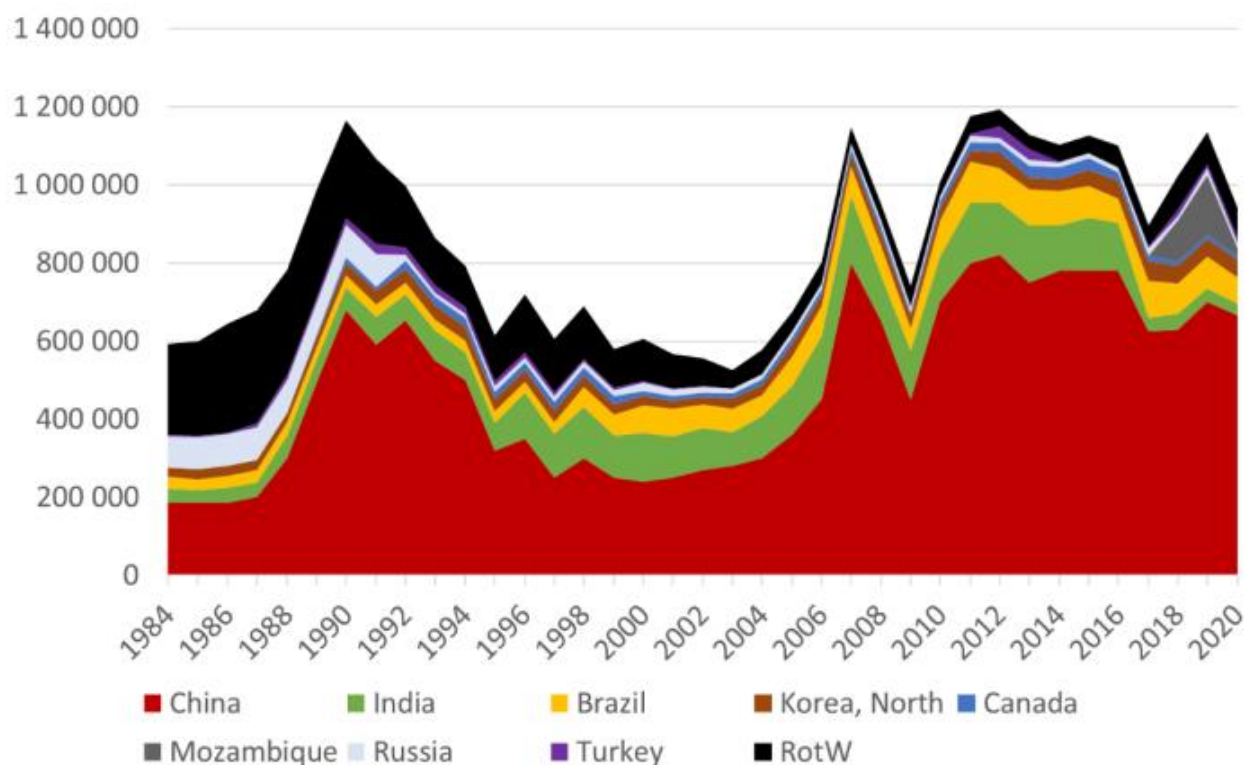
Ο γραφίτης (C) είναι μορφή άνθρακα που έχει ιδιότητες και μετάλλου και αμετάλλου. Είναι ένα μαυρογκρί μαλακό ορυκτό (σκληρότητα 1-2 στην κλίμακα Mohs). Ο γραφίτης έχει υψηλή θερμική αντοχή και λιπαντικότητα, είναι ανθεκτικός στη διάβρωση, χημικά αδρανής και μη τοξικός. Αυτές οι ιδιότητες κάνουν τη συγκεκριμένη ορυκτή πρώτη ύλη να βρίσκει εφαρμογή σε πολλές νέες τεχνολογίες.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης γραφίτη στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία υπάρχει η δυναμική για εκμετάλλευση γραφίτη. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση γραφίτη είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για γραφίτη. Οι θέσεις εμφάνισης γραφίτη φαίνεται να είναι συγκεντρωμένες στις χώρες της κεντρικής Ευρώπης και κυρίως στην Αυστρία και την Τσεχία. Παραγωγή στην Ευρώπη υπάρχει μόνο στη Νορβηγία στο νησί Senja στα βόρεια της χώρας. Με βάση μελέτες και μετρήσεις που έχουν γίνει στην περιοχή τα αποθέματα έχουν υπολογιστεί στους 1,800,000 τόνους. Επίσης, στην Αυστρία υπάρχουν περίπου 40 γνωστές εμφανίσεις και αποθέματα γραφίτη, κάποια εκ των οποίων παρήγαγαν γραφίτη τα προηγούμενα χρόνια και υπάρχει δυναμική για εκμετάλλευση στην περιοχή. Στην Τσεχία υπήρχε παραγωγή γραφίτη από το 18^ο αιώνα μέχρι και τον 20^ο αιώνα και στη χώρα υπάρχουν 8 εμφανίσεις γραφίτη και συνεπώς θα μπορούσε να υπάρξει εκμετάλλευση.



Εικόνα 63: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης γραφίτη

5.8.1. Παραγωγή γραφίτη

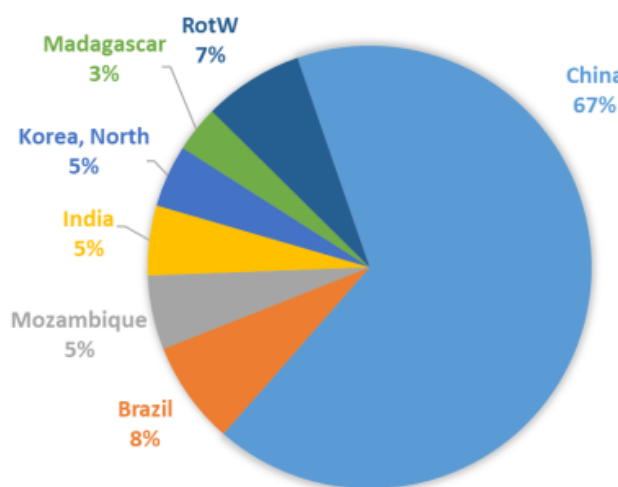


Εικόνα 64: Παγκόσμια παραγωγή γραφίτη (WMD, από το 1984)

Παραπάνω παρατίθεται ένα διάγραμμα της παγκόσμιας παραγωγής γραφίτη από το 1984 μέχρι και το 2020. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα η μεγαλύτερη παραγωγός είναι η Κίνα. Η παραγωγή τα τελευταία χρόνια είναι κατά μέσο όρο 1,000,000 τόνοι και το 67% της ποσότητας προέρχεται από την Κίνα. Διαχρονικά μεγαλύτερη παραγωγός είναι η Κίνα και ακολουθεί η Ινδία, που τα τελευταία χρόνια παράγει μικρότερες ποσότητες και η Βραζιλία βρίσκεται στη δεύτερη θέση των παραγωγών. Άλλες χώρες στις οποίες πραγματοποιούνται εκμεταλλεύσεις γραφίτη είναι η Βόρεια Κορέα, ο Καναδάς, η Μοζαμβίκη, η Ρωσία, η Τουρκία και άλλες χώρες σε μικρότερες ποσότητες. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι τα κοιτάσματα γραφίτη έχουν υπολογιστεί παραπάνω από 300,000,000 τόνοι. Το 25-30% βρίσκεται στην Τουρκία, και ακολουθεί η Βραζιλία και η Κίνα με αποθέματα που έχουν υπολογιστεί 20-25% των παγκοσμίων αποθεμάτων για την καθεμία χώρα. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας με τις ποσότητες και τα ποσοστά που παράγονται ανά χώρα για την περίοδο 2016 – 2020 και τα ποσοστά απεικονίστηκαν σε στατιστική πίτα και οι ποσότητες παραγωγής από το 2015 μέχρι το 2020 εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης και χωρών που έχει εμπορικές σχέσεις η Ε.Ε.

Χώρα	Ποσότητα (τόνους)	Ποσοστό
Κίνα	670,000	67%
Βραζιλία	80,000	8%
Μοζαμβίκη	50,000	5%
Ινδία	50,000	5%
Βόρεια Κορέα	50,000	5%

Πίνακας 20: Ποσότητα παραγωγής γραφίτη σε τόνους



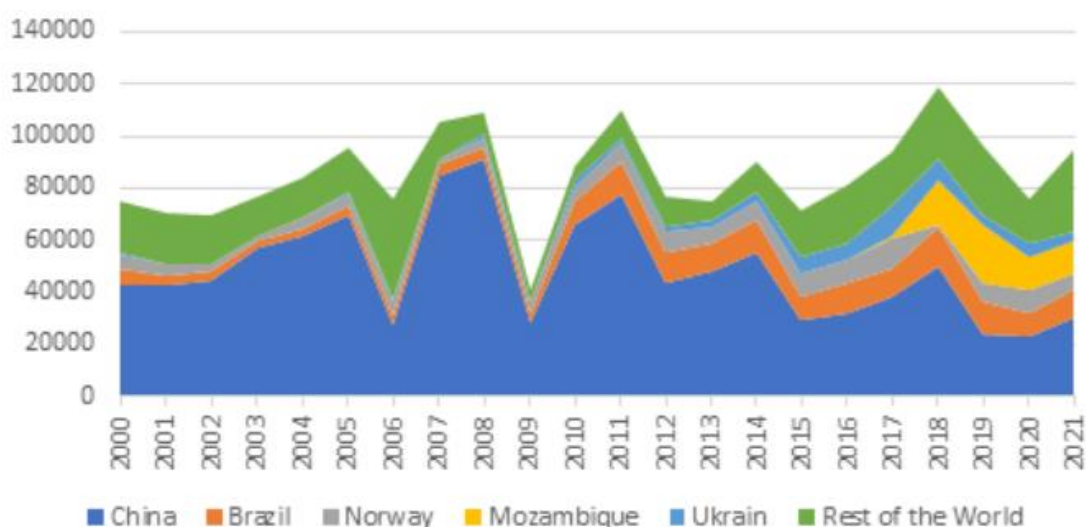
Εικόνα 65: Ποσοστά παγκόσμιας παραγωγής γραφίτη (Eurostat, 2021)

Χώρα	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Αυστρία	150	150	150	150	100	100
Γερμανία	398	502	422	222	207	108
Σουηδία	295	-	-	-	-	-
Νορβηγία	9,185	9,600	572	372	307	208
Τουρκία	-	-	4,000	16,752	9,990	15,205
Ουκρανία	10,000	12,000	13,000	15,000	10,000	10,000

Πίνακας 21: Ποσότητες παραγωγής γραφίτη στην Ευρώπη (WMD, 2021)

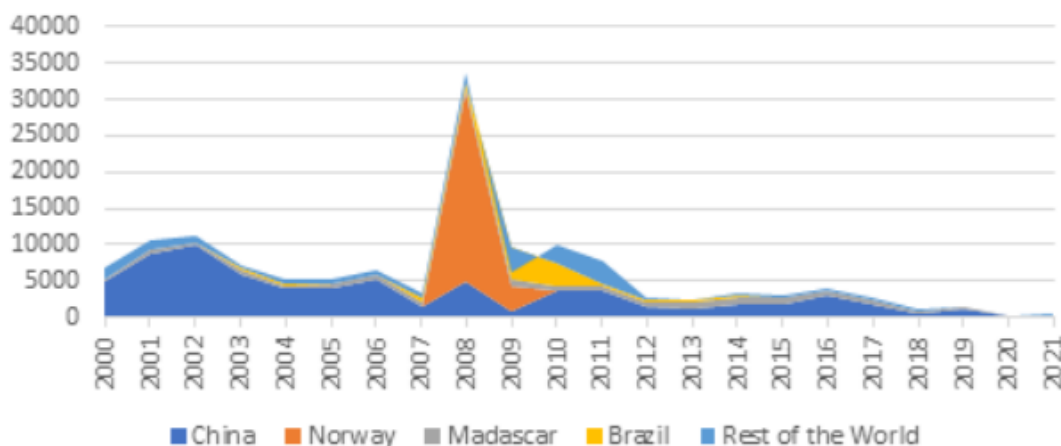
5.8.2. Εισαγωγές γραφίτη

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιείται εκμετάλλευση γραφίτη και η εξορυσσόμενη ποσότητα διατίθεται για τις ανάγκες της. Η ποσότητα αυτή δεν αρκεί για την κάλυψη των αναγκών της και για αυτό το λόγο γίνονται εισαγωγές και από τρίτες χώρες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δύο διαφορετικούς κωδικούς με τους οποίους εισάγει γραφίτη. Στον έναν κατατάσσονται οι εισαγόμενες ποσότητες σε σκόνη και στον άλλον οι εισαγόμενες ποσότητες σε οποιαδήποτε άλλη μορφή. Η Ε.Ε. εισάγει μεγαλύτερη ποσότητα σε σκόνη γραφίτη φτάνοντας τους 85,308 τόνους κατά μέσο όρο. Αντίθετα, μια μικρή ποσότητα εισάγεται σε οποιαδήποτε άλλη μορφή με την εισαγόμενη ποσότητα να φτάνει τους 6,164 τόνους το χρόνο κατά μέσο όρο. Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα για τις εισαγωγές για τους δύο κωδικούς με τους οποίους εισάγει γραφίτη η Ε.Ε.



Εικόνα 66: Εισαγωγές γραφίτη σε μορφή σκόνης (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνονται οι εισαγωγές που πραγματοποίησε η Ευρωπαϊκή Ένωση και οι ποσότητες που εισήγαγε από κάθε χώρα. Οι εισαγωγές παρουσιάζουν αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά με τις ποσότητες να είναι 75,326 τόνοι για το 2000 και 94,700 τόνοι για το 2021 ξεπερνώντας τους 100,000 τόνους μερικές χρονιές. Σχεδόν το 57% της εισαγόμενης ποσότητας προέρχεται από την Κίνα, το 9% από τη Βραζιλία και το 7% από τη Νορβηγία. Ταυτόχρονα, η Ε.Ε. ξεκίνησε να εισάγεται σκόνη γραφίτη από τη Μοζαμβίκη από το 2017 μέχρι και το 2021. Το 2017 είχαν εισαχθεί 740 τόνοι από τη Μοζαμβίκη φτάνοντας τους 12,545 τόνους το 2021. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι παρόλο που η Κίνα έχει τη μεγαλύτερη παγκόσμια παραγωγή γραφίτη και προμηθεύει τη μεγαλύτερη ποσότητα σκόνης γραφίτη στην Ε.Ε. οι εισαγόμενες ποσότητες διαρκώς μειώνονται και αυξάνονται οι εισαγωγές από άλλες χώρες, όπως η Μοζαμβίκη, η Ουκρανία, η Βραζιλία και άλλες χώρες του κόσμου. Από το 2000 που είχαν εισαχθεί 43,039 τόνοι από την Κίνα, μειώθηκαν στους 30,600 τόνους το 2021.



Εικόνα 67: Εισαγωγές γραφίτη σε οποιαδήποτε μορφή εκτός από σκόνη (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνονται οι εισαγωγές που πραγματοποίησε η Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021 σε οποιαδήποτε μορφή εκτός από σκόνη. Στο διάγραμμα αυτό παρατηρείται ότι από το 2000 οι εισαγωγές παρουσιάζουν διαρκή μείωση με εξαίρεση την περίοδο 2008 – 2011 που παρατηρείται μία αύξηση των εισαγωγών σε σχέση με τις άλλες χρονιές και συγκεκριμένα το 2008 πραγματοποιήθηκε μια απότομη αύξηση των εισαγωγών ξεπερνώντας τους 30,000 τόνους που την επόμενη χρονιά μειώθηκε κάτω από τους 10,000 τόνους παραμένοντας και πάλι πιο υψηλά από προηγούμενες χρονιές. Οι χώρες από τις οποίες εισάγει η Ε.Ε. είναι η Κίνα που αποτελεί βασικό προμηθευτή, η Νορβηγία που το 2008 και το 2009 αποτέλεσε το βασικό προμηθευτή με την τεράστια αύξηση που σημειώθηκε και η Μαδαγασκάρη και η Βραζιλία. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι με τη μείωση των εισαγωγών τα τελευταία χρόνια οι εισαγωγές έχουν σχεδόν μηδενιστεί.

Συνοψίζοντας, αποθέματα γραφίτη υπάρχουν σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που έχουν τη δυναμική να παράγουν ποσότητες που θα μπορούσαν να καλύψουν ένα μεγάλο μέρος των αναγκών της. Έτσι, θα μειωνόντουσαν οι εισαγωγές από τρίτες χώρες ακολουθώντας την πολιτική που ακολουθεί όσον αφορά τις κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες που στόχος είναι να γίνει όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητη βασιζόμενη σε εγχώριες παραγωγές και να προμηθεύεται όταν αυτό είναι απαραίτητο από χώρες που ωφελούν διπλωματικά και οικονομικά την Ευρωπαϊκή Ένωση.

5.9. Λίθιο

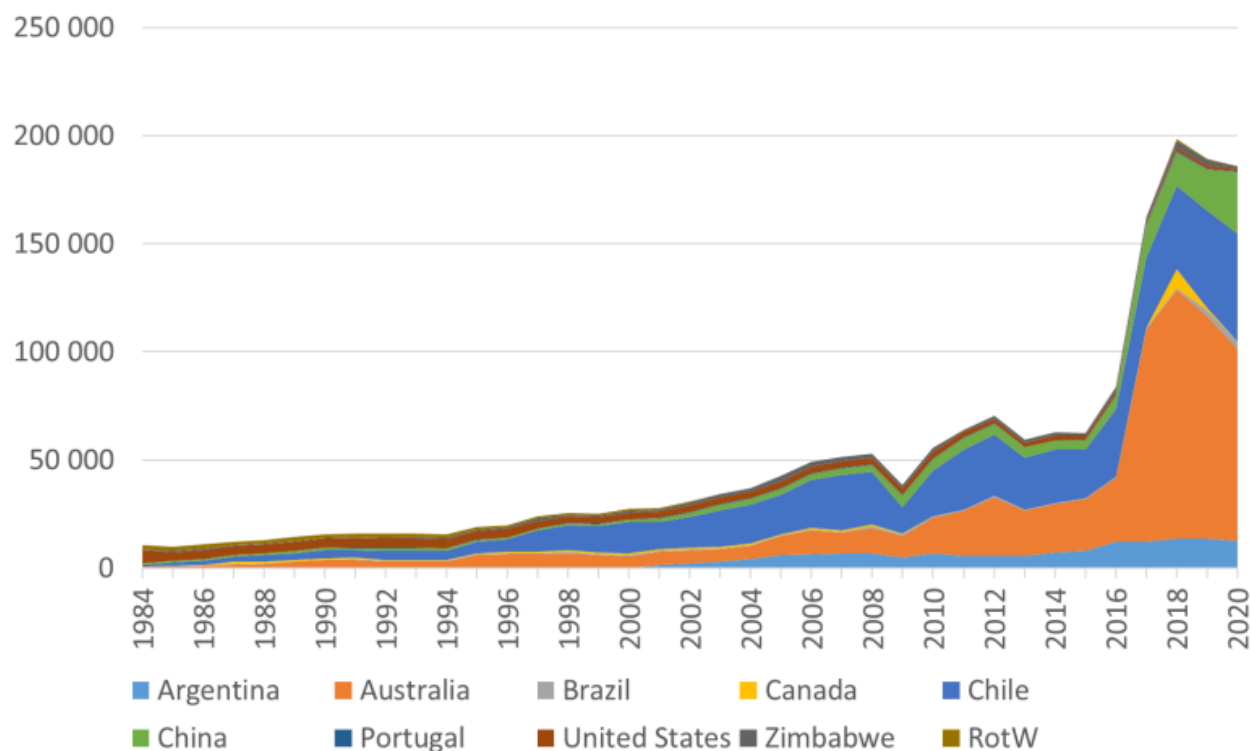
Το λίθιο (Li) είναι ένα ασημόλευκο έως γκρι μεταλλικό στοιχείο και ανήκει στα αλκάλια. Με πυκνότητα 0.53 g/cm^3 , το λίθιο είναι το ελαφρύτερο μέταλλο και το λιγότερο πυκνό στερεό στοιχείο σε θερμοκρασία δωματίου. Επίσης, το λίθιο έχει εξαιρετική ηλεκτρική αγωγιμότητα και το υψηλότερο ηλεκτροχημικό δυναμικό όλων των μετάλλων. Λόγω της υψηλής του αντιδραστικότητας το λίθιο εμφανίζεται στη φύση μόνο σε αδρανή ορυκτά, όπως τα πυριτικά. Τέλος, το ανθρακικό λίθιο και το υδροξείδιο του λιθίου είναι τα κύρια προϊόντα ενώσεων λιθίου για την παραγωγή υλικών που χρησιμοποιούνται σε μη επαναφορτιζόμενες και επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης λιθίου στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία υπάρχει η δυναμική για εκμετάλλευση λιθίου. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση λιθίου είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για λίθιο. Οι θέσεις εμφάνισης λιθίου φαίνεται να μην είναι συγκεντρωμένες σε λίγες χώρες, αλλά να υπάρχουν μικρές εκμεταλλεύσιμες ποσότητες σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η εκμετάλλευση μερικής ποσότητας του λιθίου θα μπορούσε να συμβάλει στην κάλυψη των αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που μελλοντικά πιθανόν να αυξηθεί λόγω των εφαρμογών του λιθίου σε μπαταρίες. Συνεπώς, η Ε.Ε. θα μπορούσε να είναι μέχρι ένα βαθμό ανεξάρτητη από τρίτες χώρες.



Εικόνα 68: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης λιθίου

5.9.1. Παραγωγή λιθίου



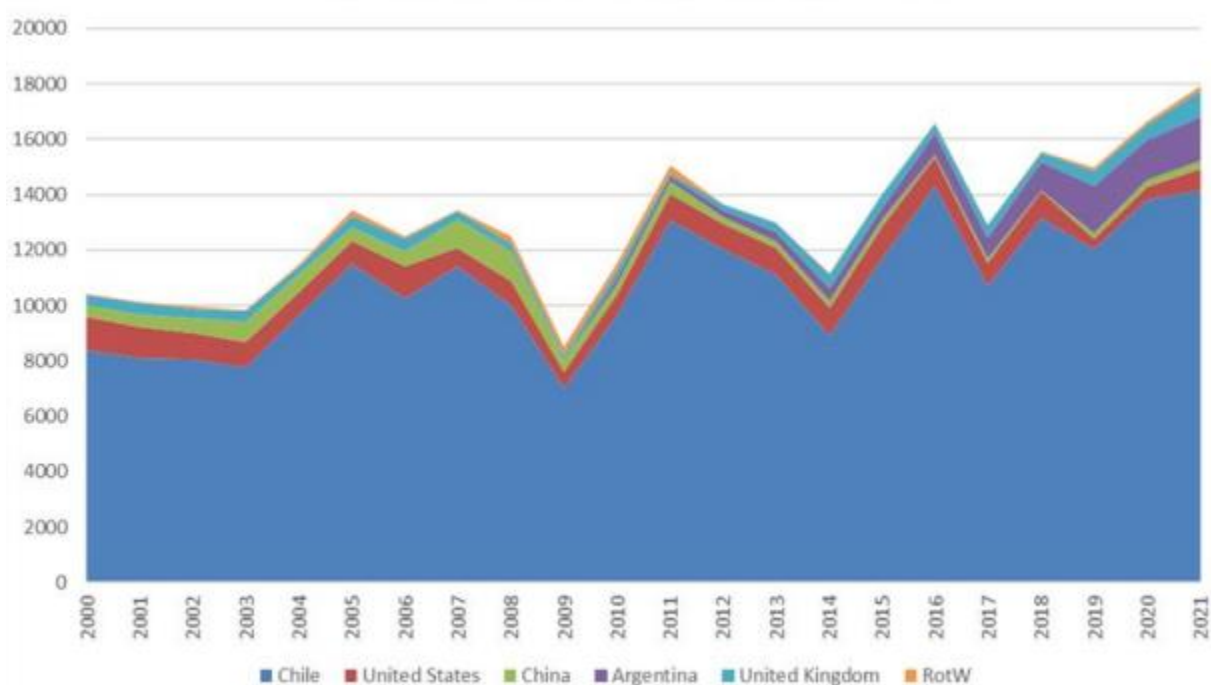
Εικόνα 69: Παγκόσμια παραγωγή λιθίου (WMD, από το 1984)

Η παραγωγή λιθίου διαχρονικά ήταν σταθερή από χρονιά σε χρονιά, με την παραγωγή από τα τέλη του 1950 μέχρι τις αρχές του 1980 να μην παρουσιάζει αυξομειώσεις και να είναι περίπου 5,000 τόνοι ετησίως (BGS, 2016). Από τότε η παραγωγή έχει αυξηθεί περισσότερο από 6 φορές. Πιο συγκεκριμένα, η παγκόσμια παραγωγή αυξήθηκε από τους 120,000 τόνους το 2016 στους 194,000 το 2018. Η απότομη αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής έχει χαρακτηριστεί ως η μεγαλύτερη αύξηση σε οποιοδήποτε ορυκτό ή μέταλλο. Η διαρκώς αυξανόμενη παραγωγή λιθίου οφείλεται στην διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση, καθώς το λίθιο χρησιμοποιείται στις νέες τεχνολογίας μπαταρίες.

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, για το 2019 περισσότερο από το 95% της ποσότητας παράχθηκε από την Αυστραλία, τη Χιλή, την Κίνα και την Αργεντινή. Μικρή παραγωγή πραγματοποιήθηκε, επίσης, στη Βραζιλία, στον Καναδά, στις Η.Π.Α., στη Ζιμπάμπουε, στην Πορτογαλία και σε άλλες χώρες με μικρά ποσοστά συνεισφοράς. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι μέχρι το 2007 η παγκόσμια παραγωγή αυξανόταν διαρκώς από το 1984, αλλά χωρίς να έχει ξεπεράσει τους 50,000 τόνους. Το 2015 η αύξηση των παραγωγών συνεχιζόταν με σταθερό ρυθμό φτάνοντας περίπου τους 60,000 τόνους. Τα επόμενα χρόνια σημειώθηκε όμως μια απότομη αύξηση φτάνοντας τους 194,000 τόνους σε 4 χρόνια. Τέλος, η μεγαλύτερη παραγωγός φαίνεται να είναι η Αυστραλία, η οποία είναι η χώρα που αύξησε την παραγωγή της σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες, που η παραγωγή παρέμεινε σχετικά σταθερή.

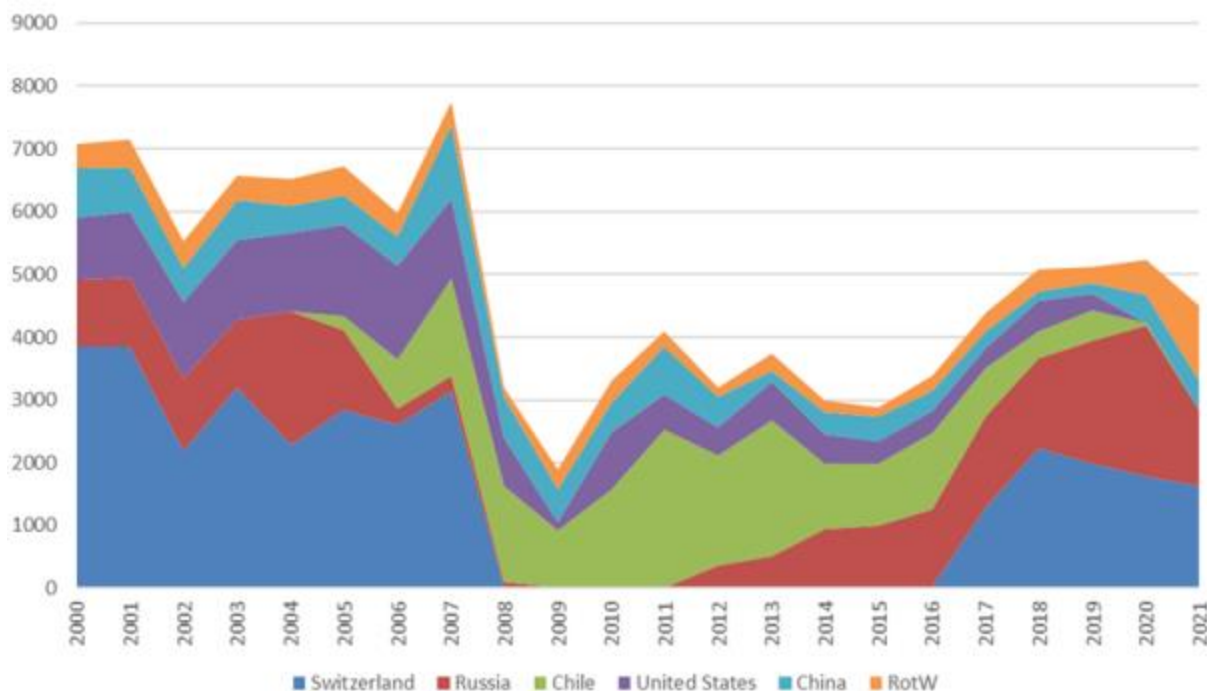
5.9.2. Εισαγωγές λιθίου

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιείται εκμετάλλευση λιθίου και η εξορυσσόμενη ποσότητα διατίθεται για τις ανάγκες της. Η ποσότητα αυτή δεν αρκεί για την κάλυψη των αναγκών της και για αυτό το λόγο γίνονται εισαγωγές και από τρίτες χώρες. Οι εισαγωγές υπολογίζεται ότι θα αυξηθούν τα επόμενα χρόνια αρκετά, καθώς οι ανάγκες για λίθιο διαρκώς αυξάνονται, διότι θα διατεθούν στην αγορά περισσότερα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα, τα οποία λειτουργούν με μπαταρίες λιθίου. Εισαγωγή λιθίου πραγματοποιείται είτε ως οξείδια και υδροξείδια λιθίου, είτε ως ανθρακικό λίθιο. Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα εισαγωγής λιθίου στις δύο παραπάνω μορφές που αναφέρθηκαν και οι χώρες από τις οποίες η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει λίθιο για την περίοδο 2000 – 2021.



Εικόνα 70: Εισαγωγές ανθρακικού λιθίου (Eurostat, 2021)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή ανθρακικού λιθίου που πραγματοποιήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021. Για την περίοδο αυτή οι εισαγωγές κυμάνθηκαν από 8,529 τόνους το 2009 έως 17,907 τόνοι το 2021. Όπως φαίνεται, βασικός προμηθευτής της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε ανθρακικό λίθιο είναι η Χιλή, συμμετέχοντας κατά μέσο όρο με ποσοστό 83% του συνόλου των εισαγωγών. Εισαγωγή πραγματοποιείται και από άλλες χώρες σε μικρότερα ποσοστά. Οι Η.Π.Α. συμμετέχουν σε ποσοστό 7%, η Κίνα σε ποσοστό 3% και η Αργεντινή με ποσοστό 3% και το Ηνωμένο Βασίλειο με άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά. Γενικά, παρατηρούνται διάφορες αυξομειώσεις των εισαγωγών από χρονιά σε χρονιά, αλλά γενικά από το 2000 μέχρι το 2021 παρατηρείται αύξηση των εισαγωγών.



Εικόνα 71: Εισαγωγές οξειδίων και υδροξειδίων λιθίου (Eurostat, 2021)

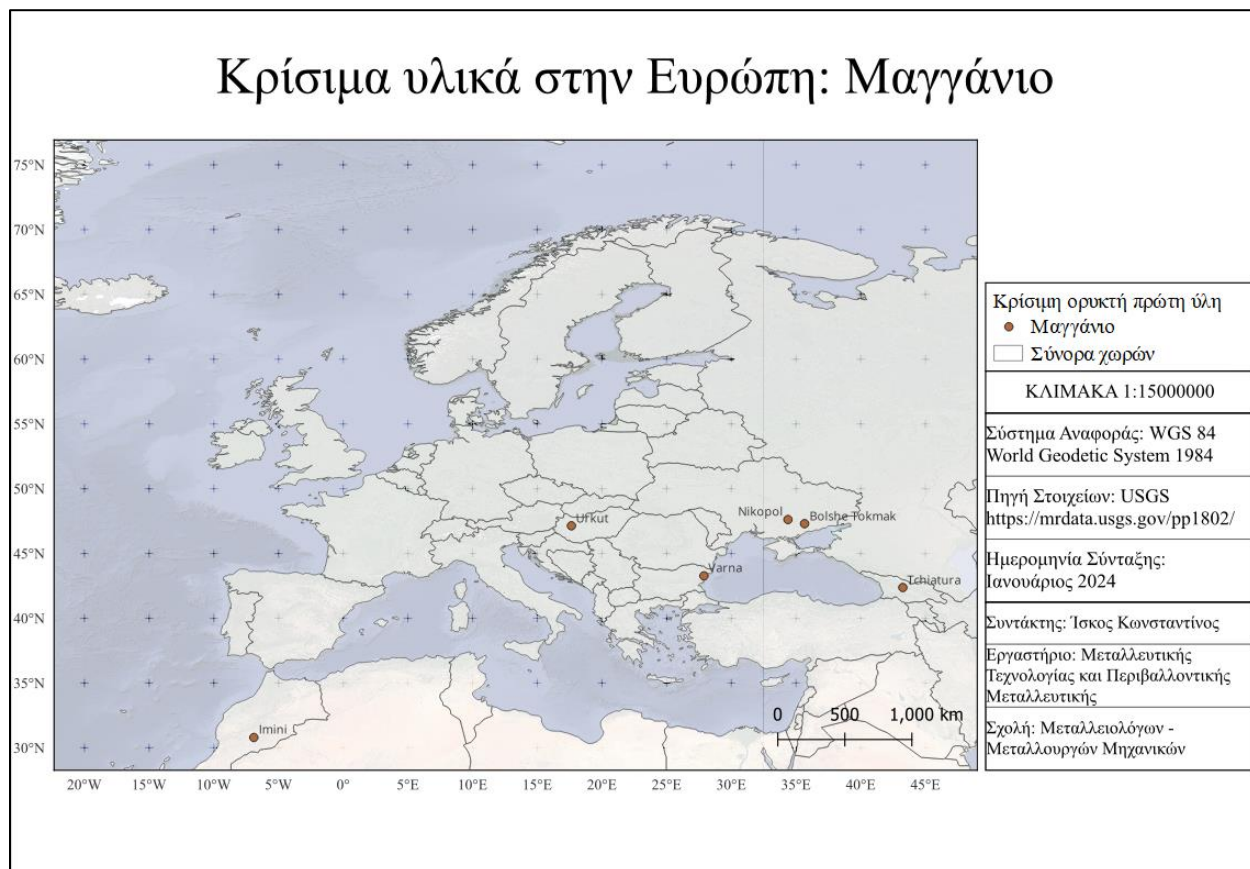
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή οξειδίων και υδροξειδίων λιθίου που πραγματοποιήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021. Για την περίοδο αυτή οι εισαγωγές κυμάνθηκαν από 1,894 τόνους το 2009 έως 7,748 τόνοι το 2007. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα οι εισαγωγές σε οξείδια και υδροξείδια λιθίου ήταν πιο αυξημένες στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, σημειώνοντας μία απότομη μείωση από τους 7,748 τόνους το 2007 στους 1,894 τόνους το 2009. Έπειτα, οι εισαγωγές αυξήθηκαν ξανά, αλλά σε χαμηλότερες ποσότητες από τα προηγούμενα χρόνια φτάνοντας περίπου τους 5,000 τόνους. Στην περίοδο αυτή υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις χώρες που προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς αλλάζουν οι ποσότητες που εισάγονται από κάθε χώρα. Κατά μέσο όρο το 31% εισάχθηκε από την Ελβετία, το 20% από τη Ρωσία, το 17% από τη Χιλή, το 15% από τις Η.Π.Α. και το 10% από την Κίνα. Για την περίοδο 2000 – 2007 και 2017 – 2021 βασικός προμηθευτής είναι η Ελβετία με εξαίρεση το 2019 και το 2020 που βασικός προμηθευτής ήταν η Ρωσία. Με τη μείωση των εισαγωγών που σημειώθηκε το 2008, σταμάτησε η εισαγωγή από την Ελβετία και από τη Ρωσία και σημειώθηκε αύξηση από τη Χιλή, που μέχρι το 2015 ήταν βασικός προμηθευτής. Το 2012 η Ρωσία ξεκίνησε να προμηθεύει ξανά την Ευρωπαϊκή Ένωση με λίθιο, όπως και η Ελβετία το 2017.

Συνοψίζοντας, το λίθιο είναι μία κρίσιμη Ο.Π.Υ. που φαίνεται να υπάρχει ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση, λόγω των εφαρμογών σε μπαταρίες, που χρησιμοποιούνται ευρέως στα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα. Το γεγονός αυτό θα αυξήσει και τις ανάγκες για λίθιο της Ε.Ε. Για αυτό το λόγο και για να είναι ανεξάρτητη από τρίτες χώρες, θα πρέπει να αρχίσει να εκεταλλεύεται τις ποσότητες που εμφανίζονται στις χώρες της Ε.Ε. και να μη στηρίζεται σε εισαγωγές.

5.10. Μαγγάνιο

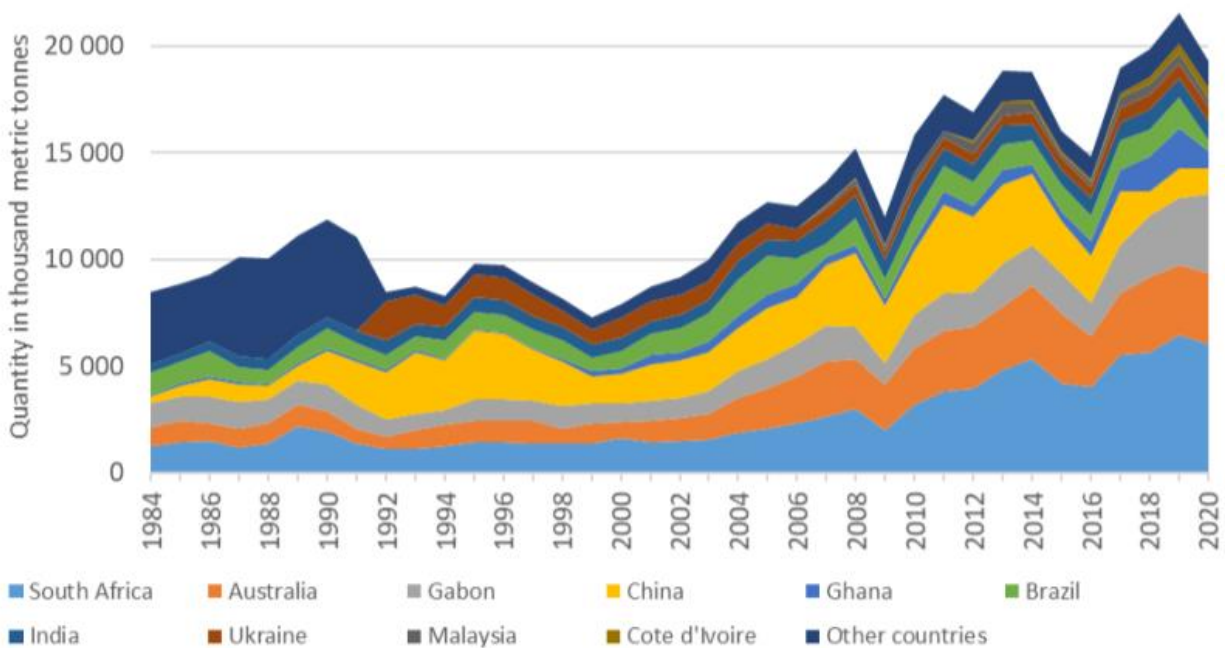
Το μαγγάνιο (Mn) είναι παραμαγνητικό, σχετικά σκληρό, αλλά εύθραυστο μέταλλο. Έχει πυκνότητα 7.21 g/cm^3 και υψηλό σημείο τήξης που φτάνει τους 1246°C . Το μαγγάνιο είναι το 12^ο πιο συχνό στοιχείο που συναντάται στον ανώτερο φλοιό της γης. Εξορύσσεται από διάφορους τύπους κοιτασμάτων και το κύριο ορυκτό του είναι ο πυρολουσίτης (MnO_2). Τέλος, το μαγγάνιο βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή χάλυβα, στην παραγωγή κραμάτων αλουμινίου, σε μπαταρίες και σε χρωστικές ουσίες.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης μαγγανίου στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία υπάρχει η δυναμική για εκμετάλλευση μαγγανίου. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση μαγγανίου είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μαγγάνιο. Οι θέσεις εμφάνισης μαγγανίου φαίνεται να είναι στην Ουγγαρία, στη Βουλγαρία και στην Ουκρανία. Και στις τρεις χώρες πραγματοποιείται εκμετάλλευση μαγγανίου, όπως το ίδιο ισχύει και για τη Ρουμανία. Παρόλα αυτά, οι ποσότητες παραγωγής είναι μικρές ενώ η εμφάνιση μαγγανίου δεν είναι μικρή. Όλη η παραγόμενη ποσότητα διατίθεται αποκλειστικά για την κάλυψη των αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Εικόνα 72: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης μαγγανίου

5.10.1. Παραγωγή μαγγανίου

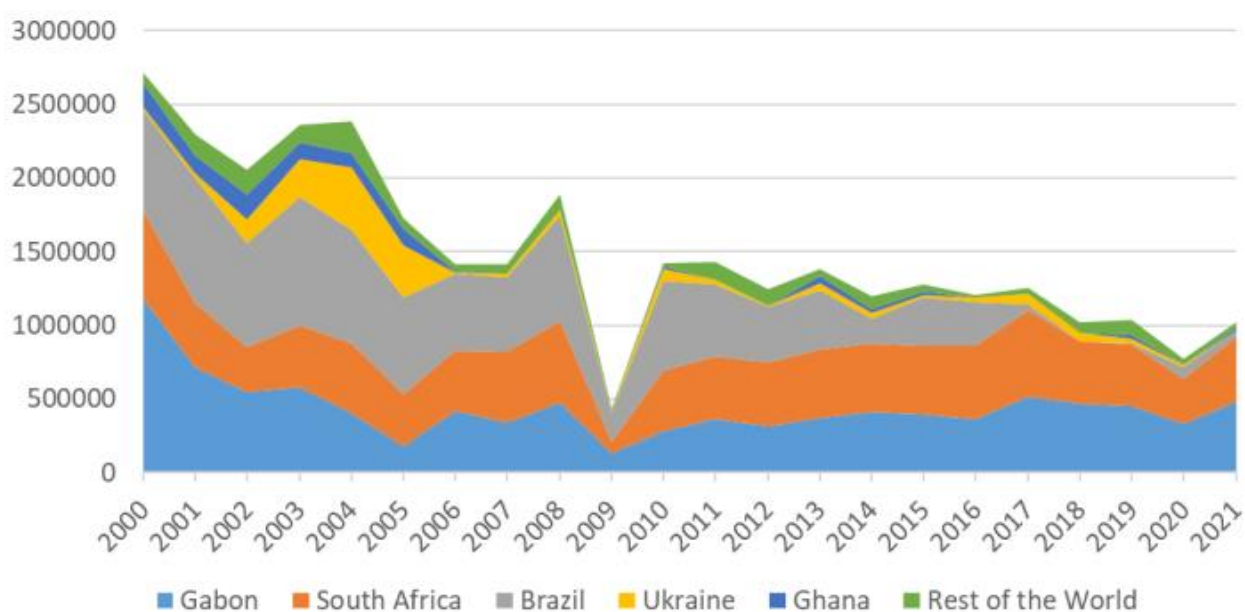


Εικόνα 73: Παγκόσμια παραγωγή μαγγανίου (WMD, από το 1984)

Η εκμετάλλευση μαγγανίου πραγματοποιείται σε διάφορες χώρες του κόσμου και η παραγωγή του δεν είναι συγκεντρωμένη σε λίγες χώρες και συγκεκριμένες περιοχές. Πιο συγκεκριμένα, για την περίοδο 2017 – 2020, εκμετάλλευση πραγματοποιήθηκε σε 33 χώρες με μέση παγκόσμια παραγωγή στους 21,000 τόνους σύμφωνα με την WMD. Ωστόσο, η ποσότητα παραγωγής είναι συγκεντρωμένη σε λίγες χώρες, καθώς το 60% της εξορυσσόμενης ποσότητας προκύπτει από τρεις χώρες. Η Νότια Αφρική συμβάλλει στην παγκόσμια παραγωγή με ποσοστό 28%, η Αυστραλία με 17% και η Γκαμπόν με 14%. Ταυτόχρονα, εκμετάλλευση πραγματοποιείται στην Κίνα (7%), , στην Γκάνα (6%) και στη Βραζιλία (5%). Στην Ευρώπη, η Βουλγαρία, η Ουγγαρία και η Ρουμανία συμμετέχουν στην παγκόσμια παραγωγή με ποσοστό, όμως, μικρότερο του 1% με τη συνολική παραγωγή να φτάνει τους 7,000 τόνους. Τα παγκόσμια αποθέματα μαγγανίου έχουν υπολογιστεί στους 1,500,000,000 τόνους και το 88% των αποθεμάτων είναι συγκεντρωμένο στη Νότια Αφρική (43%), στη Βραζιλία, στην Ουκρανία και στην Αυστραλία. Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η παραγωγή μαγγανίου φαίνεται να αυξάνεται από το 1984 με μικρές αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά. Το 1984 η παραγωγή ήταν μικρότερη από 10,000,000 τόνους φτάνοντας το 2019 να ξεπεράσει τους 20,000,000. Όλες οι χώρες που αναφέρονται φαίνεται να έχουν σταθερή παραγωγή με μικρές αυξήσεις, ενώ η Νότια Αφρική φαίνεται να σημειώνει τη μεγαλύτερη αύξηση παραγόμενης ποσότητας. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι εκτός από εξόρυξη με σκοπό την εκμετάλλευση του μαγγανίου, μεγάλες ποσότητες παράγονται μέσω της ανάκτησής του.

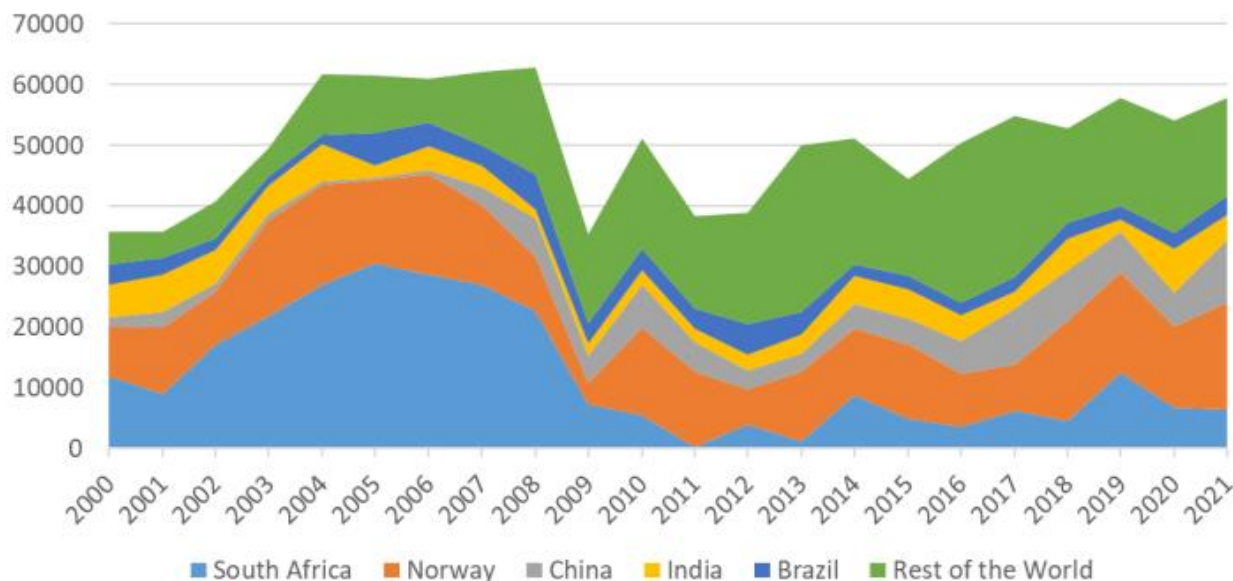
5.10.2. Εισαγωγές μαγγανίου

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιείται εκμετάλλευση μαγγανίου και η εξορυσσόμενη ποσότητα διατίθεται αποκλειστικά για τις ανάγκες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρόλα αυτά οι ποσότητες μαγγανίου που παράγονται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης δε φτάνουν να καλύψουν τις ανάγκες της, διότι η παραγόμενη ποσότητα είναι πολύ μικρή και για αυτό το λόγο γίνεται εισαγωγή μαγγανίου από τρίτες χώρες. Πιο συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Ένωση καλύπτει τις ανάγκες της για μαγγάνιο εισάγοντας διαφορετικές μορφές του. Εισάγει μέταλλευμα και συμπυκνωμα μαγγανίου, οξειδία μαγγανίου και σιδηρομαγγάνιο. Στα παρακάτω διαγράμματα αποδίδονται οι χώρες που εισάγει μαγγάνιο η Ε.Ε. καθώς και οι ποσότητες αυτές σε τόνους από το 2000 μέχρι και το 2021.



Εικόνα 74: Εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων μαγγανίου (Eurostat, 2022)

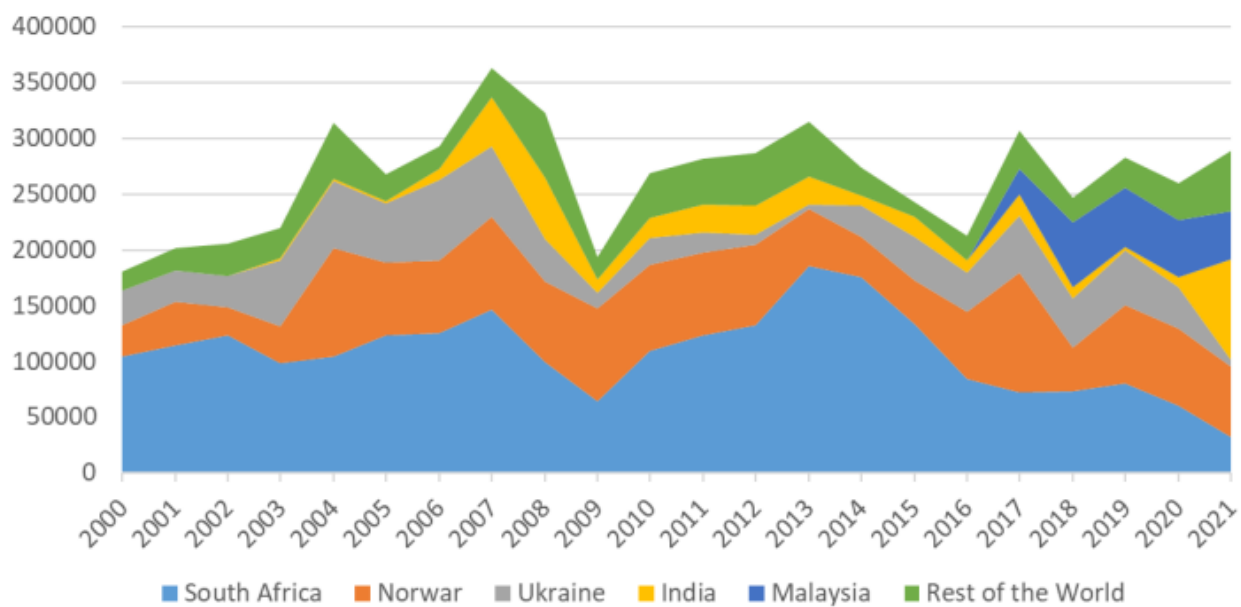
Στο παραπάνω διάγραμμα έχει απεικονιστεί η εισαγωγή μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων μαγγανίου, καθώς και οι ποσότητες που έχουν εισαχθεί από κάθε χώρα για την περίοδο 2000 – 2021 από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα οι εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων μαγγανίου συνεχώς μειώνονται από το 2000, καθώς από τους σχεδόν 2,500,000 τόνους μειώθηκε στους 1,000,000 τόνους το 2021. Μια απότομη μείωση της εισαγωγής σημειώθηκε το 2009 που από τους σχεδόν 2,000,000 τόνους το 2008 οι εισαγωγές έφτασαν κάτω από 500,000 τόνους. Βασικός προμηθευτής φαίνεται να είναι η Γκαμπόν, ενώ μεγάλη ποσότητα εισάγεται και από τη Νότια Αφρική και τη Βραζιλία, η οποία έχει υπάρξει και βασικός προμηθευτής μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων μαγγανίου. Άλλες χώρες από τις οποίες πραγματοποιείται εισαγωγή είναι η Ουκρανία, η Γκάνα και άλλες χώρες. Τέλος, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μείωση των εισαγωγών από όλες τις χώρες και βασικοί προμηθευτές να είναι η Γκαμπόν και η Νότια Αφρική που προμηθεύουν σχεδόν όλη την ποσότητα.



Εικόνα 75: Εισαγωγές οξειδίων μαγγανίου (Eurostat, 2022)

Παραπάνω παρατίθεται διάγραμμα στο οποίο έχει απεικονιστεί η εισαγωγή οξειδίων μαγγανίου και οι ποσότητες που εισάχθηκαν από κάθε χώρα για την περίοδο 2000 – 2021 από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Συγκριτικά με τις εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων, οι εισαγόμενες ποσότητες οξειδίων του μαγγανίου είναι πολύ μικρότερες, καθώς κυμαίνονται περίπου από 40,000 – 60,000 τόνους. Από χρονιά σε χρονιά παρατηρούνται διάφορες αυξομειώσεις, όμως τα τελευταία χρόνια ο μέσος όρος της ποσότητας που εισάγεται είναι 50,000 τόνοι. Οι βασικοί προμηθευτές για αυτή την περίοδο είναι η Νότια Αφρική, η Νορβηγία, η Κίνα, η Ινδία και η Βραζιλία και μικρότερες ποσότητες από διάφορες άλλες χώρες, οι οποίες αθροιστικά συμμετέχουν δυναμικά στις εισαγωγές. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, βασικός προμηθευτής φαίνεται να είναι η Νότια Αφρική και έπειτα η Νορβηγία, γεγονός το οποίο άρχισε να αλλάζει στη συνέχεια, διότι παρατηρείται μείωση της εισαγόμενης ποσότητας από τη Νότια Αφρική και αύξηση από χώρες του υπόλοιπου κόσμου. Τέλος, η συνεισφορά της Κίνας, της Ινδίας και της Βραζιλίας είναι σταθερή τα τελευταία χρόνια.

Στη συνέχεια, παρατίθεται ένα διάγραμμα εισαγωγής σιδηρομαγγανίου και έχουν απεικονιστεί οι ποσότητες εισαγωγής του από κάθε χώρα για την περίοδο 2000 – 2021 από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι εισαγωγές σε σιδηρομαγγάνιο ξεπερνάνε την ποσότητα εισαγωγής οξειδίων μαγγανίου, αλλά όχι την ποσότητα εισαγωγής μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων μαγγανίου με τις εισαγόμενες ποσότητες να κυμαίνονται τα τελευταία χρόνια μεταξύ 250,000 τόνων και 300,000 τόνων. Στην περίοδο αυτή παρουσιάζονται διάφορες αυξομειώσεις στις εισαγωγές, όμως όχι με μεγάλες αποκλίσεις. Βασικός προμηθευτής της Ευρωπαϊκής Ένωσης την περίοδο αυτή είναι η Νότια Αφρική αν και από το 2014 και έπειτα οι εισαγωγές μειώνονται κάθε χρονιά και βασικός προμηθευτής γίνεται η Νορβηγία. Τέλος, τα τελευταία χρόνια μειώνεται η εισαγωγή από την Ουκρανία, αυξάνεται η εισαγωγή από την Ινδία και η Μαλαισία ξεκινάει να προμηθεύει την Ευρωπαϊκή Ένωση.



Εικόνα 76: Εισαγωγές σιδηρομαγγανίου (Eurostat, 2022)

Συνοψίζοντας, η Ευρωπαϊκή Ένωση παράγει μικρές ποσότητες μαγγανίου και υπάρχει δυναμική να συνεχιστεί η εκμετάλλευσή του και να αυξηθεί, καλύπτοντας έτσι ένα μεγαλύτερο ποσοστό της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρόλα αυτά, η εισαγωγή μαγγανίου είναι αναπόφευκτη, καθώς οι ανάγκες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι μεγάλες και δεν καλύπτονται μόνο από την παραγωγή των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ταυτόχρονα, υπάρχουν πολλές χώρες οι οποίες παράγουν μαγγάνιο και έτσι η διάθεσή του δεν περιορίζεται σε λίγες χώρες, δίνοντας έτσι στην Ευρωπαϊκή Ένωση να μπορεί να διαλέξει τις χώρες από τις οποίες θα προμηθεύεται μαγγάνιο ακολουθώντας την πολιτική της για τις κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες που αποσκοπεί στην όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ανεξαρτησία της και όταν αυτό δεν επιτυγχάνεται να επιλέγει χώρες με τις οποίες έχει καλύτερες διπλωματικές και οικονομικές σχέσεις.

5.11. Βανάδιο

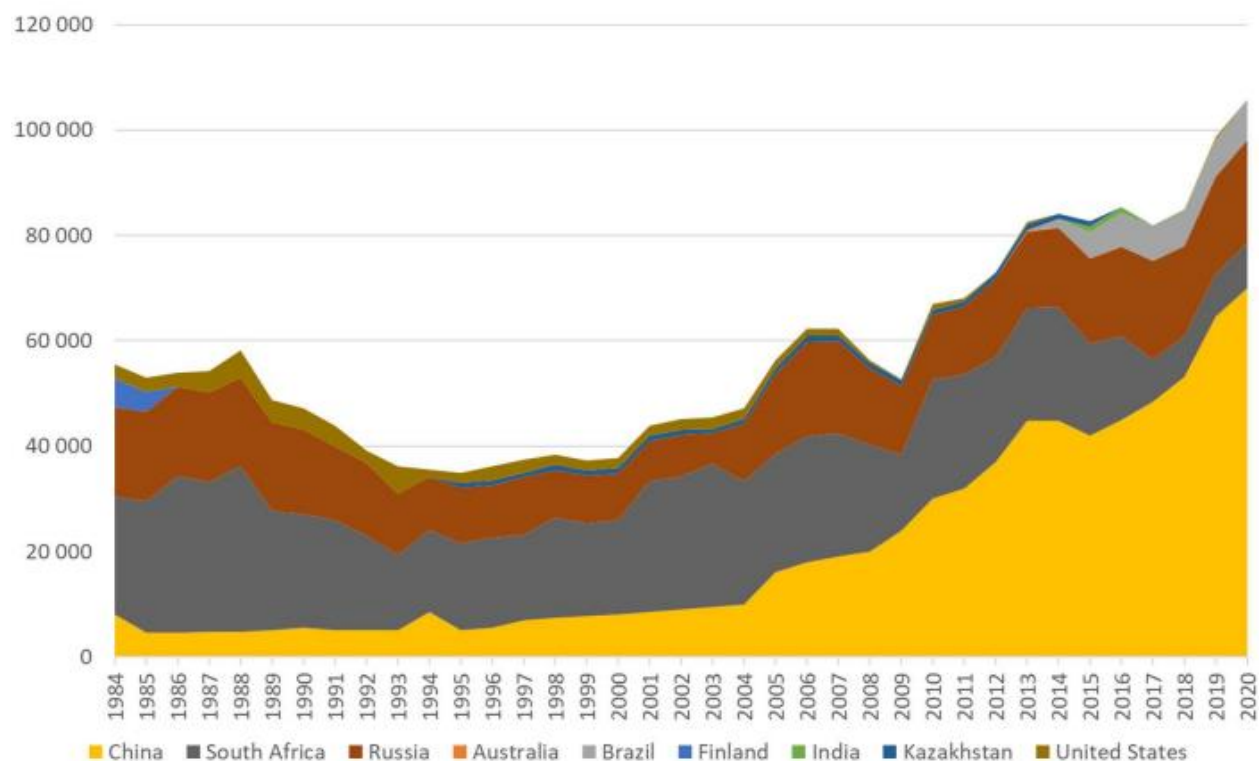
Το βανάδιο (V) είναι ένα γκρι, όλκιμο μεταλλικό στοιχείο με ατομικό αριθμό 23. Έχει πολύ υψηλό σημείο τήξης και αντιστέκεται στη διάβρωση. Η κύρια εφαρμογή του είναι ως πρόσθετο για τη βελτίωση κραμάτων χάλυβα και τιτανίου ως προς την αντοχή τους στη θερμότητα και τη διάβρωση, καθώς και ως καταλύτης για χημικά.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης βαναδίου στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία υπάρχει η δυναμική για εκμετάλλευση βαναδίου. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση βαναδίου είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για βανάδιο. Οι θέσεις εμφάνισης βαναδίου φαίνεται να είναι συγκεντρωμένες στη Βόρεια Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα στις Σκανδιναβικές χώρες (Νορβηγία, Σουηδία, Φινλανδία) και στη Ρωσία. Παρόλα αυτά, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν πραγματοποιείται εκμετάλλευση βαναδίου και συνεπώς για την κάλυψη των αναγκών της σε βανάδιο η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει βανάδιο από τρίτες χώρες. Ωστόσο, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι στη Φινλανδία και στη Σουηδία υπάρχει δυνατότητα εκμετάλλευσης του βαναδίου και έτσι να αλλάξει αυτή η κατάσταση.



Εικόνα 77: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης βαναδίου

5.11.1. Παραγωγή βαναδίου



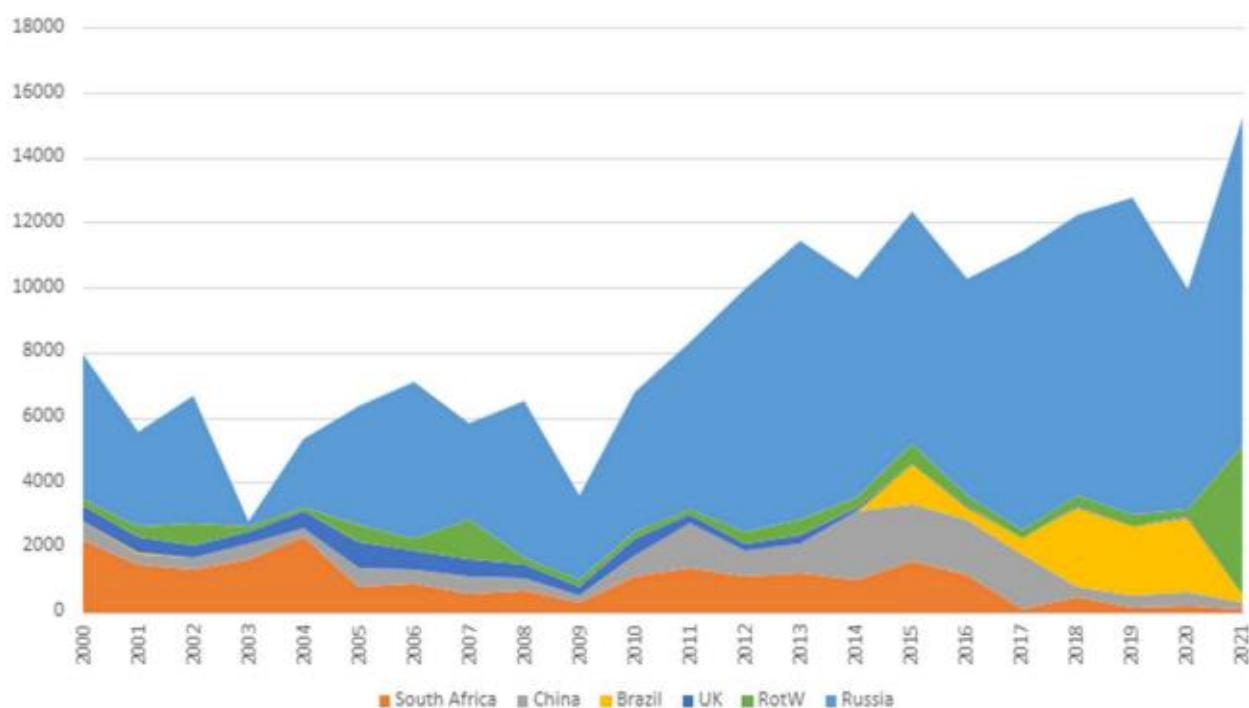
Εικόνα 78: Παγκόσμια παραγωγή βαναδίου (WMD, από το 1984)

Εκμετάλλευση βαναδίου γίνεται από εξορύξεις, όπου αυτό εξορύσσεται μαζί με κάποιο άλλο ως βασικό προϊόν, ή εξορύσσεται ως παραπροϊόν. Τα γνωστά αποθέματα βαναδίου στον κόσμο είναι 24,000,000 τόνοι. Το 40% των αποθεμάτων αυτό βρίσκεται στην Κίνα φτάνοντας τους 9,500,000 τόνους, το 25% στην Αυστραλία με 6,000,000 τόνους, το 21% στη Ρωσία με 5,000,000 τόνους και το 15% στη Νότια Αφρική με 3,500,000 τόνους.

Στο παραπάνω διάγραμμα έχει απεικονιστεί η παγκόσμια παραγωγή βαναδίου και οι ποσότητες που παράγει η κάθε χώρα από το 1984 μέχρι το 2020. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα η παραγωγή βαναδίου έχει αυξηθεί από το 1984. Ενώ, στην αρχή σημειώνεται μικρή μείωση μέχρι το 2000, από τότε και μετά υπάρχει μία διαρκής αύξηση. Ως αποτέλεσμα, από εκεί που το 2000 η παραγωγή βαναδίου ήταν μικρότερη από 40,000 τόνους, φτάνει το 2020 τους 110,000 τόνους. Στην Ευρώπη δεν πραγματοποιείται παραγωγή βαναδίου από το 1985, διότι στάματησε η παραγωγή του από τη Φινλανδία. Γενικά, λίγες χώρες παράγουν βανάδιο, καθώς η εμφάνιση του σε μεγάλη ποσότητα είναι σε λίγες χώρες. Τα τελευταία χρόνια όλη η παραγωγή πραγματοποιείται από την Κίνα, τη Νότια Αφρική, τη Ρωσία και τη Βραζιλία. Μικρή παραγωγή έχει πραγματοποιηθεί στο παρελθόν και από την Ινδία, το Καζακστάν, τις Η.Π.Α. και την Αυστραλία. Βασικός παραγωγός είναι η Κίνα, καθώς εξορύσσει το 60% του βαναδίου. Τέλος, η αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής οφείλεται στην αύξηση της παραγωγής από την Κίνα, καθώς είναι η μόνη χώρα που φαίνεται να έχει αυξήσει την παραγωγή τους, ενώ οι υπόλοιπες έχουν σταθερή παραγωγή.

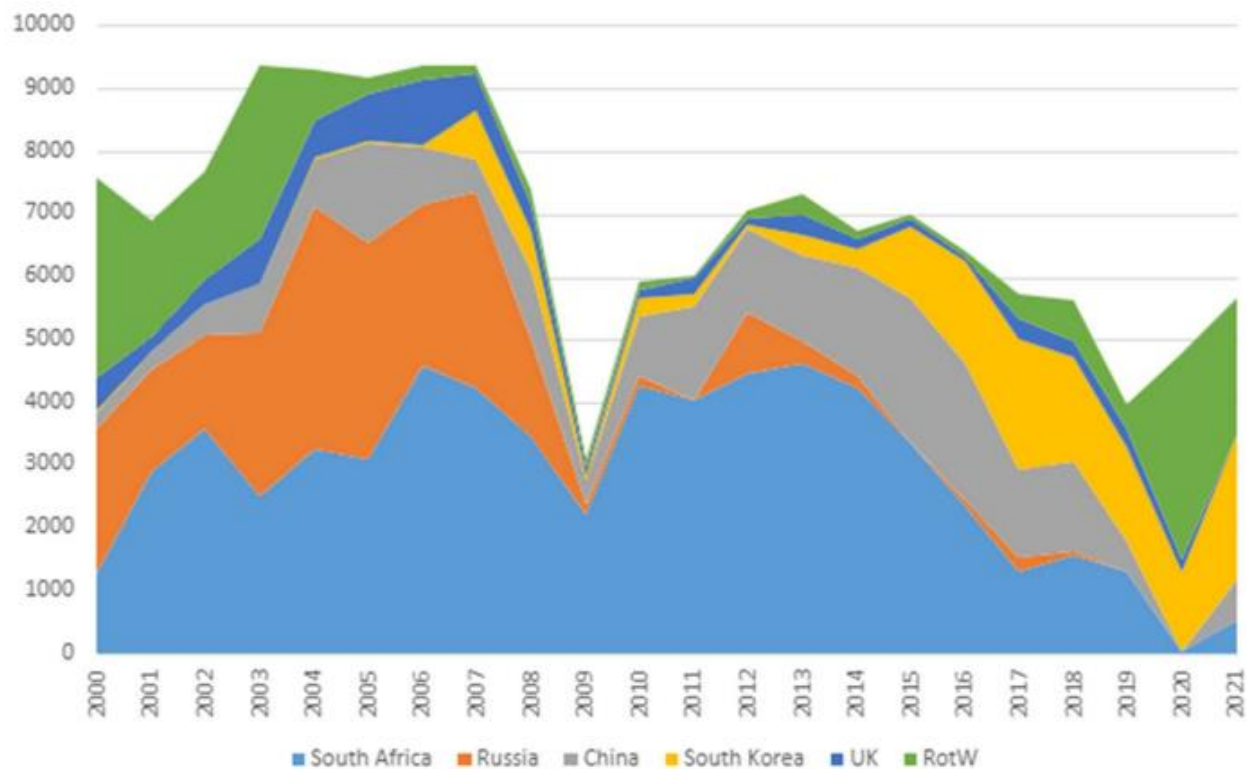
5.11.2. Εισαγωγές βαναδίου

Όπως προαναφέρθηκε, δεν πραγματοποιείται παραγωγή βαναδίου εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, γεγονός το οποίο την αναγκάζει να εισάγει το 100% της ποσότητας που χρειάζεται για την κάλυψη των αναγκών της. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει βαναδίο σε δύο μορφές. Προμηθεύεται είτε οξειδία και υδροξειδία του βαναδίου, είτε σιδηροβανάδιο. Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα εισαγωγής οξειδίων και υδροξειδίων του βαναδίου και οι εισαγόμενες ποσότητες από κάθε χώρα για την περίοδο 2000 – 2021. Αντίστοιχα, παρατέθηκε το διάγραμμα σιδηροβαναδίου για την ίδια περίοδο.



Εικόνα 79: Εισαγωγές οξειδίου και υδροξειδίου του βαναδίου (Eurostat, 2021)

Στο παραπάνω διάγραμμα δίνονται οι εισαγωγές που πραγματοποίησε η Ε.Ε. από το 2000 μέχρι το 2021 σε οξειδία και υδροξειδία του βαναδίου. Την περίοδο αυτή σημειώθηκαν διάφορες αυξομειώσεις στις εισαγωγές από χρονιά σε χρονιά, όμως, γενικά παρατηρείται αύξηση τους, διότι από τους 8,000 τόνους που εισάχθηκαν το 2000, η εισαγόμενη ποσότητα έφτασε τους 15,262 τόνους το 2021. Όπως φαίνεται, ο βασικός προμηθευτής την περίοδο αυτή είναι η Ρωσία, η οποία προμηθεύει όλο και μεγαλύτερες ποσότητες βαναδίου και η εισαγόμενη ποσότητα από τη Ρωσία αποτελεί το 67% της συνολικής ποσότητας. Με ποσοστό 12% συμμετέχει η Νότια Αφρική, με 9% η Κίνα, με 5% η Βραζιλία και με 4% το Ηνωμένο Βασίλειο. Οι εισαγωγές από τη Νότια Αφρική και την Κίνα μειώνονται διαρκώς, όσο οι εισαγωγές από τη Ρωσία αυξάνονται. Ταυτόχρονα, το 2015 η Ε.Ε. ξεκίνησε να εισάγεται ποσότητες από τη Βραζιλία και σταμάτησε την εισαγωγή από το Ηνωμένο Βασίλειο. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι ότι από το 2009 που η εισαγόμενη ποσότητα είναι μικρότερη από 4,000 τόνους φτάνοντας το 2021 να ξεπερνά τους 15,000 τόνους.



Εικόνα 80: Εισαγωγές σιδηροβαναδίου (Eurostat, 2021)

Παραπάνω παρατίθεται ένα διάγραμμα στο οποίο φαίνονται οι εισαγωγές σιδηροβαναδίου που πραγματοποίησε η Ευρωπαϊκή Ένωση από το 2000 μέχρι το 2021, καθώς και οι χώρες από τις οποίες εισήγαγε. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται μείωση της συνολικής εισαγόμενης ποσότητας την περίοδο αυτή με διάφορες αυξομειώσεις, καθώς το 2000 οι εισαγωγές έφταναν τους 7,573 τόνους και το 2021 μειώθηκαν στους 5,644 τόνους. Μία αύξηση παρατηρείται την περίοδο 2000 – 2007, η οποία προηγείται από μία απότομη μείωση το 2009 που οι εισαγόμενη ποσότητα ήταν 3000 τόνοι. Τις επόμενες χρονιές οι εισαγωγές αυξήθηκαν όμως σε μικρότερες ποσότητες συγκριτικά με τα προηγούμενα χρόνια. Βασικός προμηθευτής αυτά τα χρόνια φαίνεται να είναι η Νότια Αφρική, όμως από το 2013 και μετά παρατηρούνται συνεχείς μειώσεις, και συνεπώς βασικός προμηθευτής είναι η Νότια Κορέα. Οι εισαγωγές από τη Νότια Κορέα αρχίζει να αυξάνεται μαζί με τη μείωση από τη Νότια Αφρική. Επίσης, την περίοδο 2000 – 2008 εισάχθηκαν μεγάλες ποσότητες από τη Ρωσία, οι οποίες μειώθηκαν απότομα τα επόμενα χρόνια. Τέλος, αύξηση της εισαγωγής σημειώνεται και από την Κίνα και άλλες χώρες του κόσμου τα τελευταία χρόνια.

Συνοψίζοντας, οι εισαγωγές βαναδίου από τρίτες χώρες θα μπορούσαν να μειωθούν αν ξεκίνουσε εκμετάλλευση βαναδίου στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Κάτι τέτοιο θα ήταν δυνατό καθώς υπάρχουν εμφανίσεις στη Σουηδία και στη Φινλανδία. Συγκεκριμένα, στη Φινλανδία τα προηγούμενα χρόνια υπήρχε εκμετάλλευση βαναδίου. Η αρχή των εκμεταλλεύσεων αυτό θα βοηθήσει την Ε.Ε. να μην είναι εξαρτημένη στο 100% από τρίτες χώρες για μία κρίσιμη Ο.Π.Υ.

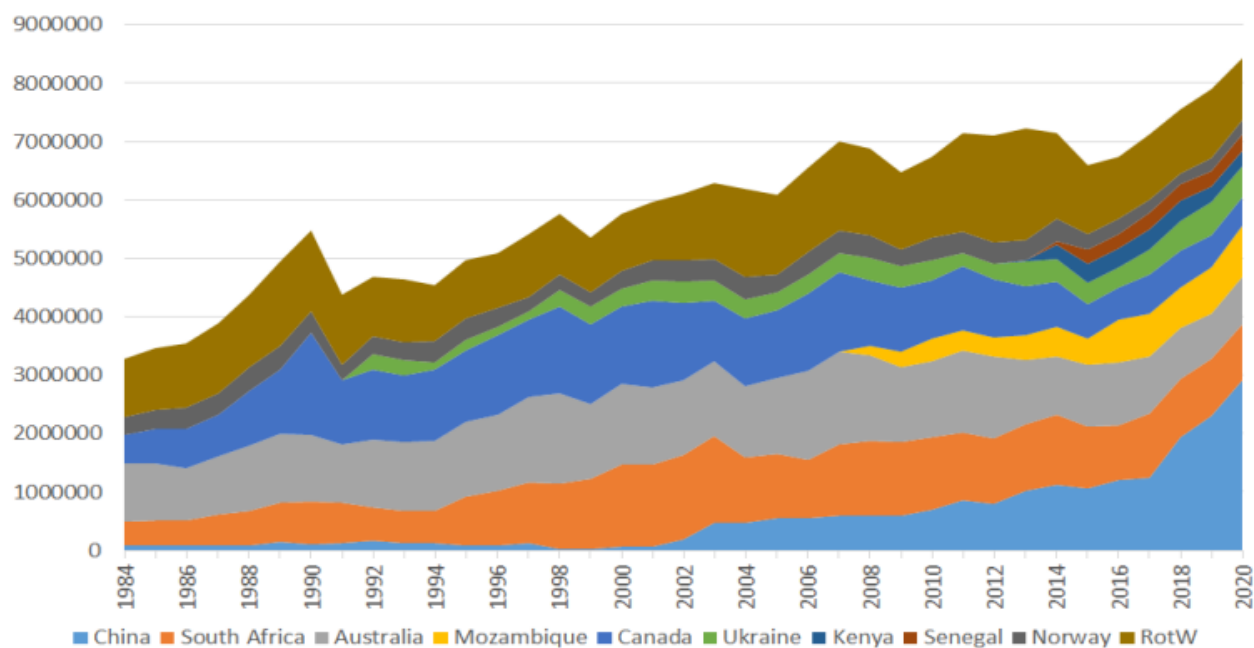
5.12. Τιτάνιο

Το τιτάνιο (Ti) είναι ένα γυαλιστερό, λευκό μέταλλο χαμηλής πυκνότητας (4.51 g/cm^3) με υψηλή μηχανική αντοχή. Έχει υψηλό σημείο τήξης ($1,668^\circ\text{C}$) και σημείο βρασμού στους $3,500^\circ\text{C}$. Παρά το υψηλό σημείο τήξης του, το τιτάνιο δεν είναι κατάλληλο για εφαρμογές σε υψηλές θερμοκρασίες, καθώς η μηχανική του αντοχή πέφτει απότομα όταν η θερμοκρασία υπερβεί τους 426°C . Το φάσμα των εφαρμογών που χρησιμοποιούν τιτάνιο διευρύνθηκε τον 20^ο αιώνα. Τέλος, η αγορά τιτανίου χωρίζεται στην αγορά οξειδίου του τιτανίου και στην αγορά μετάλλων τιτανίου.

Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης τιτανίου στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία υπάρχει η δυναμική για εκμετάλλευση τιτανίου. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση τιτανίου είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τιτάνιο. Οι θέσεις εμφάνισης τιτανίου φαίνεται να είναι συγκεντρωμένες στη Νορβηγία, όπου γίνεται και εκμετάλλευσή του. Ταυτόχρονα, εμφάνιση τιτανίου φαίνεται να υπάρχει στην Ουκρανία, την Ιταλία και τη Φινλανδία, όμως δεν γίνεται παραγωγή του. Τέλος, το γεγονός αυτό αναγκάζει την Ευρωπαϊκή Ένωση να προμηθεύεται τιτάνιο από άλλες χώρες για την κάλυψη των αναγκών της.



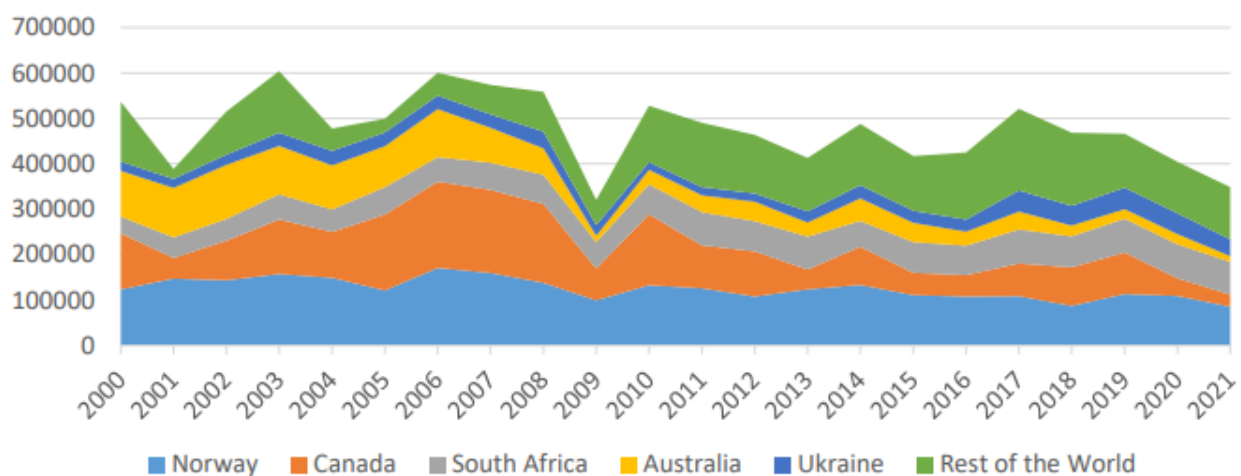
Εικόνα 81: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης τιτανίου

5.12.1. Παραγωγή τιτανίου**Εικόνα 82: Παγκόσμια παραγωγή τιτανίου (WMD, από το 1984)**

Το τιτάνιο είναι ένα χημικό στοιχείο που προέρχεται κυρίως από τα ορυκτά του ιμηνίτη (FeTiO_3) και του ρουτιλίου (TiO_2). Παραπάνω παρατίθεται ένα διάγραμμα της παγκόσμιας παραγωγής τιτανίου, καθώς και οι χώρες στις οποίες παράγεται. Παλιότερα, οι βασικοί παραγωγί τιτανίου ήταν η Αυστραλία, η Νότια Αφρική και ο Καναδάς. Μέχρι το 2000 οι τρεις αυτές χώρες αποτελούσαν το 70% της παγκόσμιας παραγωγής. Οι υπόλοιπες χώρες που γινόταν παραγωγή τιτανίου ήταν η Κίνα με πολύ μικρές ποσότητες, η Νορβηγία και χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο. Από το 2000 και μετά η παραγωγή από την Κίνα άρχισε να αυξάνεται, ενώ η παραγωγή από τις υπόλοιπες χώρες παρέμεινε σταθερή. Επίσης, την τελευταία δεκαετία σημειώνεται μία μείωση από τη Νότια Αφρική, την Αυστραλία και τον Καναδά, ενώ ταυτόχρονα ξεκίνησαν και άλλες χώρες να παράγουν τιτάνιο, όπως η Μοζαμβίκη, η Σενεγάλη και η Κένυα. Έτσι, το 2020, η Κίνα, η Νότια Αφρική, Μοζαμβίκη και η Αυστραλία αποτέλεσαν το 65% της παγκόσμιας παραγωγής και φαίνεται η αλλαγή σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια. Στην Ευρώπη παραγωγή πραγματοποιείται από τη Νορβηγία και την Ουκρανία σε μικρές ποσότητες, αποτελώντας αθροιστικά το 12% της παραγωγής. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι από τους 3,400,000 παραγόμενους τόνους το 1984, η παραγωγή έφτασε τους 8,400,000 το 2020. Για όλη την περίοδο αυτή, φαίνεται η παραγωγή να αυξάνεται διαρκώς, γεγονός το οποίο οφείλεται στις εφαρμογές που βρίσκει το τιτάνιο στις κατασκευές κτηρίων, στην κατασκευή αεροσκαφών και στο σχεδιασμό οχημάτων και συνεπώς, η παραγωγή του αναμένεται να αυξηθεί κι άλλο τα επόμενα χρόνια. Τέλος, φαίνεται ότι όλο και περισσότερες χώρες αρχίζουν να παράγουν τιτάνιο και ενδεχομένως να εμφανιστούν και άλλες χώρες να παράγουν, διότι υπάρχουν εκμεταλλεύσιμα αποθέματα και σε άλλες χώρες, όπως στην Ευρώπη η Φινλανδία.

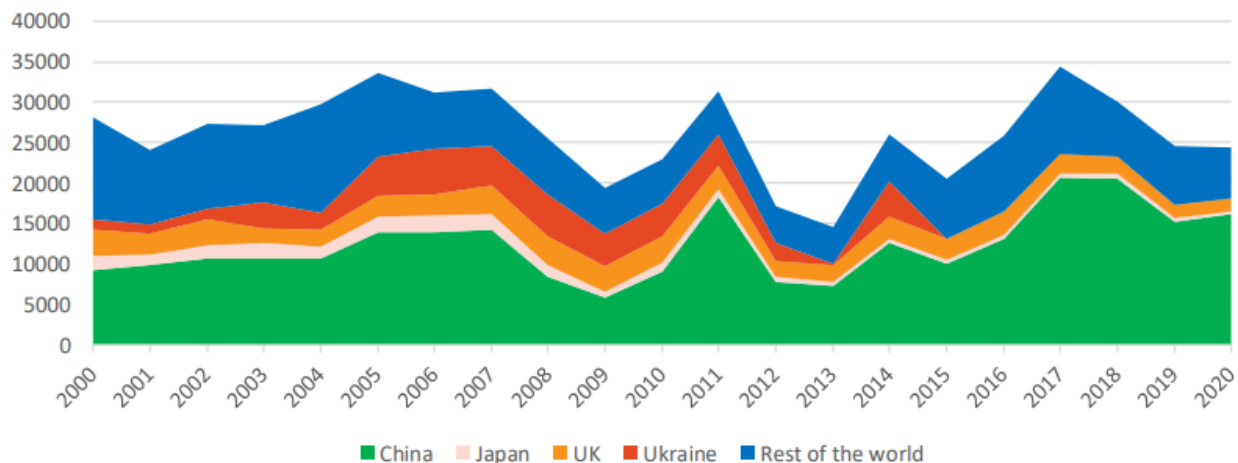
5.12.2. Εισαγωγές τιτανίου

Όπως προαναφέρθηκε, δεν πραγματοποιείται παραγωγή τιτανίου εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, παρόλο που γίνεται παραγωγή του σε άλλες χώρες, γεγονός το οποίο την αναγκάζει να εισάγει το 100% της ποσότητας που χρειάζεται για την κάλυψη των αναγκών της. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει τιτάνιο σε διάφορες μορφές, οι οποίες είναι: μεταλλεύματα και συμπυκνώματα τιτανίου, οξειδία τιτανίου, σκωρίες, τέφρα και υπολείμματα που περιέχουν τιτάνιο, ακατέργαστο τιτάνιο και σκόνη τιτανίου, απόβλητα και σκραπ τιτανίου (με εξαίρεση την τέφρα και τα υπολείμματα τιτανίου) και τέλος σιδηροτιτάνιο και σιδηροπυριτιτάνιο. Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα εισαγωγών που πραγματοποίησε η Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021 και οι χώρες από τις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι εισαγωγές.



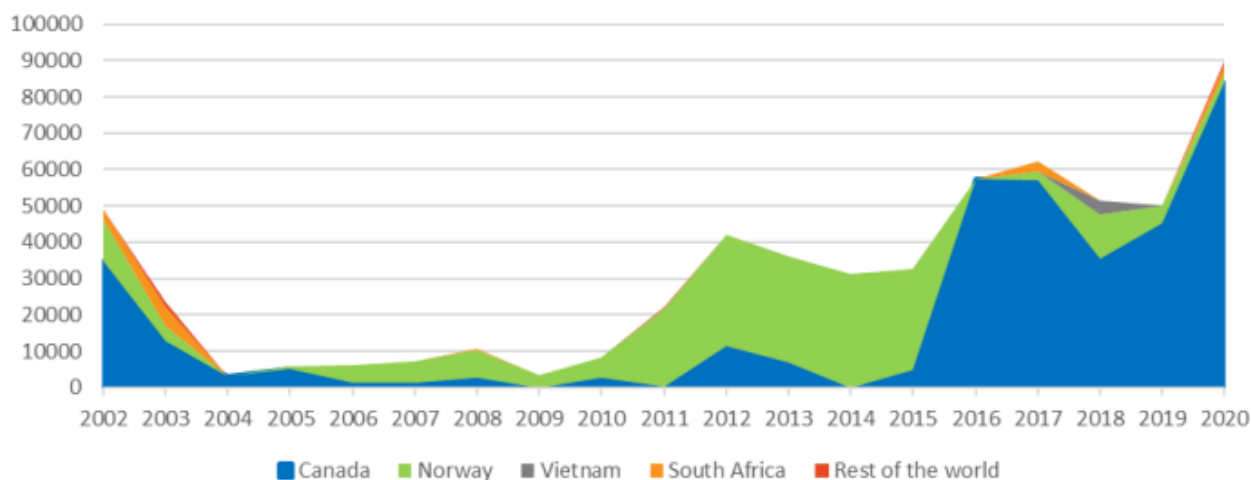
Εικόνα 83: Εισαγωγές μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων τιτανίου (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων τιτανίου, καθώς επίσης και οι χώρες που προμήθευσαν την Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021. Τα μεταλλεύματα και τα συμπυκνώματα τιτανίου είναι το βασικό εισαγόμενο προϊόν, διότι εισάγεται σε μεγαλύτερη ποσότητα από οποιαδήποτε άλλη μορφή τιτανίου. Τα τελευταία 10 χρόνια η εισαγωγή είναι κατά μέσο όρο 450,000 τόνοι. Οι εισαγόμενες ποσότητες εμφανίζεται για αυτή την περίοδο να είναι σχετικά ίδιες για όλες τις χρονιές, καθώς παρουσιάζονται μόνο μικρές αυξομειώσεις. Ταυτόχρονα, οι χώρες οι οποίες προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Νορβηγία, ο Καναδάς, η Νότια Αφρική, η Αυστραλία, η Ουκρανία και χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο με μικρότερες ποσότητες. Οι χώρες αυτές προμηθεύουν σταθερά την Ευρωπαϊκή Ένωση με συγκεκριμένες ποσότητες, οι οποίες παρουσιάζουν μικρές μεταβολές από χρονιά σε χρονιά την περίοδο αυτή. Πιο συγκεκριμένα η Νορβηγία προμηθεύει σταθερά κάτι περισσότερο από 100,000 τόνους αποτελώντας το βασικό προμηθευτή της Ε.Ε. Ο Καναδάς στην πρώτη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα προμήθευε ποσότητες λίγο μεγαλύτερες συγκριτικά με τη δεύτερη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα. Το ίδιο ισχύει και με την Αυστραλία που οι εισαγωγές από αυτήν φαίνεται να μειώθηκαν λίγο συγκριτικά με τις αρχές του αιώνα. Τέλος, το γεγονός αυτό προκύπτει, διότι η Ε.Ε. ξεκίνησε να εισάγει μεγαλύτερες ποσότητες από χώρες του υπόλοιπου κόσμου.



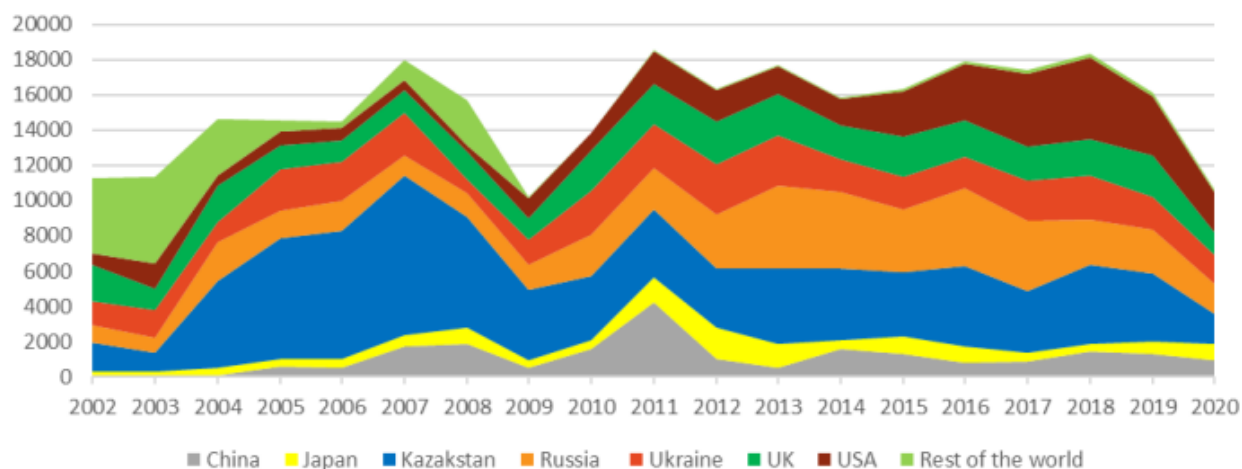
Εικόνα 84: Εισαγωγές οξειδίων τιτανίου (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή οξειδίων τιτανίου, καθώς επίσης και οι χώρες που προμήθευσαν την Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2020. Οι εισαγόμενες ποσότητες την περίοδο αυτή παρέμειναν σχετικά σταθερές παρουσιάζοντας, ωστόσο, διάφορες αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά. Την πρώτη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα οι εισαγωγές ήταν κατά μέσο όρο 30,000 τόνοι και προς το τέλος της δεκαετίας οι εισαγωγές σημείωσαν μείωση κάτω από 20,000 τόνους, και έπειτα ακολούθησε μια αύξηση στους 30,000 τόνους περίπου. Τη δεύτερη δεκαετία σημειώθηκε μείωση από τους 30,000 τόνους το 2011, σε λιγότερο από 15,000 τόνους το 2013. Από το 2013 και μετά άρχισαν να αυξάνονται ξανά οι εισαγωγές φτάνοντας σχεδόν τους 35,000 τόνους. Οι χώρες που προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Κίνα που αποτελεί το βασικό προμηθευτή της, η Ιαπωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ουκρανία και χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο. Οι εισαγωγές από κάθε χώρα φαίνεται να είναι σταθερές με εξαίρεση την Κίνα που παρουσιάζονται αυξομειώσεις και η Ουκρανία που σταμάτησαν οι εισαγωγές το 2015.



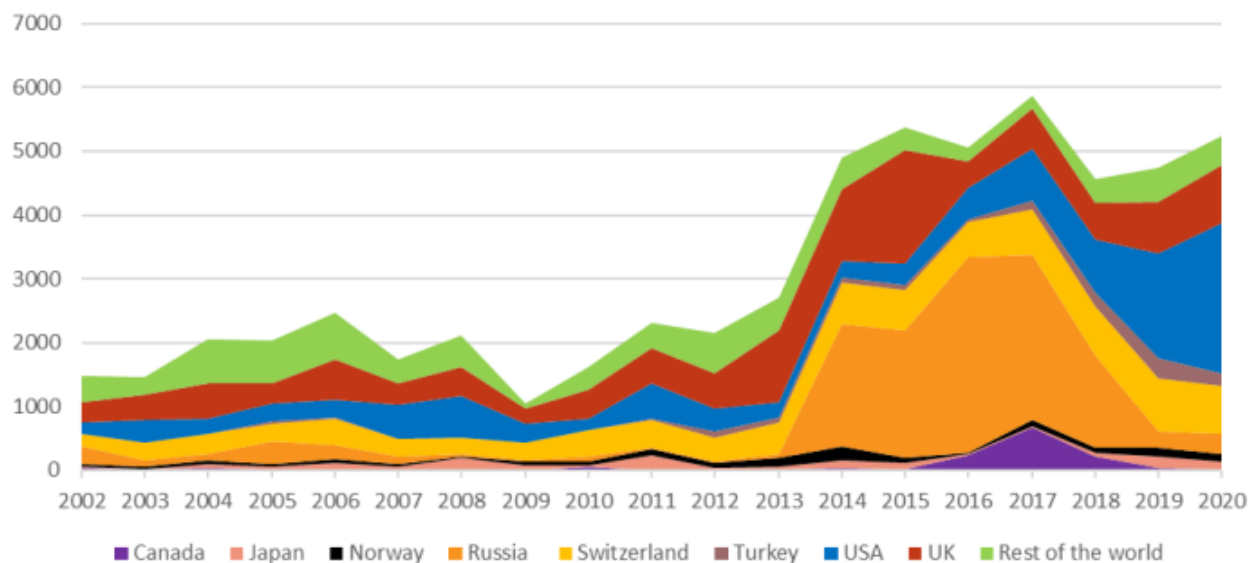
Εικόνα 85: Εισαγωγές σκωρίας, τέφρας και υπολειμμάτων τιτανίου (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή σκωρίας, τέφρας και υπολειμμάτων τιτανίου, καθώς επίσης και οι χώρες που προμήθευσαν την Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2002 – 2020. Την περίοδο αυτή οι εισαγωγές αυξήθηκαν ραγδαία. Το 2002 οι εισαγωγές ήταν περίπου 50,000, όμως το 2004 μειώθηκαν σε λιγότερο από 5,000 τόνους. Οι μειωμένες εισαγωγές συνεχίστηκαν μέχρι το 2009 και οι εισαγόμενοι τόνοι ήταν 3,000. Από το 2009 και μετά, όμως, οι εισαγωγές άρχισαν να αυξάνονται απότομα, φτάνοντας τους 90,000 τόνους. Οι προμηθευτές της Ευρωπαϊκής Ένωσης την περίοδο αυτή είναι ο Καναδάς, η Νορβηγία, το Βιετνάμ, η Νότια Αφρική και άλλες χώρες του κόσμου. Σχεδόν όλη η ποσότητα εισάγεται από τον Καναδά και τη Νορβηγία. Ο Καναδάς για την περίοδο 2002 – 2005 και 2016 – 2020 αποτέλεσε το βασικό προμηθευτή της Ευρωπαϊκής Ένωσης προμηθεύοντας σχεδόν το 90% της εισαγόμενης ποσότητας. Η Νορβηγία αποτέλεσε βασικό προμηθευτή από το 2005 μέχρι το 2015 εισάγοντας σχεδόν το 90% της εισαγόμενης ποσότητας παίρνοντας τη θέση από τον Καναδά για αυτή την περίοδο.



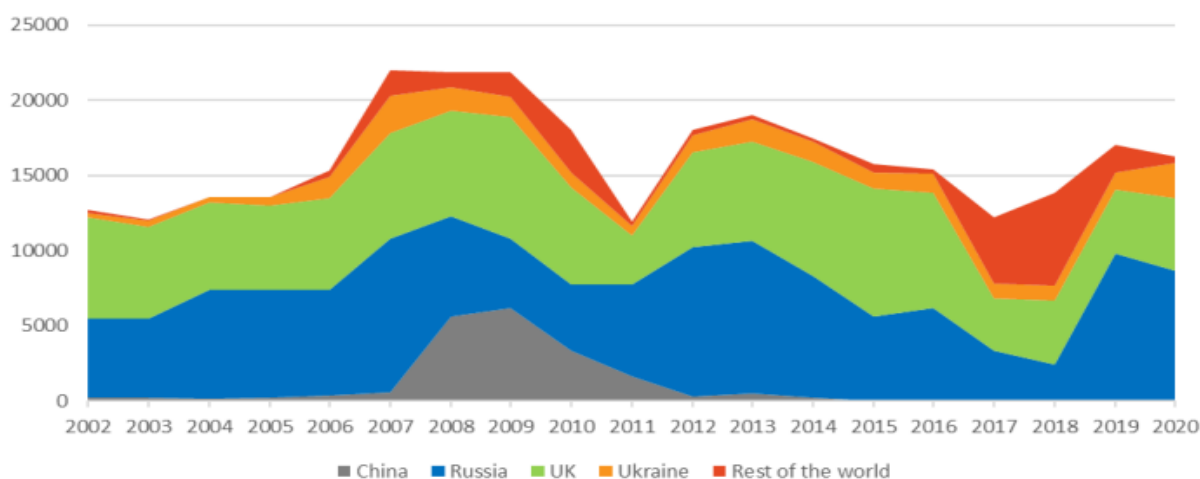
Εικόνα 86: Εισαγωγές ακατέργαστου τιτανίου και σκόνης τιτανίου (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή ακατέργαστου τιτανίου και σκόνης τιτανίου, καθώς επίσης και οι χώρες που προμήθευσαν την Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2002 – 2020. Την περίοδο αυτή οι εισαγωγές παρέμειναν σχετικά σταθερές παρουσιάζοντας διάφορες αυξομειώσεις κάποιες χρονιές. Το 2002 η εισαγόμενη ποσότητα ήταν περίπου 11,000 τόνοι και για τα επόμενα χρόνια σημειώνονταν αυξήσεις που έφτασαν τους 18,000 τόνους το 2007. Έπειτα, ακολούθησε μία μείωση ρίχνοντας τις εισαγωγές το 2009 στους 10,000 τόνους. Στη συνέχεια, οι εισαγωγές αυξήθηκαν ξανά, φτάνοντας την περίοδο 2011 – 2019 τους 17,000 τόνους κατά μέσο όρο. Από το 2019 και μετά οι εισαγωγές σημείωσαν πάλι μείωση φτάνοντας τους 10,000 τόνους το 2020. Οι χώρες που προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Κίνα, η Ιαπωνία, το Καζακστάν, η Ρωσία, η Ουκρανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, οι Η.Π.Α. και χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο. Οι χώρες αυτές φαίνεται να προμηθεύουν μια σταθερή ποσότητα την περίοδο αυτή, ειδικά τα τελευταία χρόνια. Βασικός προμηθευτής φαίνεται να είναι το Καζακστάν, ενώ τα τελευταία χρόνια σχεδόν ίδια ποσότητα εισάγεται από το Καζακστάν, τη Ρωσία, την Ουκρανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τις Η.Π.Α.



Εικόνα 87: Εισαγωγές αποβλήτων και σκραπ τιτανίου (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή ακατέργαστου τιτανίου και σκόνης τιτανίου, καθώς επίσης και οι χώρες που προμήθευσαν την Ε.Ε. για την περίοδο 2002 – 2020. Την περίοδο αυτή οι εισαγωγές φαίνεται να παρουσίασαν αύξηση, ξεπερνώντας το 2020 τους 5,000 τόνους από τους 2,000 τόνους που ήταν κατά μέσο όρο από το 2002 μέχρι το 2012. Ενώ στις αρχές οι εισαγωγές ήταν σταθερές, το 2013 σημειώθηκε αύξηση που το 2016 φαίνεται να σταμάτησε μένοντας σταθερά στους 5,000 τόνους. Διάφορες χώρες έχουν προμηθεύσει την Ευρωπαϊκή Ένωση την περίοδο αυτή. Οι εισαγωγές πραγματοποιούνται κυρίως από τη Ρωσία, τις Η.Π.Α., την Ελβετία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Οι εισαγόμενες ποσότητες από κάθε χώρα φαίνεται να ήταν σταθερές από το 2002 έως το 2013, με τη Ρωσία, την Ελβετία, τη Νορβηγία, τις Η.Π.Α., το Ηνωμένο Βασίλειο και χώρες του υπόλοιπου κόσμου να προμηθεύουν τις ίδιες ποσότητες από χρονιά σε χρονιά. Τέλος, από το 2013 μέχρι το 2018 οι εισαγωγές από τη Ρωσία αυξήθηκαν και μειώθηκαν απότομα το 2019, ενώ από το 2019 αυξήθηκαν οι εισαγωγές από τις Η.Π.Α.



Εικόνα 88: Εισαγωγές σιδηροτιτανίου και σιδηροπυριτιτανίου (Eurostat, 2022)

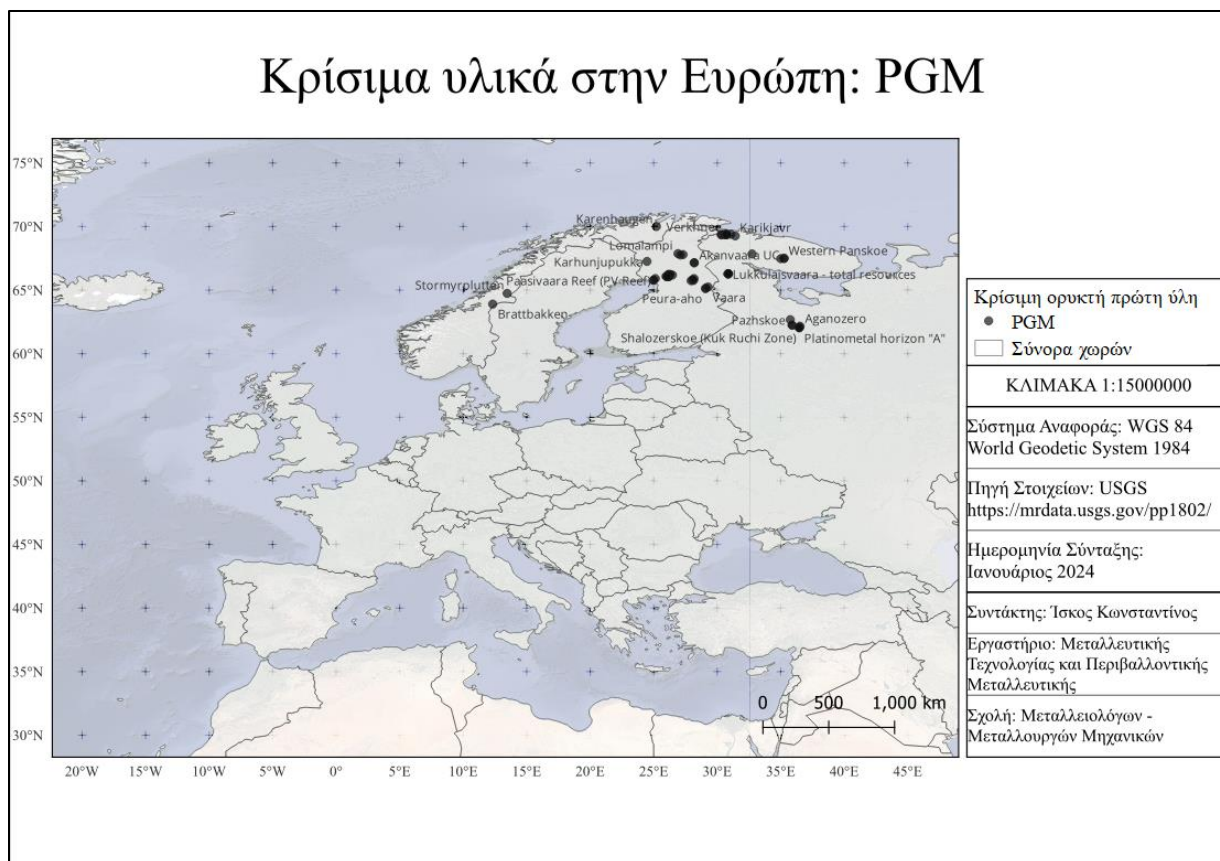
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή σιδηροτιτανίου και σιδηροπυριτιτανίου, καθώς επίσης και οι χώρες που προμήθευσαν την Ε.Ε. για την περίοδο 2002 – 2020. Την περίοδο αυτή οι εισαγωγές ήταν σχετικά σταθερές και κυμάνθηκαν μεταξύ 13,000 και 22,000 τόνων. Οι χώρες που προμήθευσαν την Ευρωπαϊκή Ένωση την περίοδο αυτή είναι η Κίνα, η Ρωσία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ουκρανία και χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο. Η Κίνα προμήθευσε την Ευρωπαϊκή Ένωση μικρή ποσότητα από το 2007 μέχρι το 2013. Τέλος, βασικός προμηθευτής είναι η Ρωσία, η οποία προμηθεύει τη μεγαλύτερη ποσότητα συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες.

Συνοψίζοντας, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αυξανόμενες ανάγκες σε τιτάνιο, οι οποίες οφείλονται στο γεγονός ότι το τιτάνιο βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή κτηρίων, οχημάτων και αεροσκαφών. Έτσι, είναι επιτακτική ανάγκη να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητη από τρίτες χώρες. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί αν ξεκινούσε εκμετάλλευσή του σε χώρες όπου υπάρχει εμφάνισή του. Το γεγονός αυτό δε σημαίνει ότι θα μηδενιζόταν η ανάγκη για εισαγωγή τιτανίου, αλλά θα μειώνονταν. Τέλος, η Ευρωπαϊκή Ένωση, ακολουθώντας την πολιτική της έχει τη δυνατότητα να επιλέγει να προμηθεύεται τιτάνιο από χώρες που έχει καλές διπλωματικές και οικονομικές σχέσεις όπως συμβαίνει και με τη Νορβηγία.

5.13. Μέταλλα ομάδας λευκοχρύσου (PGM)

Τα μέταλλα της ομάδας του λευκοχρύσου (PGMs) είναι μία ομάδα μετάλλων που περιλαμβάνει έξι στοιχεία: το λευκόχρυσο (Pt), το παλλάδιο (Pd), το ρόδιο (Rh), το ρουθίνιο (Ru), το ιρίδιο (Ir) και το όσμιο (Os). Τα PGM εμφανίζουν πολύ παρόμοιες χημικές ιδιότητες, ενώ οι φυσικές ιδιότητες τους ποικίλλουν. Κοινά χαρακτηριστικά των PGM, που αποτελούν τη βάση των περισσότερων από τις εφαρμογές τους, περιλαμβάνουν εξαιρετική καταλυτική δραστηριότητα, πολύ υψηλή αντοχή στη διάβρωση και στην οξείδωση, πολύ υψηλό σημείο τήξης, υψηλή πυκνότητα, εξαιρετική ηλεκτρική αγωγιμότητα. Επίσης, δεν είναι τοξικά, με εξαίρεση το όσμιο, έχουν την ικανότητα σχηματισμού κραμάτων, εμφανίζουν εξαιρετική αντοχή στη φθορά και εμφανίζουν σταθερότητα σε υψηλές θερμοκρασίες. Τα PGM θεωρούνται πολύτιμα μέταλλα, όπως ο χρυσός και το ασήμι. Ωστόσο, είναι μέταλλα ευρέως χρησιμοποιούμενα και απαραίτητα για ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές.

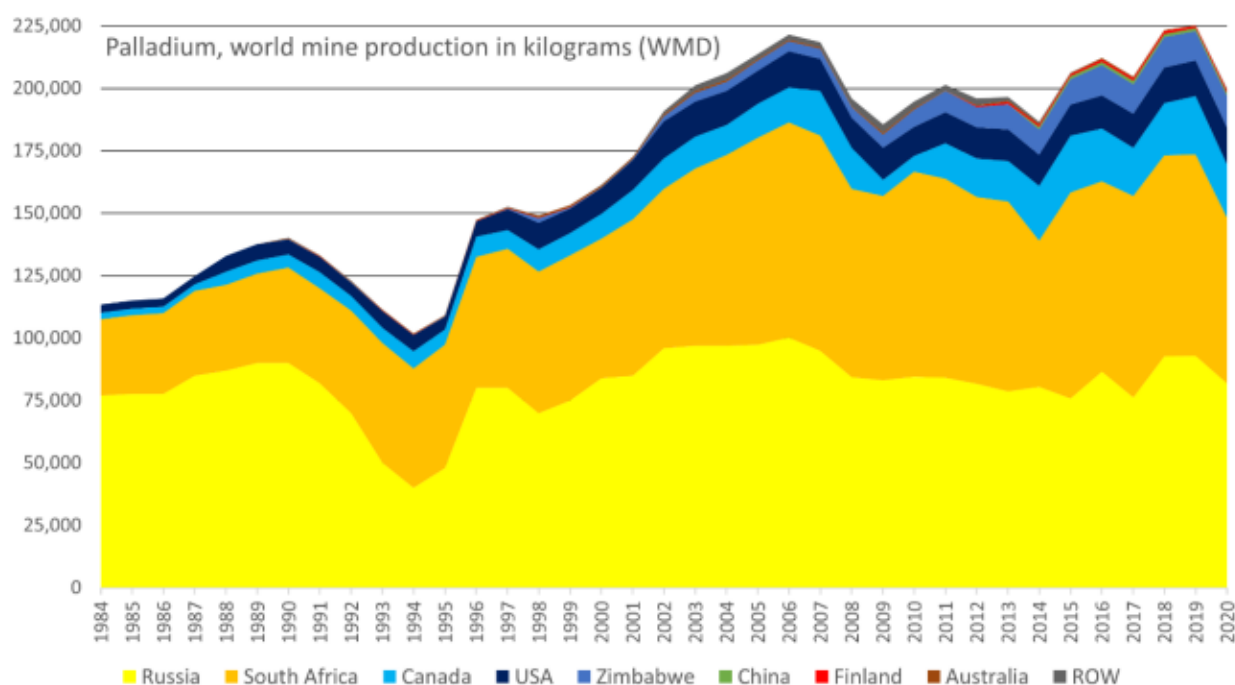
Παρακάτω παρατέθηκε ένας χάρτης ο οποίος σχεδιάστηκε στο QGIS και έχουν αποτυπωθεί οι θέσεις εμφάνισης PGM στην Ευρώπη. Στα μεταλλεία υπάρχει η δυναμική για εκμετάλλευση PGM. Ταυτόχρονα, είναι θέσεις που η εμφάνιση PGM είναι τέτοια, ώστε να συμβάλλουν στην κάλυψη μερικών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι θέσεις εμφάνισης PGM φαίνεται να είναι συγκεντρωμένες στη Φινλανδία και στη Ρωσία, όπου γίνεται και εκμετάλλευσή τους. Τέλος, αναφορά γίνεται και σε άλλες περιοχές για εμφάνιση PGM, χωρίς περαιτέρω στοιχεία.



Εικόνα 89: Χάρτης αποτύπωσης θέσεων εμφάνισης μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου

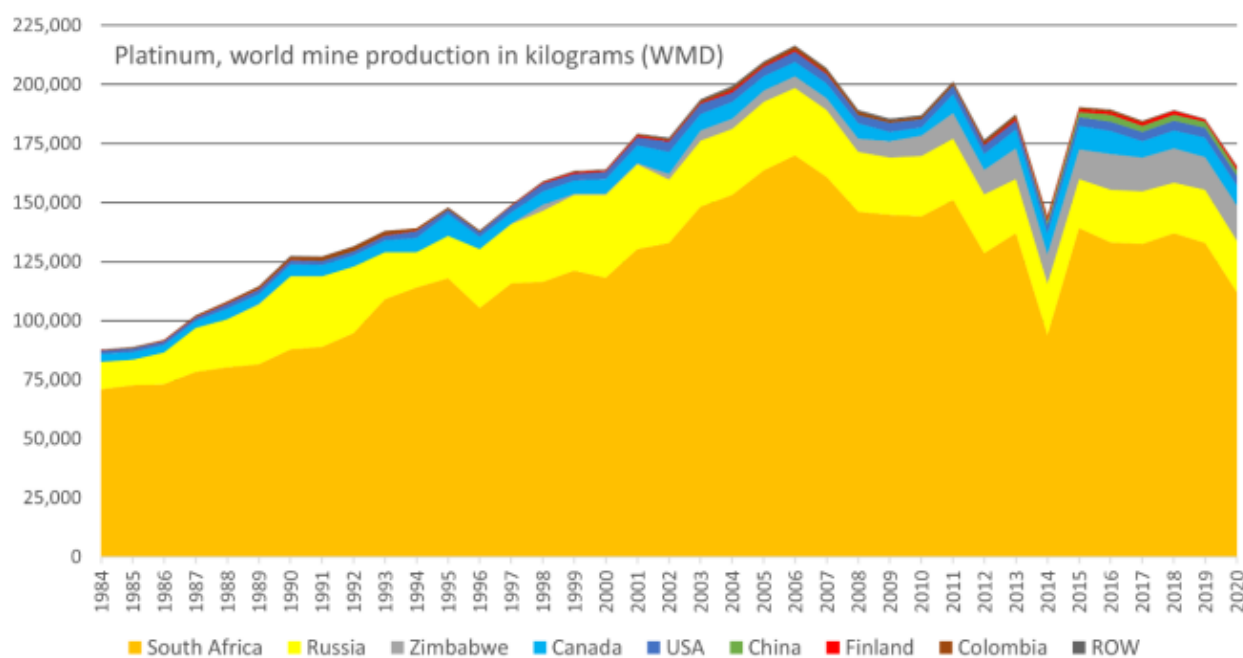
5.13.1. Παραγωγή μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου (PGM)

Παραγωγή μετάλλων της ομάδας του λευκόχρυσου γίνεται σε λίγες χώρες και η παραγωγή είναι συγκεντρωμένη σε λίγες χώρες. Η παραγωγή παλλαδίου, λευκοχρύσου και ροδίου είναι μεγαλύτερη και σε ποσότητα, αλλά και σε οικονομική αξία. Οι χώρες που παράγουν το 99% των μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου είναι η Νότια Αφρική, η Ρωσία, η Ζιμπάμπουε, ο Καναδάς και οι Η.Π.Α. Πιο συγκεκριμένα, η Νότια Αφρική και η Ρωσία συγκεντρώνουν το 83% της παραγόμενης ποσότητας λευκοχρύσου και το 77% της παραγόμενης ποσότητας παλλαδίου, ενώ σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το 86% της ποσότητας που παράγεται σε PGM, είναι λευκόχρυσος και παλλάδιο. Συνεπώς, γίνεται κατανοητό ότι οι βασικοί παραγωγοί είναι η Νότια Αφρική και η Ρωσία. Παλλάδιο και λευκόχρυσος προκύπτουν από την εκμετάλλευση τους, είτε από μεταλλεία που στόχος είναι η εξόρυξη των μετάλλων αυτών, είτε ως παραπροϊόν σε εξορυξεις νικελίου – χαλκού. Το ρόδιο, το ρουθίνιο, το ιρίδιο και το όσμιο συναντώνται σε μικρότερες ποσότητες από το παλλάδιο και το λευκόχρυσο και συνήθως εκμετάλλευση τους γίνεται μαζί με την εκμετάλλευση παλλαδίου και λευκοχρύσου. Σύμφωνα με τη USGS (2022), τα επιβεβαιωμένα αποθέματα σε PGM φτάνουν τους 100,000 τόνους και υπολογίζεται ότι το 68% των αποθεμάτων βρίσκονται στη Νότια Αφρική, το 17% στη Ρωσία και το 9% στη Ζιμπάμπουε. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι παραγωγή γίνεται σε μικρή ποσότητα στη Φινλανδία από κοιτάσματα νικελίου – χαλκού. Παρακάτω δίνονται διαγράμματα παραγωγής παλλαδίου, λευκοχρύσου και ροδίου.



Εικόνα 90: Παγκόσμια παραγωγή παλλαδίου (WMD, από το 1984)

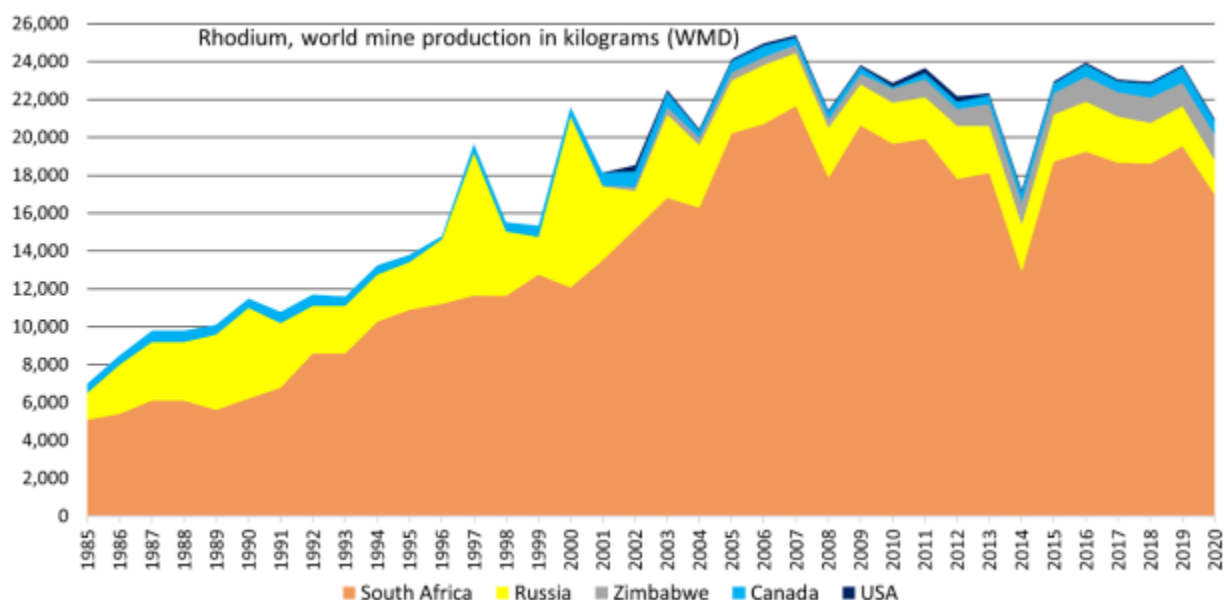
Η αφθονία του παλλαδίου στο φλοιό της γης κυμαίνεται από 1.5 ppb σε περίπου 5 ppb. Κοινά ορυκτά στα οποία συναντάται το παλλάδιο είναι ο κοτουλσκίτης (PdTe), ο μερενσκίτης (PdTe₂), ο μιχενερίτης (PdTeBi), ο βυσοτσκίτης (PdS), ο παλλαδοαρσενίτης (Pd₂(As,Sb)) και ο βραγκίτης ((Pt,Pd)S). Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται το διάγραμμα της παγκόσμιας παραγωγής παλλαδίου, καθώς επίσης και οι ποσότητες που παράγονται από κάθε χώρα για την περίοδο 1984 – 2020. Οι παραγόμενες ποσότητες έχουν παρουσιάσει αύξηση την περίοδο αυτή, καθώς από την παραγωγή που κυμαινόταν στους 115 τόνους για την περίοδο 1984 – 1996, σημειώθηκε αύξηση φτάνοντας το 2006 σχεδόν τους 225 τόνους μετά από συνεχόμενες αυξήσεις της παγκόσμιας παραγωγής. Έκτοτε, η παγκόσμια παραγωγή είναι σχετικά σταθερή και είναι κατά μέσο όρο 200 τόνοι. Οι χώρες που παράγουν παλλάδιο είναι η Ρωσία, η Νότια Αφρική, ο Καναδάς, οι Η.Π.Α., η Ζιμπάμπουε, η Κίνα, η Φινλανδία, η Αυστραλία και χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο. Η παραγωγή από τη Ρωσία είναι η μεγαλύτερη συγκριτικά με όλες τις υπόλοιπες και σταθερά παράγει κοντά στους 80 τόνους για την περίοδο αυτή. Δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός είναι η Νότια Αφρική, η οποία τον 21^ο αιώνα έχει αυξήσει την παραγωγή παλλαδίου φτάνοντας να παράγει σχεδόν την ίδια ποσότητα με τη Ρωσία. Τέλος, παρατηρείται μικρή παραγωγή από τις υπόλοιπες χώρες, ενώ ταυτόχρονα παρατηρείται αύξηση των παραγόμενων ποσοτήτων από τις Η.Π.Α., τον Καναδά και τη Ζιμπάμπουε.



Εικόνα 91: Παγκόσμια παραγωγή λευκοχρύσου (WMD, από το 1984)

Η αφθονία του λευκοχρύσου στο φλοιό της γης αναφέρεται από 1.5 ppb έως 5 ppb. Κοινά ορυκτά του λευκοχρύσου είναι ο σπερυλίτης (PtAs₂), ο μονχεϊτης (PtTe₂), ο βραγκίτης ((Pt,Pd)S) και ο κουπερίτης (PtS). Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται το διάγραμμα της παγκόσμιας παραγωγής λευκοχρύσου, καθώς επίσης και οι ποσότητες που παράγονται από κάθε χώρα για την περίοδο 1984 – 2020. Οι παραγόμενες ποσότητες έχουν παρουσιάσει αύξηση την περίοδο αυτή, καθώς από τους σχεδόν 85 τόνους το 1984, οι παραγόμενες ποσότητες παρουσίαζαν αύξηση από

χρονιά σε χρονιά φτάνοντας το 2006 να έχει φτάσει περίπου τους 215 τόνους και έπειτα, από το 2007 μέχρι το 2020, σημειώθηκαν μικρές αυξομειώσεις με παραγόμενη ποσότητα κατά μέσο όρο τους 190 τόνους. Οι χώρες στις οποίες πραγματοποιείται παραγωγή λευκοχρύσου είναι η Νότια Αφρική, η Ρωσία, η Ζιμπάμπουε, ο Καναδάς, οι Η.Π.Α., η Κίνα, η Φινλανδία, η Κολομβία και χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο. Βασική παραγωγός για την περίοδο αυτή φαίνεται να είναι η Νότια Αφρική, η οποία παλιότερα παρήγαγε πάνω από το 80% της παγκόσμιας ποσότητας. Η ποσότητα που παράγει η Νότια Αφρική έχει αυξηθεί, αλλά ταυτόχρονα έχει αυξηθεί η παραγωγή από τη Ρωσία και τη Ζιμπάμπουε. Ωστόσο, η Νότια Αφρική φαίνεται ότι συνεχίζει να είναι βασική παραγωγός έχοντας τα 2/3 της παγκόσμιας παραγωγής.

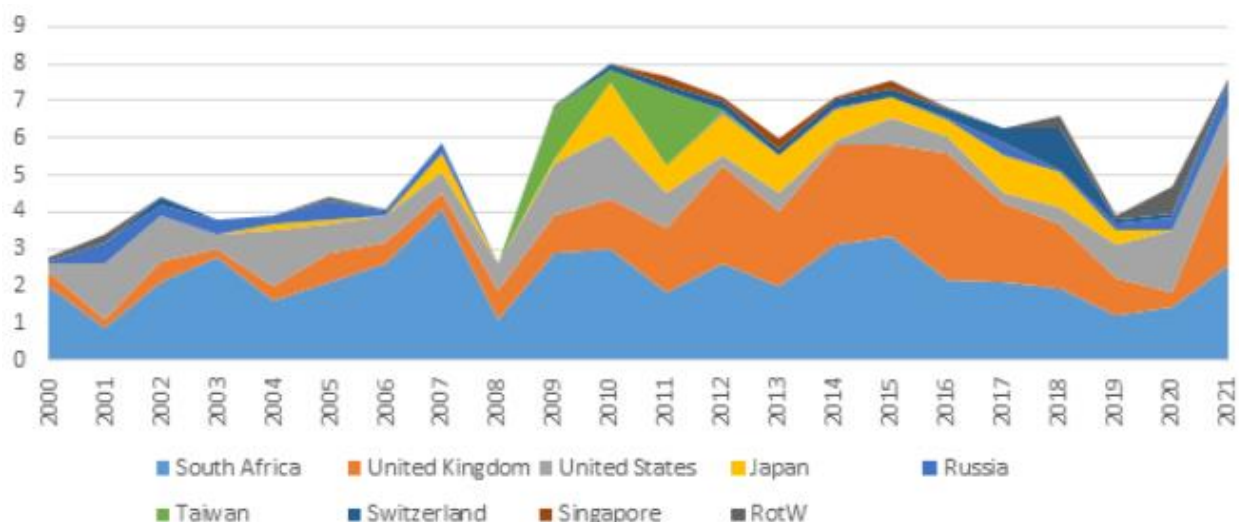


Εικόνα 92: Παγκόσμια παραγωγή ροδίου (WMD, από το 1984)

Το ρόδιο είναι ένα σπάνιο μέταλλο με αφθονία περίπου 1 ppb το φλοιό της γης, Η ποιότητα ροδίου στα μέταλλα της ομάδας του λευκοχρύσου είναι χαμηλότερη από αυτή του λευκοχρύσου και του παλλαδίου. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται το διάγραμμα της παγκόσμιας παραγωγής ροδίου, καθώς επίσης και οι ποσότητες που παράγονται από κάθε χώρα για την περίοδο 1984 – 2020. Οι παραγόμενες ποσότητες έχουν παρουσιάσει αύξηση την περίοδο αυτή, καθώς από τους σχεδόν 7 τόνους το 1984, η παγκόσμια παραγωγή ξεπέρασε τους 25 τόνους το 2007, έπειτα από συνεχόμενες αυξήσεις. Έκτοτε, η παγκόσμια παραγωγή παρέμεινε σχετικά σταθερή παρουσιάζοντας διάφορες αυξομειώσεις και με μία μέση παραγωγή την περίοδο 2007 – 2020 να είναι 23 τόνοι. Οι παραγόμενες ποσότητες ροδίου είναι αρκετά μικρότερες συγκριτικά με τις παραγόμενες ποσότητες παλλαδίου και λευκοχρύσου. Οι χώρες που παράγουν ρόδιο είναι η Νότια Αφρική, η Ρωσία, η Ζιμπάμπουε, ο Καναδάς και οι Η.Π.Α. Βασική παραγωγός είναι η Νότια Αφρική, που σταθερά παράγει περισσότερο από το 80% της παραγόμενης ποσότητας. Τέλος, σημαντική παραγωγή υπάρχει από τη Ρωσία, ενώ μικρές ποσότητες παράγονται από τη Ζιμπάμπουε και τον Καναδά, οι οποίες ωστόσο τα τελευταία χρόνια φαίνεται να έχουν αυξηθεί.

5.13.2. Εισαγωγές μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου (PGM)

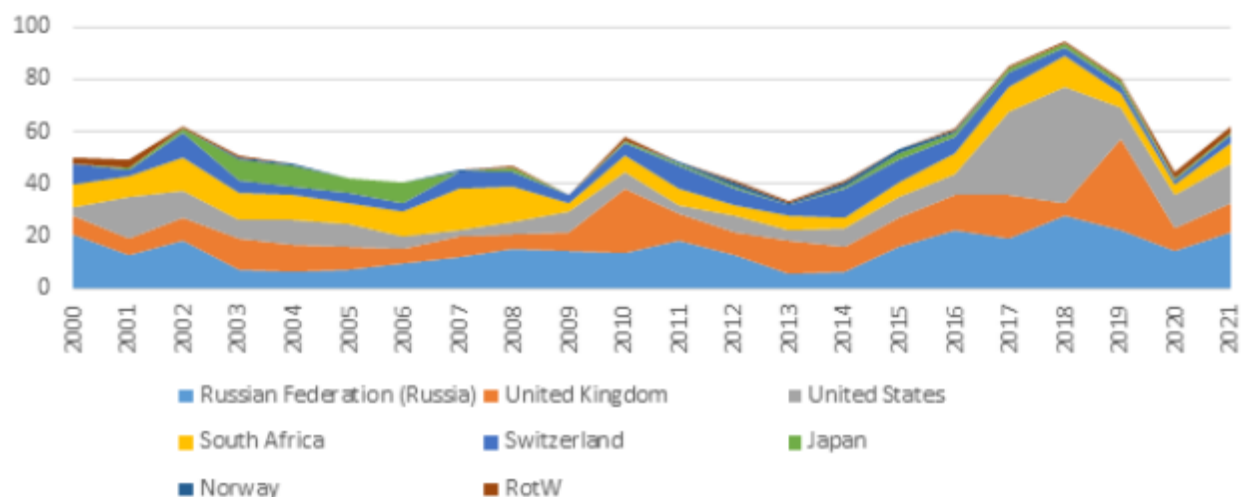
Παραγωγή μετάλλων της ομάδας του λευκοχρύσου πραγματοποιείται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συγκεκριμένα στη Φινλανδία. Παρόλα αυτά, οι παραγόμενες ποσότητες δεν αρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και γι αυτό το λόγο πραγματοποιούνται εισαγωγές από τρίτες χώρες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εισάγει τα μέταλλα της ομάδας του λευκοχρύσου κυρίως σε ακατέργαστη μορφή ή μορφή σκόνης, ενώ μικρότερες ποσότητες εισάγονται σε άλλες μορφές. Παρακάτω παρατίθενται διαγράμματα των ποσοτήτων εισαγωγής των μετάλλων αυτών, καθώς επίσης και οι χώρες οι οποίες προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση. Το ιρίδιο και το ρουθίνιο εισάγονται κυρίως σε ακατέργαστη μορφή ή σκόνη και δίνεται το διάγραμμα της εισαγωγής τους για τα τρία μέταλλα μαζί. Στη συνέχεια παρατίθενται το διάγραμμα ποσοτήτων εισαγωγής του παλλαδίου που εισάγεται κυρίως σε ακατέργαστη μορφή και σκόνη και διαγράμματα εισαγωγής λευκοχρύσου που εισάγεται σε ακατέργαστη μορφή ή σκόνη και κυρίως σκραπ λευκοχρύσου.



Εικόνα 93: Εισαγωγές σκόνης και ακατέργαστου ιριδίου και ρουθηνίου (Eurostat, 2022)

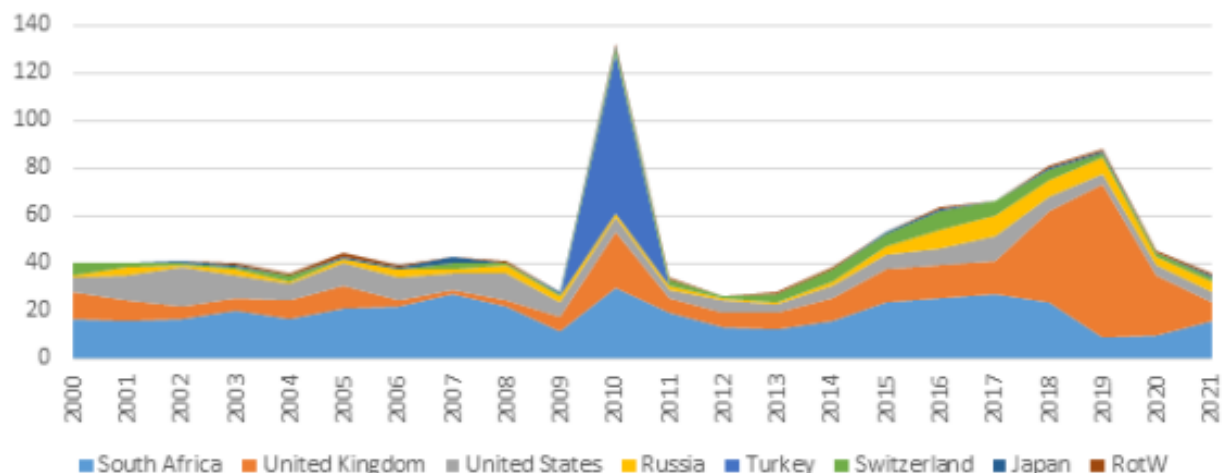
Το ιρίδιο και το ρουθίνιο εισάγονται σε ακατέργαστη μορφή και μορφή σκόνης και παραπάνω δίνεται το διάγραμμα εισαγωγής τους για την περίοδο 2000 – 2021, καθώς και οι χώρες από τις οποίες εισάγονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Το όσμιο δεν υπολογίζεται το παραπάνω διάγραμμα, διότι η παγκόσμια παραγωγή του είναι πολύ μικρή και οι ποσότητες εισαγωγής είναι σχεδόν 0. Αντίθετα, το ρουθίνιο και το ιρίδιο εισάγονται σε μεγαλύτερες ποσότητες και εμφανίζουν τις ίδιες αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά και συνήθως εισάγονται μαζί. Γι αυτό το λόγο αξιολογούνται μαζί. Για την περίοδο 2017 – 2022, το 82% της εισαγόμενης ποσότητας είναι σε ρουθίνιο και το 18% σε ιρίδιο. Την περίοδο 2000 – 2021, οι εισαγωγές παρουσίασαν αύξηση, καθώς από τους σχεδόν 4 τόνους που εισάγονταν από το 2000 μέχρι το 2008, αυξήθηκε για την περίοδο 2009 – 2021 στους 6 τόνους περίπου, έπειτα από μία απότομη αύξηση των εισαγωγών το 2009. Το 2019 οι εισαγωγές σημείωσαν μία μείωση φτάνοντας τους 4 τόνους περίπου. Όμως, ακολούθησε μία αύξηση στην εισαγωγή των μετάλλων της ομάδας του λευκόχρυσου, εισάγοντας

τις μεγαλύτερες ποσότητες το πρώτο τετράμηνο του 2021. Οι χώρες οι οποίες προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Νότια Αφρική, το Ηνωμένο Βασίλειο, οι Η.Π.Α., η Ιαπωνία, η Ρωσία, η Ταϊβάν, η Ελβετία, η Σιγκαπούρη και χώρες από τον υπόλοιπο κόσμο. Βασικός προμηθευτής για όλη αυτή την περίοδο είναι η Νότια Αφρική και δεύτερος μεγαλύτερος προμηθευτής είναι το Ηνωμένο Βασίλειο. Τα πρώτα χρόνια του 21^{ου} αιώνα οι Η.Π.Α. προμήθευαν μεγαλύτερες ποσότητες από το Ηνωμένο Βασίλειο, όμως το 2009 άρχισαν να αυξάνονται οι εισαγωγές από το Ηνωμένο Βασίλειο και να μειώνονται από τις Η.Π.Α. Τέλος, οι υπόλοιπες χώρες προμηθεύουν μικρότερες ποσότητες ιριδίου και ρουθηνίου.



Εικόνα 94: Εισαγωγές σκόνης και ακατέργαστου παλλαδίου (Eurostat, 2022)

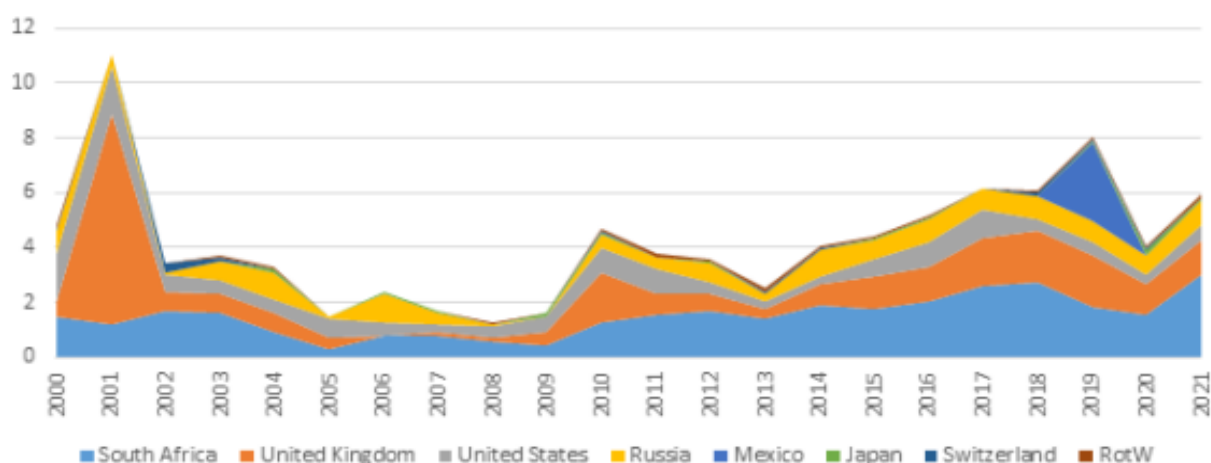
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή σκόνης και ακατέργαστου παλλαδίου για την περίοδο 2000 – 2021, καθώς επίσης και οι ποσότητες εισαγωγών από κάθε χώρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Για την περίοδο αυτή οι εισαγωγές παρέμειναν σχετικά σταθερές και παρουσίασαν διάφορες αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά. Οι ετήσιες εισαγωγές είναι κατά μέσο όρο 56.8 τόνοι. Αύξηση παρατηρείται από το 2013 μέχρι το 2018, όμως μετά ακολουθεί μία μείωση φτάνοντας το 2021 να εισαχθούν περίπου 60 τόνοι. Χώρες οι οποίες προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Ρωσία, το Ηνωμένο Βασίλειο, οι Η.Π.Α., η Νότια Αφρική, η Ελβετία, η Ιαπωνία, η Νορβηγία και άλλες χώρες του κόσμου. Η Ρωσία προμηθεύει το 28% της συνολικής ποσότητας που εισάγει η Ευρωπαϊκή Ένωση, το 21% το Ηνωμένο Βασίλειο, το 20% οι Η.Π.Α., το 15% η Νότια Αφρική και το 10% η Ελβετία. Φαίνεται ότι οι εισαγωγές είναι μοιρασμένες σε αρκετές χώρες και βασικός προμηθευτής είναι η Ρωσία. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι ότι οι ποσότητες εισαγωγής για κάθε χρονιά από κάθε χώρα ήταν σχεδόν οι ίδιες.



Εικόνα 95: Εισαγωγές σκόνης και ακατέργαστου λευκοχρύσου (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή σκόνης και ακατέργαστου λευκοχρύσου για την περίοδο 2000 – 2021, καθώς επίσης και οι ποσότητες εισαγωγών από κάθε χώρα. Για την περίοδο αυτή οι εισαγωγές παρέμειναν σχετικά σταθερές, καθώς δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερες αυξομειώσεις από χρονιά σε χρονιά. Οι μόνες αυξήσεις που παρατηρούνται είναι το 2010 που οι εισαγωγές έφτασαν τους 130 τόνους από τους 30 που είχαν εισαχθεί την προηγούμενη χρονιά και έπειτα μειώθηκαν στην ίδια ποσότητα. Στη συνέχεια από το 2013 σημειώνονταν διαρκείς αυξήσεις έως το 2019 και από τους 30 τόνους η εισαγωγή αυξήθηκε στους 90 τόνους περίπου, ακολουθώντας μία μείωση που έφτασε περίπου τους 40 τόνους. Οι εισαγωγές για την περίοδο αυτή είναι κατά μέσο όρο 39.3 τόνοι. Οι χώρες που προμηθεύουν την Ε.Ε. είναι η Νότια Αφρική με 38% της συνολικής εισαγόμενης ποσότητας, το Ηνωμένο Βασίλειο με 27%, οι Η.Π.Α. με 15%, η Ρωσία με 6%, η Τουρκία με 6%, η Ελβετία με 5% και η Ιαπωνία και άλλες χώρες με μικρότερο ποσοστό. Οι εισαγόμενες ποσότητες από χρονιά σε χρονιά παρέμειναν σχεδόν ίδιες με μικρές αυξομειώσεις. Το 2009 η Τουρκία προμήθευσε μεγάλη ποσότητα, η οποία τα επόμενα χρόνια πάλι μειώθηκε και το Ηνωμένο Βασίλειο για το 2018 – 2020 αύξησε τις εισαγόμενες ποσότητες.

Παρακάτω παρατίθεται ένα διάγραμμα εισαγωγής σκραπ λευκοχρύσου από την Ε.Ε. για την περίοδο 2002 – 2021, καθώς επίσης και οι ποσότητες από κάθε χώρα. Το σκραπ λευκοχρύσου εισάγεται σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες συγκριτικά με τη σκόνη και τον ακατέργαστο λευκόχρυσο. Οι εισαγωγές για την περίοδο αυτή αυξήθηκαν. Από το 2002 μέχρι το 2017 οι εισαγωγές κυμάνθηκαν κάτω από τους 5,000 τόνους και δεν παρουσίασαν ιδιαίτερες αυξομειώσεις. Το 2018 σημειώθηκε μία απότομη αύξηση των εισαγωγών που έφτασε σχεδόν τους 30,000 τόνους και για την περίοδο 2018 – 2021 κατά μέσο όρο οι εισαγωγές παρέμειναν στους 27,500 τόνους. Χώρες που προμηθεύουν την Ε.Ε. είναι η Νότια Αφρική, οι Η.Π.Α., το Ηνωμένο Βασίλειο, η Νιγηρία, η Ελβετία, η Ιαπωνία, η Τουρκία, η Μαλαισία, η Σαουδική Αραβία, η Νότια Κορέα, ο Καναδάς και άλλες χώρες με την εισαγωγή να είναι μοιρασμένη σε πολλές χώρες. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι για την περίοδο 2018 – 2021 ότι αύξηση εισαγωγών σημειώθηκε από τη Νότια Αφρική και τις Η.Π.Α.



Εικόνα 96: Εισαγωγές σκόνης και ακατέργαστου ροδίου (Eurostat, 2022)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατίθεται η εισαγωγή σκόνης και ακατέργαστου ροδίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2000 – 2021, καθώς επίσης και οι ποσότητες εισαγωγών από κάθε χώρα. Για την περίοδο αυτή οι εισαγωγές παρουσίασαν διάφορες αυξομειώσεις. Το 2001, η εισαγωγή αυξήθηκε από τους 5 τόνους που ήταν το 2000 στους 11 τόνους και για τα επόμενα χρόνια μειώθηκε από το 2002 μέχρι και το 2009. Στη συνέχεια, το 2010 σημειώθηκε αύξηση των εισαγωγών φτάνοντας το 2019 τους 8 τόνους. Το 2021 οι εισαγόμενες ποσότητες μειώθηκαν στους 6 τόνους. Γενικά για αυτή την περίοδο 2000 – 2021 οι εισαγόμενες ποσότητες κατά μέσο όρο είναι 4.9 τόνοι. Οι χώρες που προμηθεύουν την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Νότια Αφρική με ποσοστό 35% της συνολικής εισαγόμενης ποσότητας, το Ηνωμένο Βασίλειο με 28%, οι Η.Π.Α. με 16%, η Ρωσία με 14% και το Μεξικό, η Ιαπωνία, η Ελβετία και άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά συνεισφοράς. Τέλος, οι εισαγόμενες ποσότητες είναι σταθερές από κάθε χώρα, ενώ τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση από τη Νότια Αφρική.

Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας στον οποίο δίνονται οι ποσότητες παραγωγής και τα ποσοστά παραγωγής από κάθε χώρα, καθώς επίσης και οι εισαγωγές. Τα μέταλλα της ομάδας του λευκοχρύσου χωρίστηκαν σε 4 κατηγορίες και αξιολογούνται με αυτό τον τρόπο. Το ιρίδιο, το ρουθίνιο και το όσμιο, που η παραγωγή τους και η εισαγωγή τους είναι μικρότερη αξιολογούνται μαζί, ενώ το παλλάδιο, ο λευκόχρυσος και το ρόδιο αξιολογούνται ξεχωριστά το καθένα. Έτσι, προέκυψαν τα παρακάτω δεδομένα.

Μέταλλο	Παγκόσμια παραγωγή	Χώρα παραγωγής	Ποσοστό	Χώρα εισαγωγής από την Ε.Ε.	Ποσοστό
				Νότια Αφρική	31.4%
Ιρίδιο				Ηνωμένο Βασίλειο	31.1%
Ρουθήνιο	35.1 τόνοι	Νότια Αφρική	93.5%	Η.Π.Α.	13.0%
Όσμιο		Ζιμπάμπουε	4.9%	Ιαπωνία	10.0%
				Ελβετία	6.0%
				Η.Π.Α.	29.7%
		Ρωσία	40.0%	Ρωσία	28.9%
Παλλάδιο	213 τόνοι	Νότια Αφρική	36.0%	Ηνωμένο Βασίλειο	21.8%
		Καναδάς	9.9%	Νότια Αφρική	10.6%
				Ελβετία	5.9%
		Νότια Αφρική	70.8%	Ηνωμένο Βασίλειο	51.5%
Λευκόχρυσος	185 τόνοι	Ρωσία	12.0%	Νότια Αφρική	17.8%
		Ζιμπάμπουε	8.0%	Ελβετία	8.4%
				Ρωσία	7.0%
				Νότια Αφρική	36.6%
		Νότια Αφρική	81.0%	Ηνωμένο Βασίλειο	27.4%
Ρόδιο	23 τόνοι	Ρωσία	10.0%	Ρωσία	13.4%
		Ζιμπάμπουε	6.0%	Η.Π.Α.	11.0%
				Μεξικό	10.0%

Πίνακας 22: Ποσοστά παραγωγών και εισαγωγών μετάλλων της ομάδας λευκοχρύσου

Συνοψίζοντας, γίνεται κατανοητό ότι τα μέταλλα της ομάδας του λευκοχρύσου είναι πολύτιμα και σπάνια, γεγονός το οποίο τα χαρακτηρίζει κρίσιμα. Ταυτόχρονα, η παραγωγή τους είναι συγκεντρωμένη σε λίγες χώρες. Η Φινλανδία έχει μικρή παραγωγή PGM και οι παραγόμενες ποσότητες διατίθενται για την κάλυψη των αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι ποσότητες αυτές δεν αρκούν και γι αυτό το λόγο γίνεται εισαγωγή PGM. Ωστόσο, στην Ευρωπαϊκή Ένωση και ειδικά στη Φινλανδία, υπάρχει εμφάνιση PGM και στο μέλλον θα μπορούσε να αυξηθεί η παραγωγή καλύπτοντας μεγαλύτερη ποσότητα των αναγκών της και συνεπώς να μειωθούν οι εισαγωγές και η εξάρτησή της από τρίτες χώρες. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα είναι ανεξάρτητη από τρίτες χώρες και θα ακολουθήσει την πολιτική της να είναι όσο το δυνατόν πιο αυτόνομη και να εισάγει τις ποσότητες που χρειάζεται από χώρες με διπλωματικό και οικονομικό όφελος.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ορυκτές πρώτες ύλες ήδη διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και για όλες τις σύγχρονες κοινωνίες, καθώς οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι δομημένες σε αυτές. Ακόμα σημαντικότερο ρόλο διαδραματίζουν, όπως προκύπτει από την παρούσα Διπλωματική Εργασία, οι κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες, καθώς η διάθεσή τους είναι περιορισμένη, η οικονομική τους αξία υψηλή και βρίσκουν ολοένα και περισσότερες εφαρμογές. Στο μέλλον, η ζήτηση για ορυκτές πρώτες ύλες και ειδικά για κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες πρόκειται να αυξηθεί. Γι αυτό το λόγο, η Ευρωπαϊκή Ένωση, αναγνωρίζοντας την ανάγκη αυτή, έχει ξεκινήσει μία δράση που αξιολογεί τις κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες και ακολουθεί συγκεκριμένη πολιτική, που ορίζει να είναι όσο το δυνατόν πιο αυτόνομη και να μην εξαρτιέται από τρίτες χώρες στο θέμα των ορυκτών πρώτων υλών.

Ταυτόχρονα, αυτό το οποίο παρατηρείται είναι το πως μεταβάλλονται κάποια δεδομένα, ξεκινώντας από το ποιος Ο.Π.Υ. χαρακτηρίζονται κρίσιμες και γιατί, γεγονός το οποίο μεταβάλλεται χρόνο με το χρόνο ανάλογα με τις εξελίξεις και τις ανάγκες της τεχνολογίας. Στη συνέχεια, γίνεται αντιληπτό το πόσο σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι σχέσεις μεταξύ των χωρών και αν αυτές αλλάξουν αλλάζει και η ισορροπία της αγοράς, παραδείγματος χάρι ένας πόλεμος επηρεάζει την κατάσταση αυτή. Τελος, ακόμα και αστάθμητοι παράγοντες, όπως το ξέσπασμα της πανδημίας Covid-19, επηρεάζουν τη ζήτηση και τη διάθεση μερικών αγαθών. Το γενικό συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση με τη δράση αυτή πάει να προλάβει τέτοιες καταστάσεις και ότι η ζήτηση των κρίσιμων ορυκτών υλών πρόκειται να αυξηθεί, γεγονός το οποίο μπορεί να φέρει νέες ποσότητες παραγωγών, από χώρες που μέχρι τώρα δεν εμφάνιζαν παραγωγή και εμπόριο όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων κρίσιμων Ο.Π.Υ.

Όπως προκύπτει από τη στατιστική μελέτη των παγκόσμιων παραγωγών μερικών κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών, την εισαγωγή τους, αλλά και από τους χάρτες που αποτυπώνουν την εμφάνισή τους στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι χώρες της Ευρώπης, έχουν τη δυναμική να παράγουν μικρή ποσότητα κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών για την μερική κάλυψη αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ήδη, υπάρχει παραγωγή για μερικές κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες και οι παραγόμενες ποσότητες διατίθενται εξ ολοκλήρου στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Ωστόσο, τη δεδομένη στιγμή ο βασικός παραγωγός κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών είναι η Κίνα, η οποία παράγει το μεγαλύτερο ποσοστό από τις κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες. Άλλες χώρες που εμφανίζουν σημαντική παραγωγή είναι η Ρωσία, οι Η.Π.Α., η Νότια Αφρική, η Βραζιλία και άλλες χώρες.

Πιο συγκεκριμένα, οι χώρες που πρωταγωνιστούν για συγκεκριμένες κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες είναι οι εξής:

- Αυστραλία: Η χώρα που παράγει παγκοσμίως τη μεγαλύτερη ποσότητα αλουμινίου και ταυτόχρονα συνεισφέρει σημαντικά στην παραγωγή και άλλων κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών με σημαντικά ποσοστά, όπως το λίθιο και άλλα.

- Η.Π.Α.: Η χώρα που παράγει τη μεγαλύτερη ποσότητα βηρυλλίου και ηλίου στον κόσμο και συνεισφέρει στο να παράγονται πάρα πολλές κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες. Ταυτόχρονα, συχνά προμηθεύει την Ευρωπαϊκή Ένωση με κρίσιμα υλικά, λόγω των καλών διπλωματικών σχέσεων που έχουν.
- Βραζιλία: Η σημαντικότερη παραγωγός νιοβίου στον κόσμο παράγοντας το 92% της παγκόσμιας παραγωγής, ενώ ταυτόχρονα παράγει και άλλες κρίσιμες Ο.Π.Υ.
- Νότια Αφρική: Η Νότια Αφρική συνεισφέρει στην παραγωγή πολλών κρίσιμων Ο.Π.Υ., παρόλα αυτά πρωταγωνιστεί στην παραγωγή μετάλλων της ομάδας του λευκόχρυσου και συγκεκριμένα στην παραγωγή ιριδίου, ρουθηνίου, οσμίου και λευκοχρυσού, ενώ ταυτόχρονα είναι η μεγαλύτερη παραγωγός μαγγανίου.
- Κίνα: Η Κίνα είναι με διαφορά η μεγαλύτερη παραγωγός κρίσιμων ορυκτών πρώτων υλών. Εκτός από το γεγονός ότι παράγει σχεδόν όλες τις κρίσιμες Ο.Π.Υ. και τις περισσότερες από αυτές σε μεγάλες ποσότητες, είναι η βασική παραγωγός αντιμονίου, αρσενικού, βαρυτίνης, βισμούθιου, άνθρακα οπτανθρακοποίησης, αργυραδάμαντα, γαλλίου, γερμανίου, λιθίου, μαγνησίου, γραφίτη, νικελίου, φωσφορίτη, φωσφόρου, σκανδίου, πυριτιούχου μετάλλου, τιτανίου, βολφραμίου, βαναδίου και «ελαφριών» και «βαριών» σπάνιων γαιών, κατέχοντας για πολλά από αυτά τα υλικά πάνω από το 90% της παγκόσμιας παραγωγής.

Παρά το γεγονός ότι η Κίνα αποτελεί το βασικό παραγωγό για τις περισσότερες κρίσιμες Ο.Π.Υ. δεν αποτελεί και το βασικό προμηθευτή της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στις περιπτώσεις που αυτό είναι εφικτό. Οι εισαγωγές που πραγματοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση φαίνεται να διαφέρουν, καθώς για αρκετές κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες επιλέγει άλλες χώρες και στηρίζεται όσο μπορεί στην εγχώρια παραγωγή. Η πολιτική αυτή που ακολουθεί φαίνεται ότι γίνεται όλο και πιο αυστηρή από χρονιά σε χρονιά, και ίσως στο μέλλον να αυξηθεί και η εγχώρια παραγωγή σε μια προσπάθεια περιορισμού της εξάρτησης από χώρες εκτός Ε.Ε.

Αυτό που παρατηρείται και είναι σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση λαμβάνει έγκαιρα δράση με σκοπό να μπορεί στο μέλλον να ανταπεξέλθει στις δυσκολίες που πρόκειται να έρθουν όσον αφορά την προμήθεια κρίσιμων Ο.Π.Υ. Έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει εξορύξεις, να επεξεργαστεί υλικά και να πραγματοποιήσει ανακύκλωση για την ανάκτηση κρίσιμων Ο.Π.Υ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en

<https://sdgs.un.org/partnerships/list-critical-raw-materials-eu-2017-linked-renewed-eu-industrial-policy-strategy>

<https://www.europeanmovement.ie/what-is-the-eus-critical-raw-materials-act/>

<https://www.crmalliance.eu/critical-raw-materials>

<https://en.institut-seltene-erden.de/eu-liste-kritischer-rohstoffe-aktualisiert/>

<https://screen.eu/crms-2023/>

<https://geusegdi01.geus.dk/searchsystem/en/GeoERA>

<https://mrdata.usgs.gov/pp1802/>

C. EL Latunussa, K. Georgitzikis, C. Torres de Matos, M. Grohol, U. Eynard, D. Wittmer, L. Mancini, M. Unguru, C. Pavel, S. Carrara, F. Mathieux, D. Pennington, G.A. Blengini (2020). Study on the EU's list of Critical Raw Materials, doi: 10.2873/92480

BIO by Deloitte (2015) Study on Data for a Raw Material System Analysis: Roadmap and Test of the Fully Operational MSA for Raw Materials. Prepared for the European Commission, DG GROW.

Gus Gunn (2014), Critical Metals Handbook

L.S. Lauri, P. Eilu, Teresa Brown, G. Gunn, P. Kalvig, H. Sievers (2018), Identification and quantification of primary CRM resources in Europe

European Commission (2010). Critical raw materials for the EU, Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials.

Philip Nuss and Theodor Ciuta (2018). Visualization of Raw Material Supply Chains using the EU Criticality Datasets, doi:10.2760/751342

Küblböck, K. (2013). The EU Raw Materials Initiative: Scope and Critical Assessment, ÖFSE Briefing Paper, No. 8. DOI:10.13140/RG.2.1.4826.4805

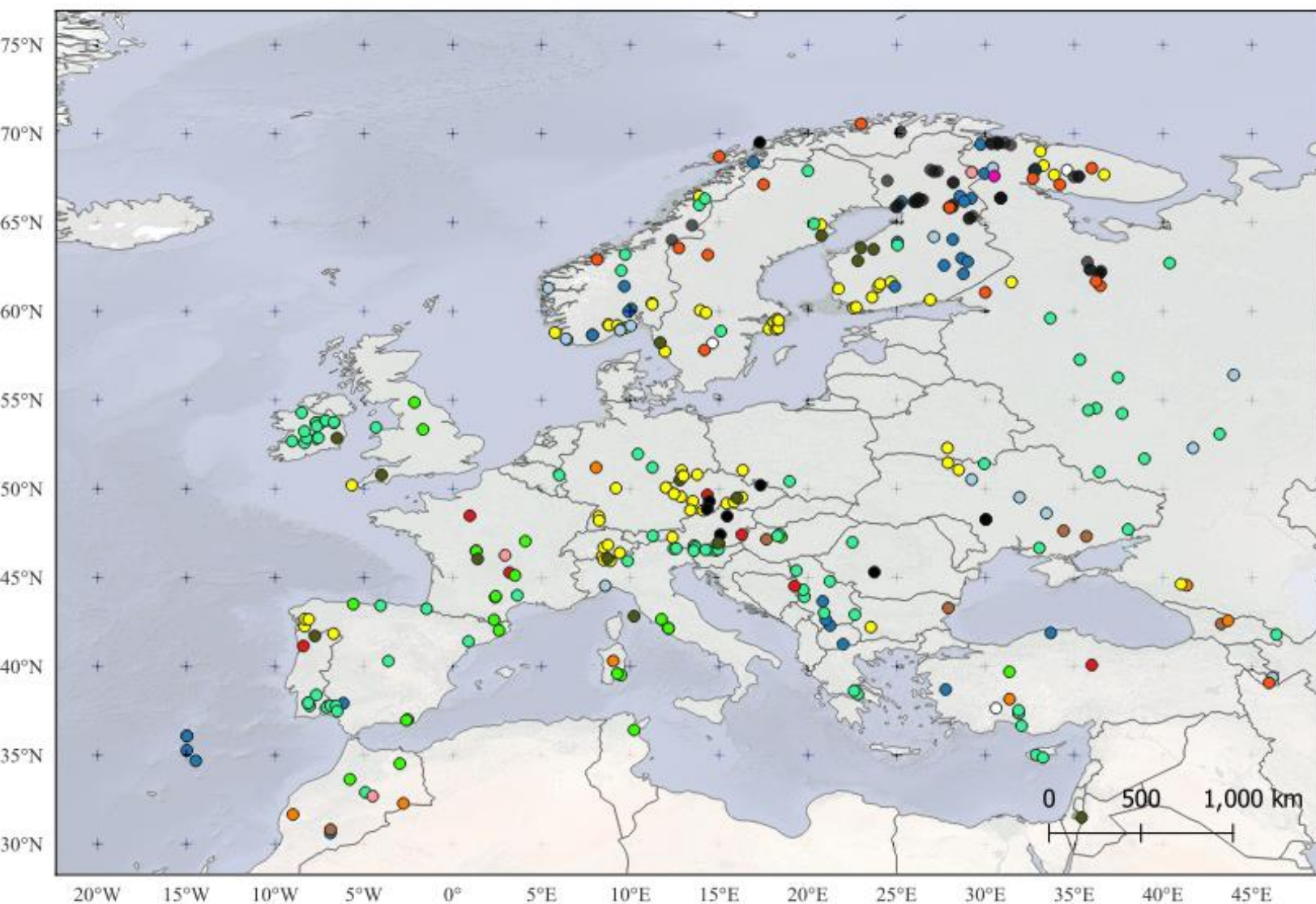
Magnus Gislev and Milan Grohol et al., European Commission (2018). Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy, doi:10.2873/167813

Bobba S., Carrara S., Huisman J., Mathieux F., Pavel C. (2020). Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU, doi: 10.2873/58081

M. Grohol, C. Veeh, European Commission (2023). Study on the Critical Raw Materials for the EU, doi: 10.2873/725585

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι
ΧΑΡΤΕΣ ΘΕΣΕΩΝ ΚΡΙΣΙΜΩΝ Ο.Π.Υ. ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000

Σύστημα Αναφοράς: WGS 84
World Geodetic System 1984

Πηγή Στοιχείων: USGS
<https://mrdata.usgs.gov/pp1802/>

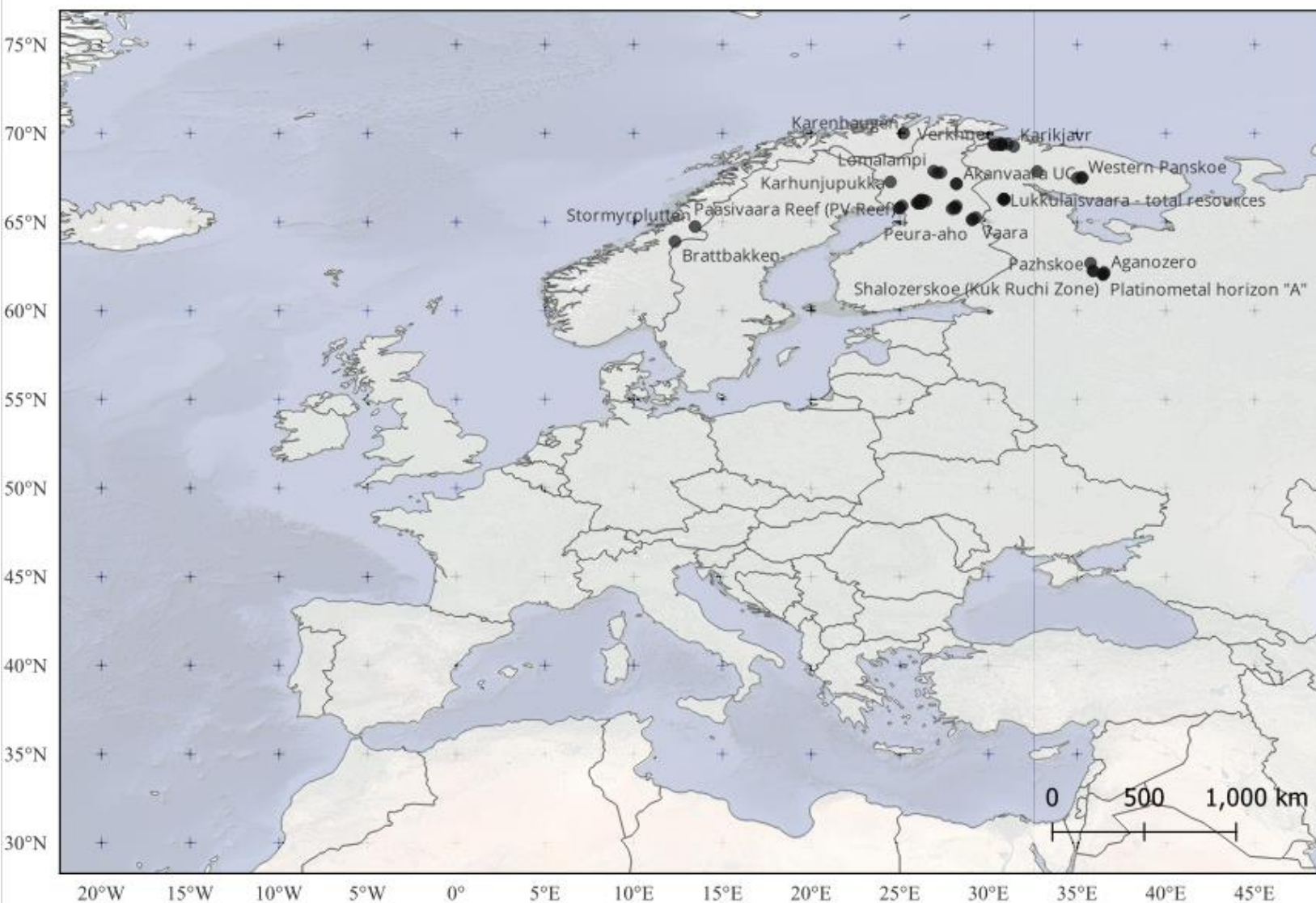
Ημερομηνία Σύνταξης:
Ιανουάριος 2024

Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος

Εργαστήριο: Μεταλλευτικής
Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής
Μεταλλευτικής

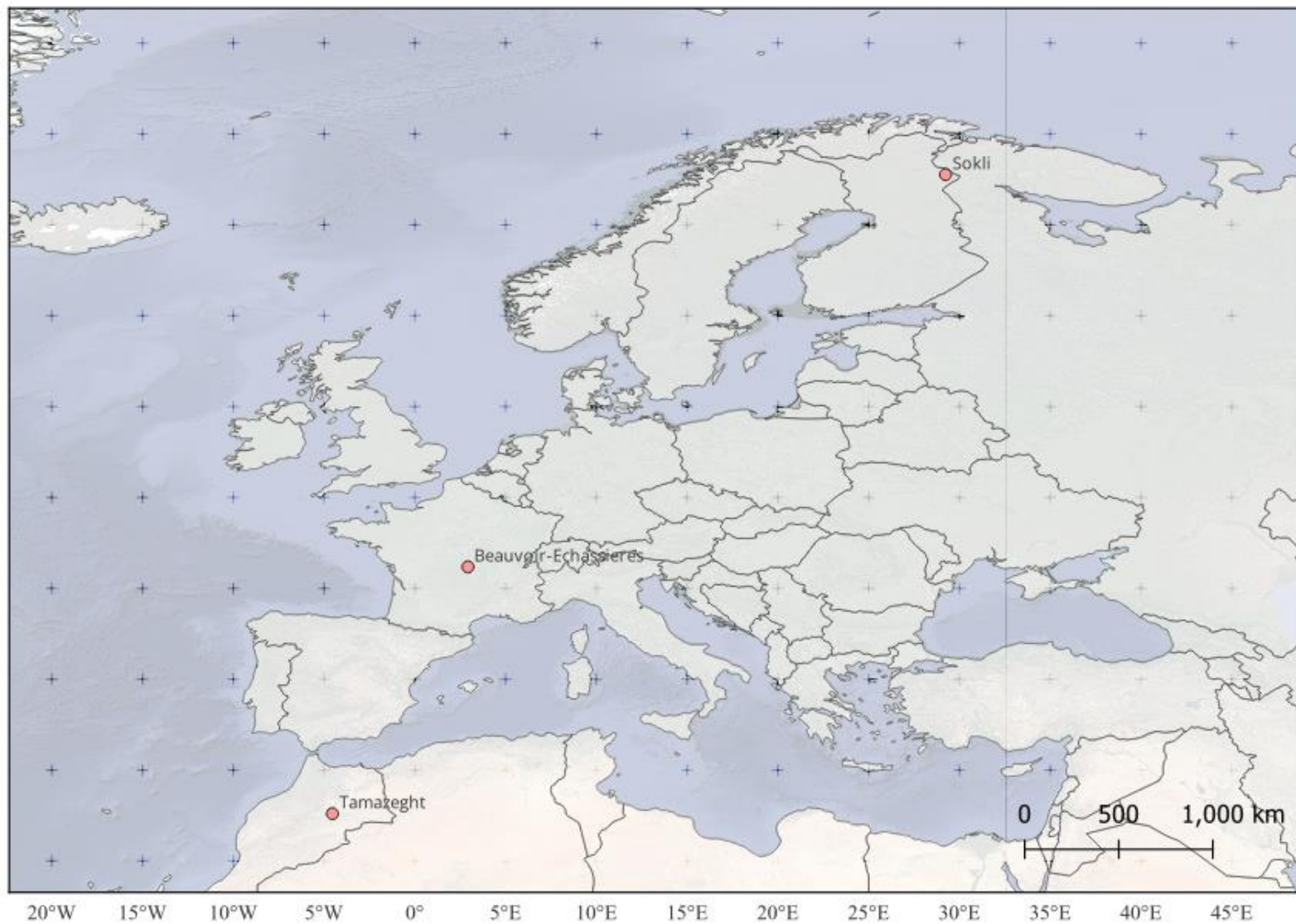
Σχολή: Μεταλλειολόγων -
Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: PGM



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη ● PGM □ Σύνορα χωρών
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:15000000
Σύστημα Αναφοράς: WGS 84 World Geodetic System 1984
Πηγή Στοιχείων: USGS https://mrdata.usgs.gov/pp1802/
Ημερομηνία Σύνταξης: Ιανουάριος 2024
Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος
Εργαστήριο: Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής
Σχολή: Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Νιόβιο



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη

● Νιόβιο

□ Σύνορα χωρών

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000

Σύστημα Αναφοράς: WGS 84
World Geodetic System 1984

Πηγή Στοιχείων: USGS
<https://mrdata.usgs.gov/pp1802/>

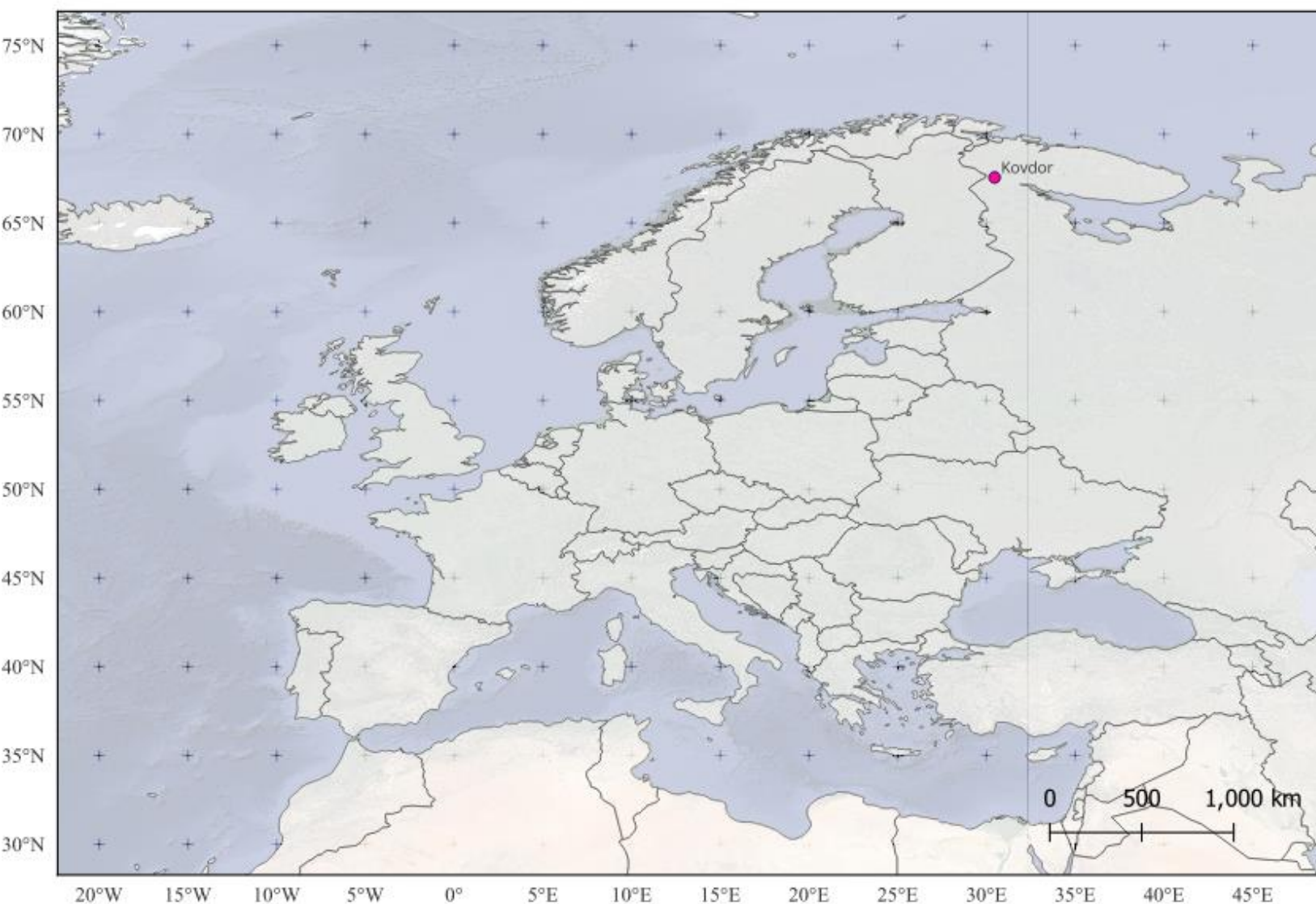
Ημερομηνία Σύνταξης:
Ιανουάριος 2024

Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος

Εργαστήριο: Μεταλλευτικής
Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής
Μεταλλευτικής

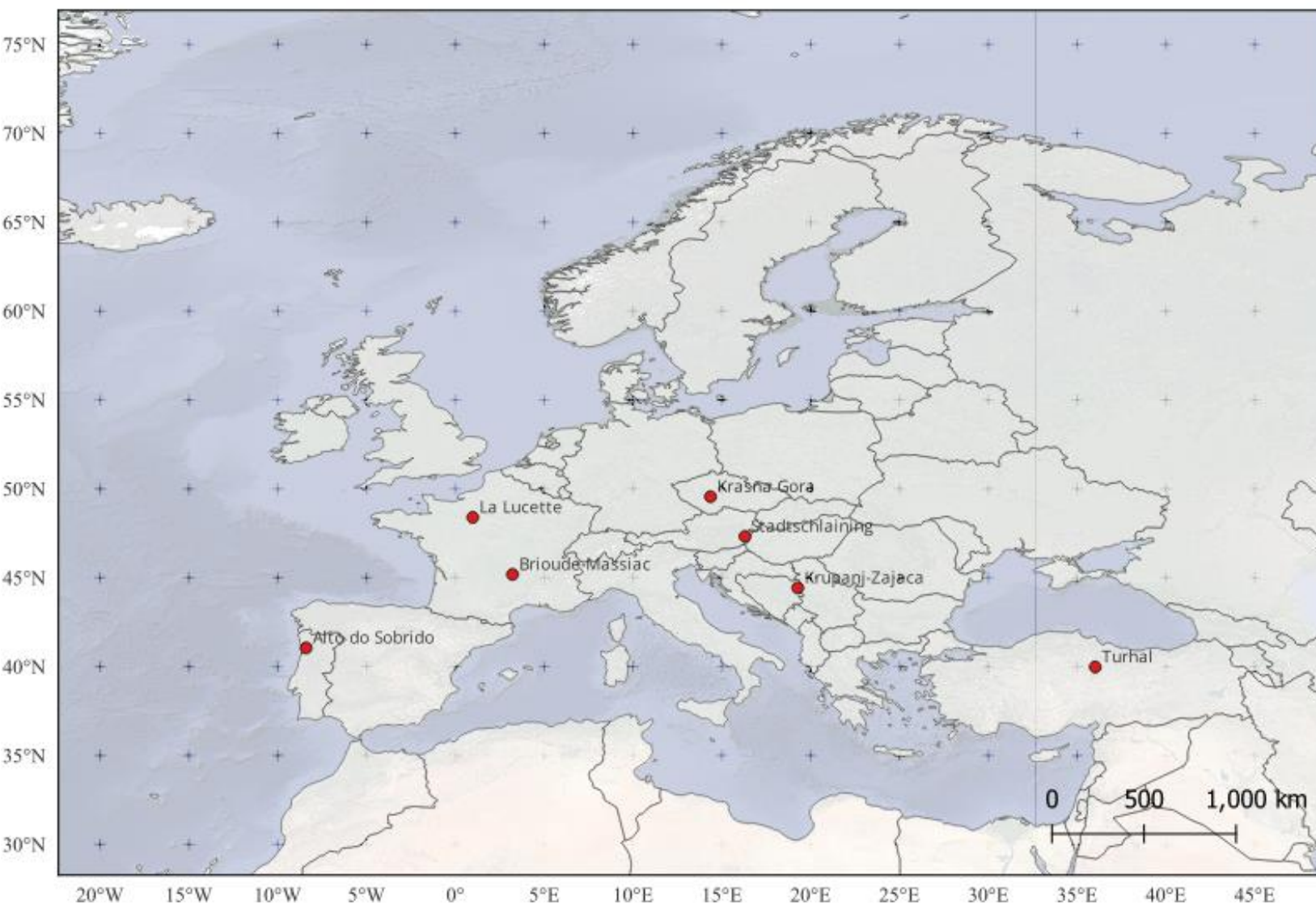
Σχολή: Μεταλλειολόγων -
Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Ζιρκόνιο και Άφνιο



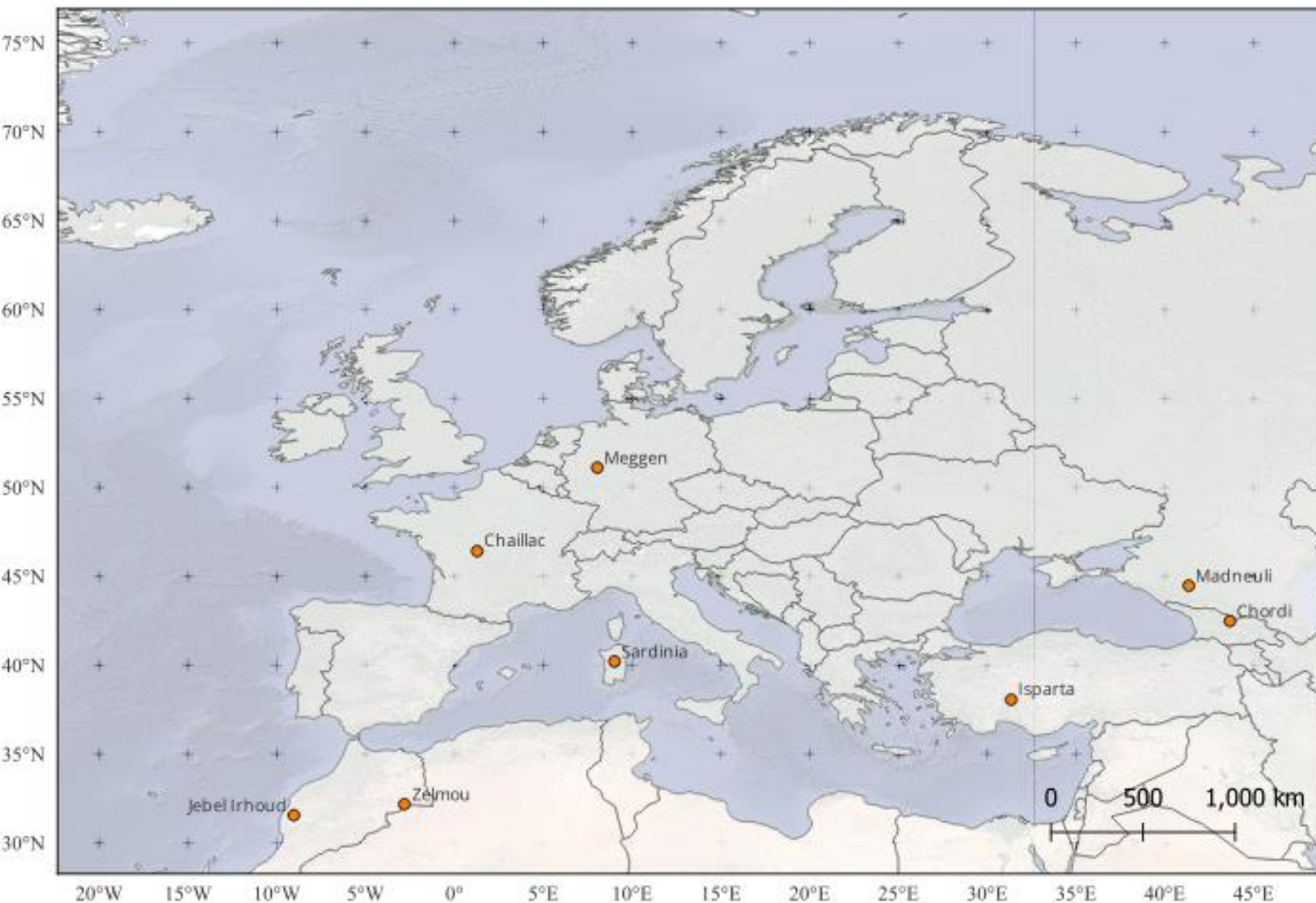
Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη
● Ζιρκόνιο και Άφνιο
□ Σύνορα χωρών
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000
Σύστημα Αναφοράς: WGS 84 World Geodetic System 1984
Πηγή Στοιχείων: USGS https://mrdata.usgs.gov/pp1802/
Ημερομηνία Σύνταξης: Ιανουάριος 2024
Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος
Εργαστήριο: Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής
Σχολή: Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Αντιμόνιο



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη
● Αντιμόνιο
□ Σύνορα χωρών
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000
Σύστημα Αναφοράς: WGS 84 World Geodetic System 1984
Πηγή Στοιχείων: USGS https://mrdata.usgs.gov/pp1802/
Ημερομηνία Σύνταξης: Ιανουάριος 2024
Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος
Εργαστήριο: Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής
Σχολή: Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Βαρυτίνη



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη

● Βαρυτίνη

□ Σύνορα χωρών

ΚΑΙΜΑΚΑ 1:15000000

Σύστημα Αναφοράς: WGS 84
World Geodetic System 1984

Πηγή Στοιχείων: USGS
<https://mrdata.usgs.gov/pp1802/>

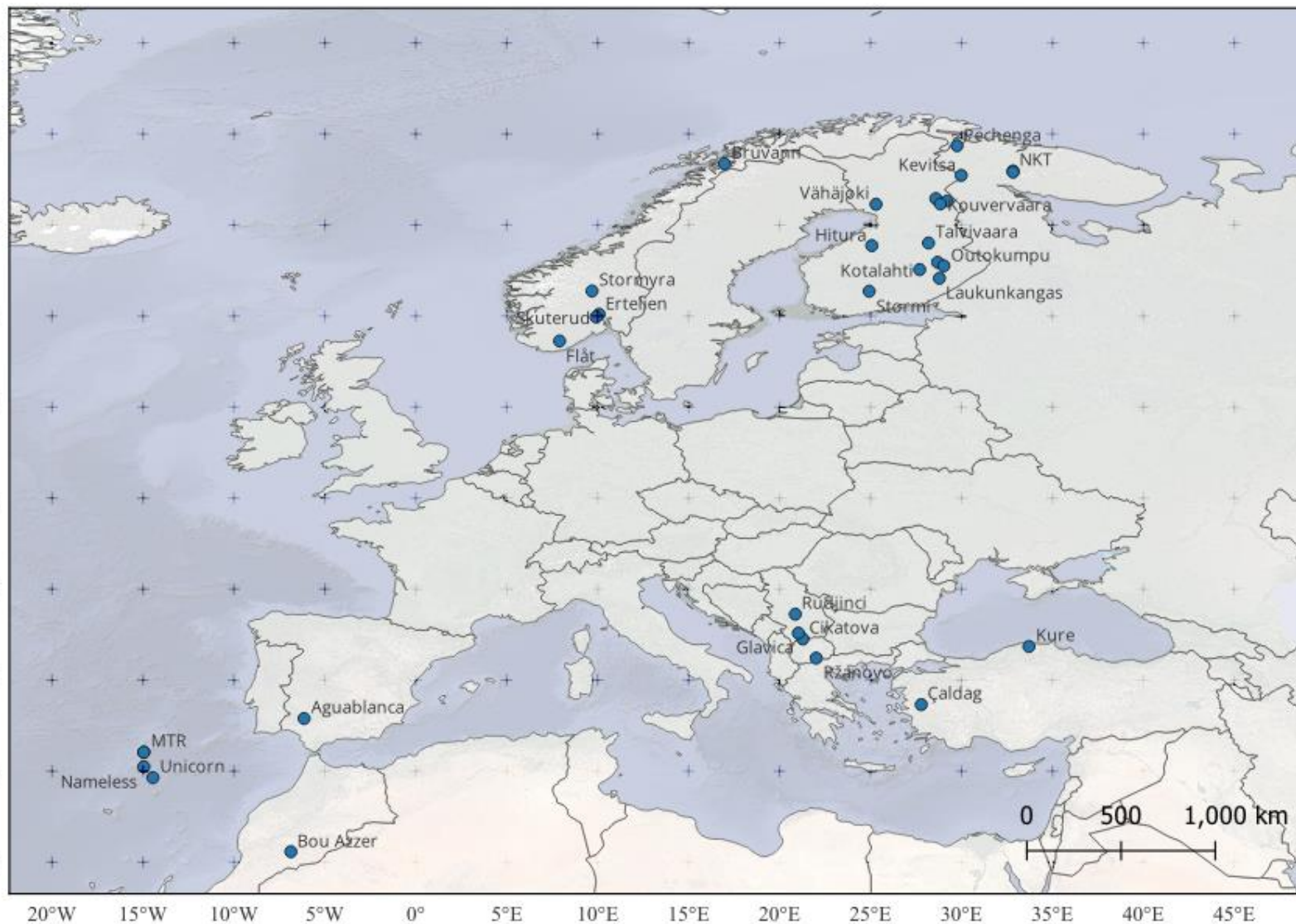
Ημερομηνία Σύνταξης:
Ιανουάριος 2024

Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος

Εργαστήριο: Μεταλλευτικής
Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής
Μεταλλευτικής

Σχολή: Μεταλλειολόγων -
Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Κοβάλτιο



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη
● Κοβάλτιο
□ Σύνορα χωρών

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000

Σύστημα Αναφοράς: WGS 84
World Geodetic System 1984

Πηγή Στοιχείων: USGS
<https://mrdata.usgs.gov/pp1802/>

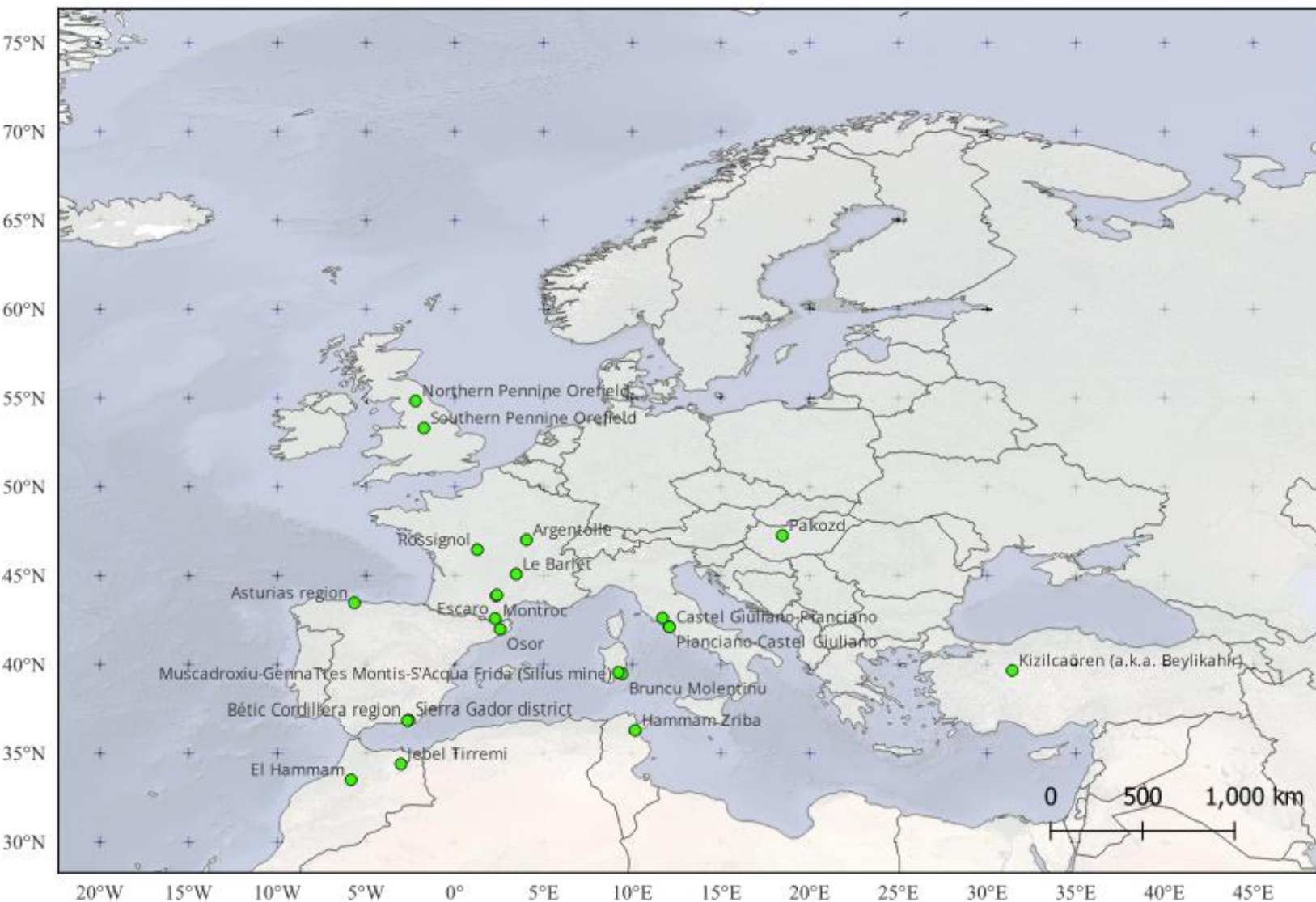
Ημερομηνία Σύνταξης:
Ιανουάριος 2024

Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος

Εργαστήριο: Μεταλλευτικής
Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής
Μεταλλευτικής

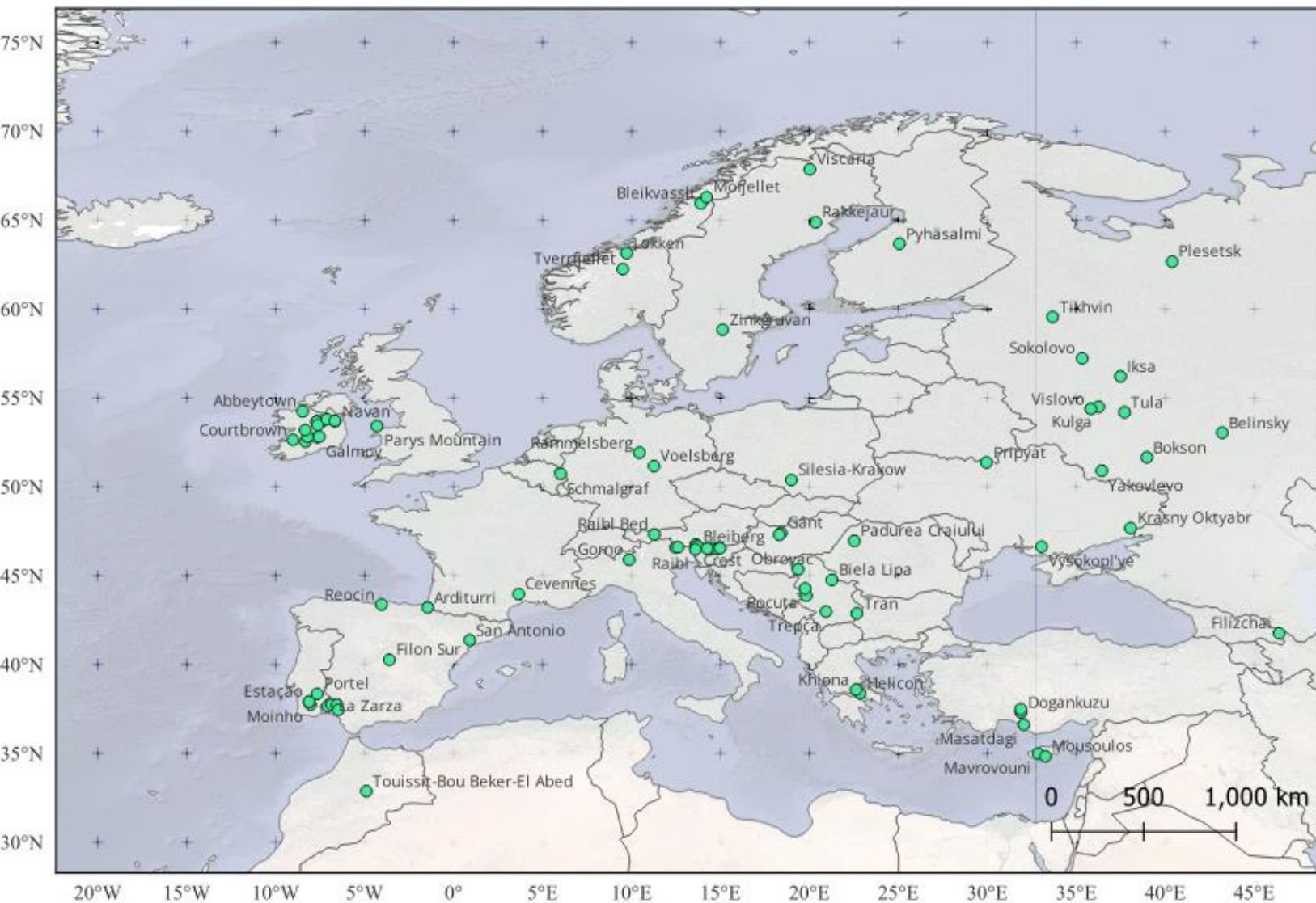
Σχολή: Μεταλλειολόγων -
Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Φθορίτης



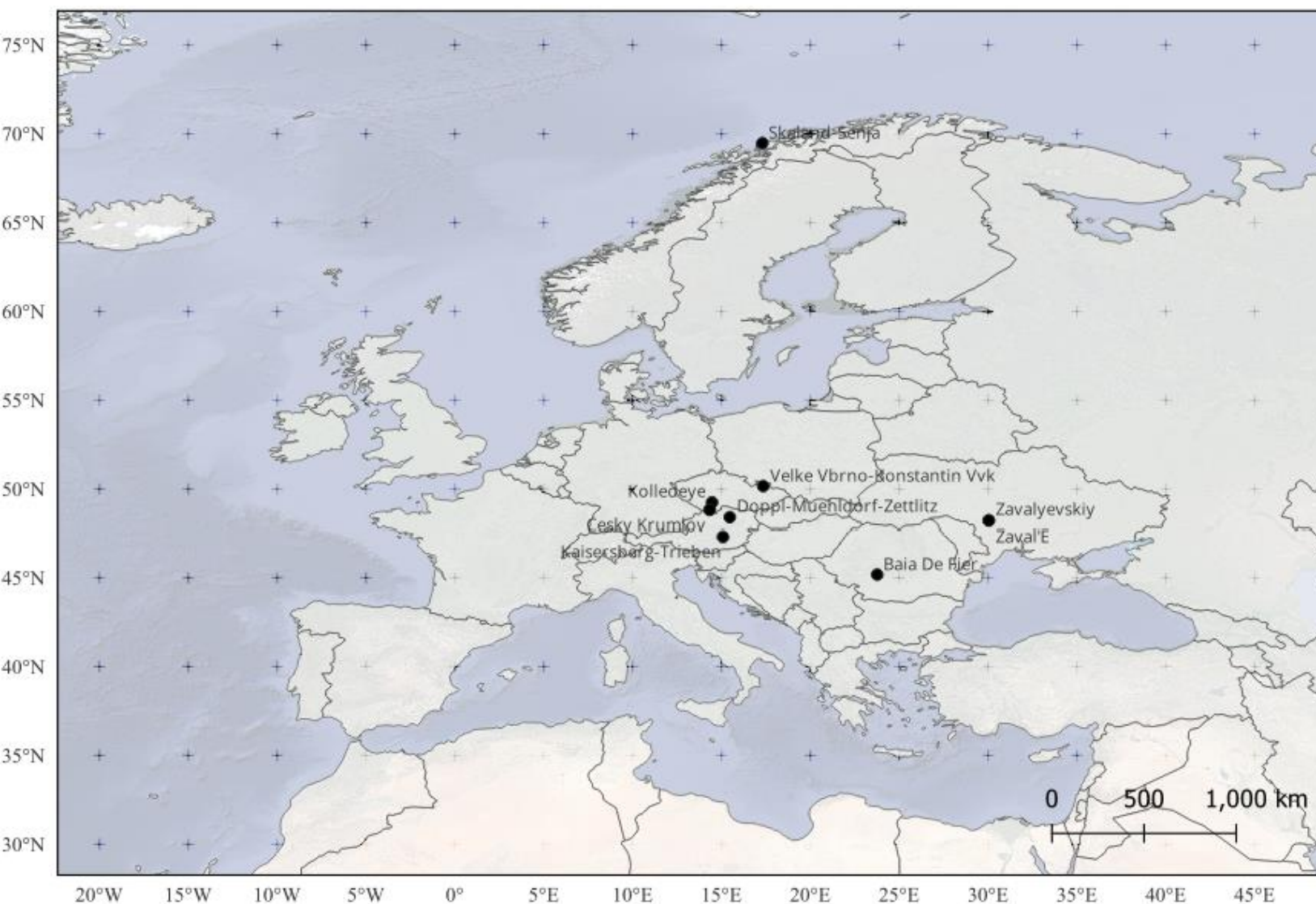
Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη
● Φθορίτης
□ Σύνορα χωρών
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000
Σύστημα Αναφοράς: WGS 84 World Geodetic System 1984
Πηγή Στοιχείων: USGS https://mrdata.usgs.gov/pp1802/
Ημερομηνία Σύνταξης: Ιανουάριος 2024
Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος
Εργαστήριο: Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής
Σχολή: Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Γάλλιο



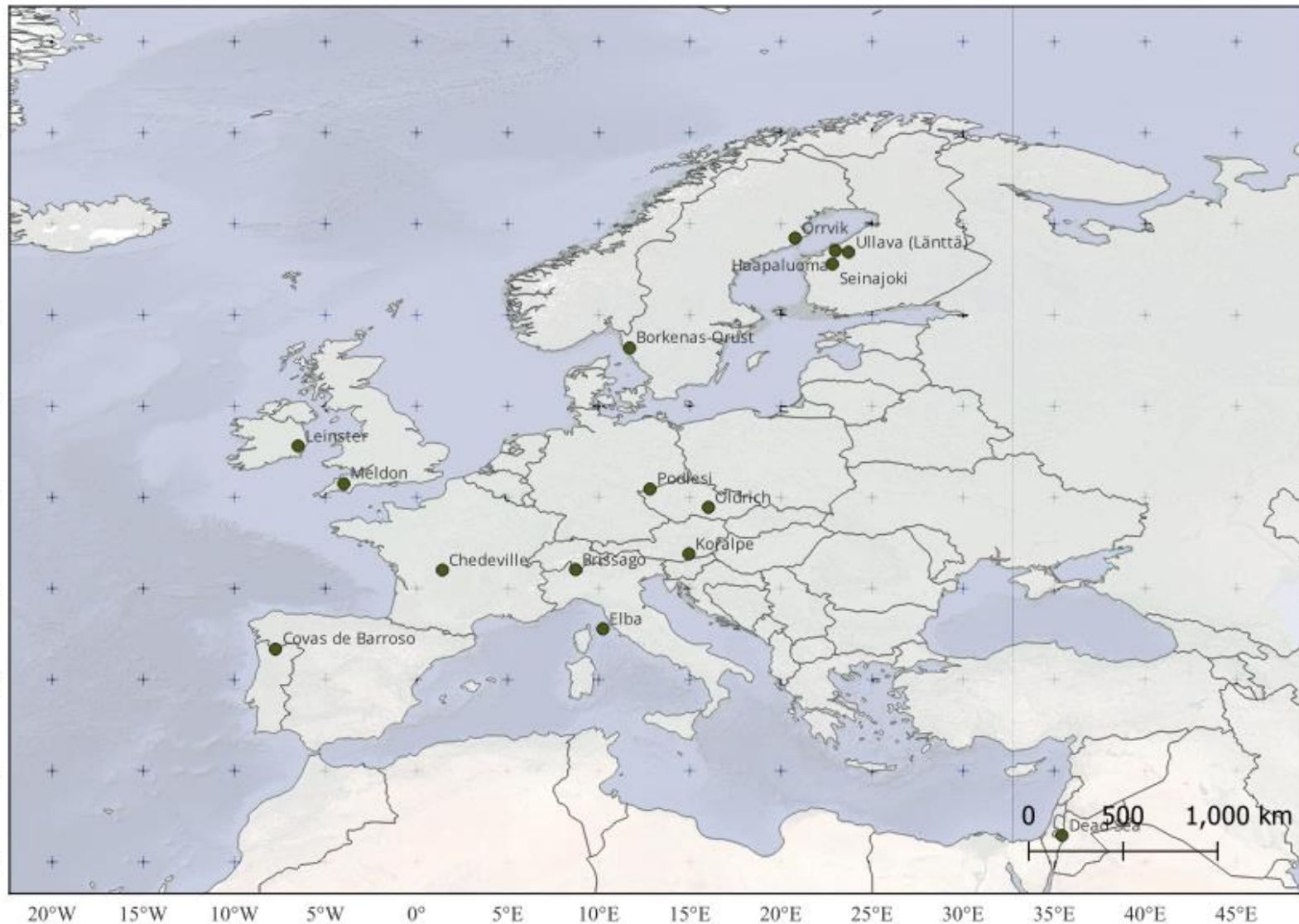
Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη ● Γάλλιο □ Σύνορα χωρών
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000
Σύστημα Αναφοράς: WGS 84 World Geodetic System 1984
Πηγή Στοιχείων: USGS https://mrdata.usgs.gov/pp1802/
Ημερομηνία Σύνταξης: Ιανουάριος 2024
Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος
Εργαστήριο: Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής
Σχολή: Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Γραφίτης



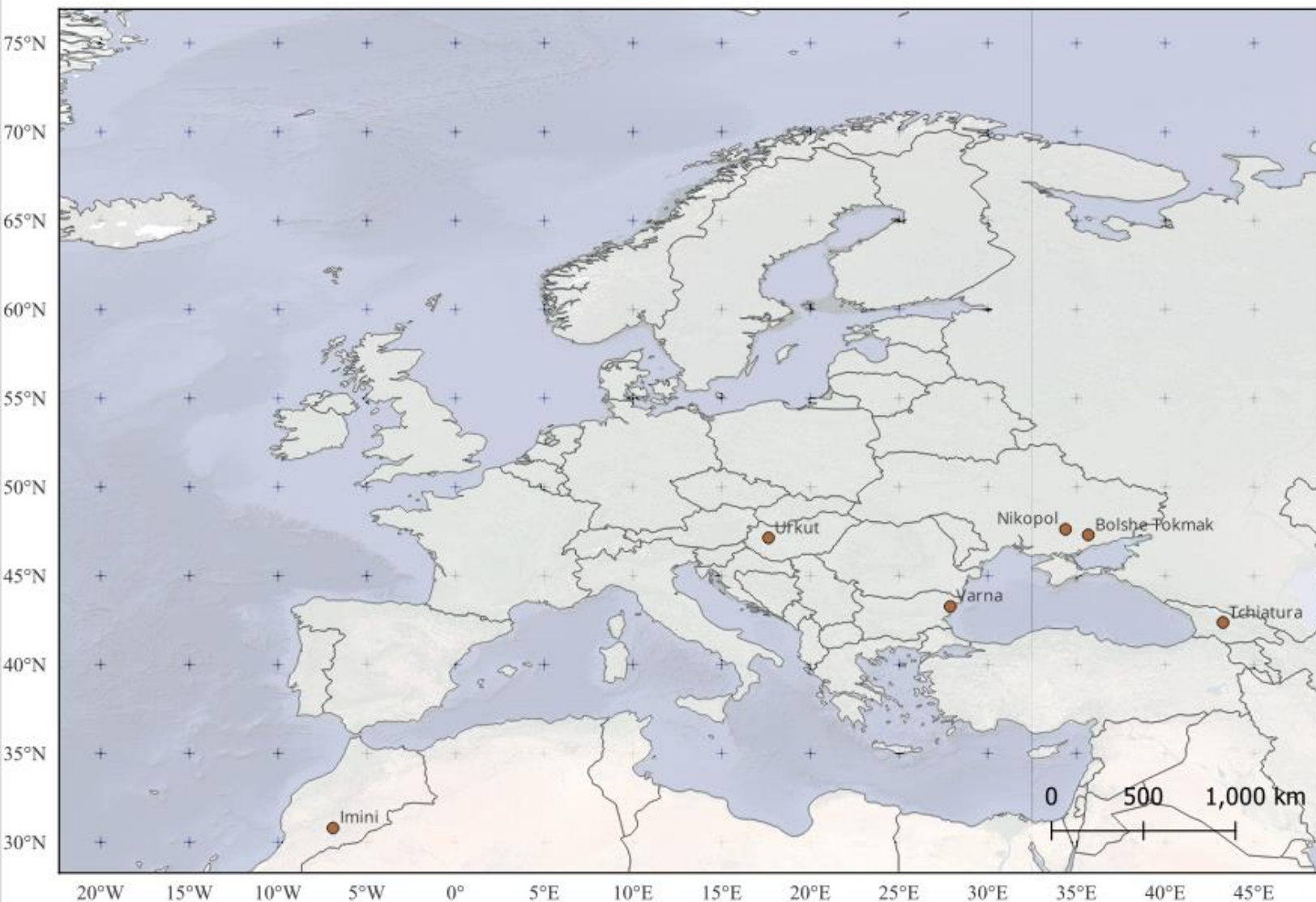
Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη ● Γραφίτης □ Σύνορα χωρών
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000
Σύστημα Αναφοράς: WGS 84 World Geodetic System 1984
Πηγή Στοιχείων: USGS https://mrdata.usgs.gov/pp1802/
Ημερομηνία Σύνταξης: Ιανουάριος 2024
Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος
Εργαστήριο: Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής
Σχολή: Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Λίθιο



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη ● Λίθιο □ Σύνορα χωρών
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000
Σύστημα Αναφοράς: WGS 84 World Geodetic System 1984
Πηγή Στοιχείων: USGS https://mrdata.usgs.gov/pp1802/
Ημερομηνία Σύνταξης: Ιανουάριος 2024
Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος
Εργαστήριο: Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής
Σχολή: Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Μαγγάνιο



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη
● Μαγγάνιο
□ Σύνορα χωρών

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000

Σύστημα Αναφοράς: WGS 84
World Geodetic System 1984

Πηγή Στοιχείων: USGS
<https://mrdata.usgs.gov/pp1802/>

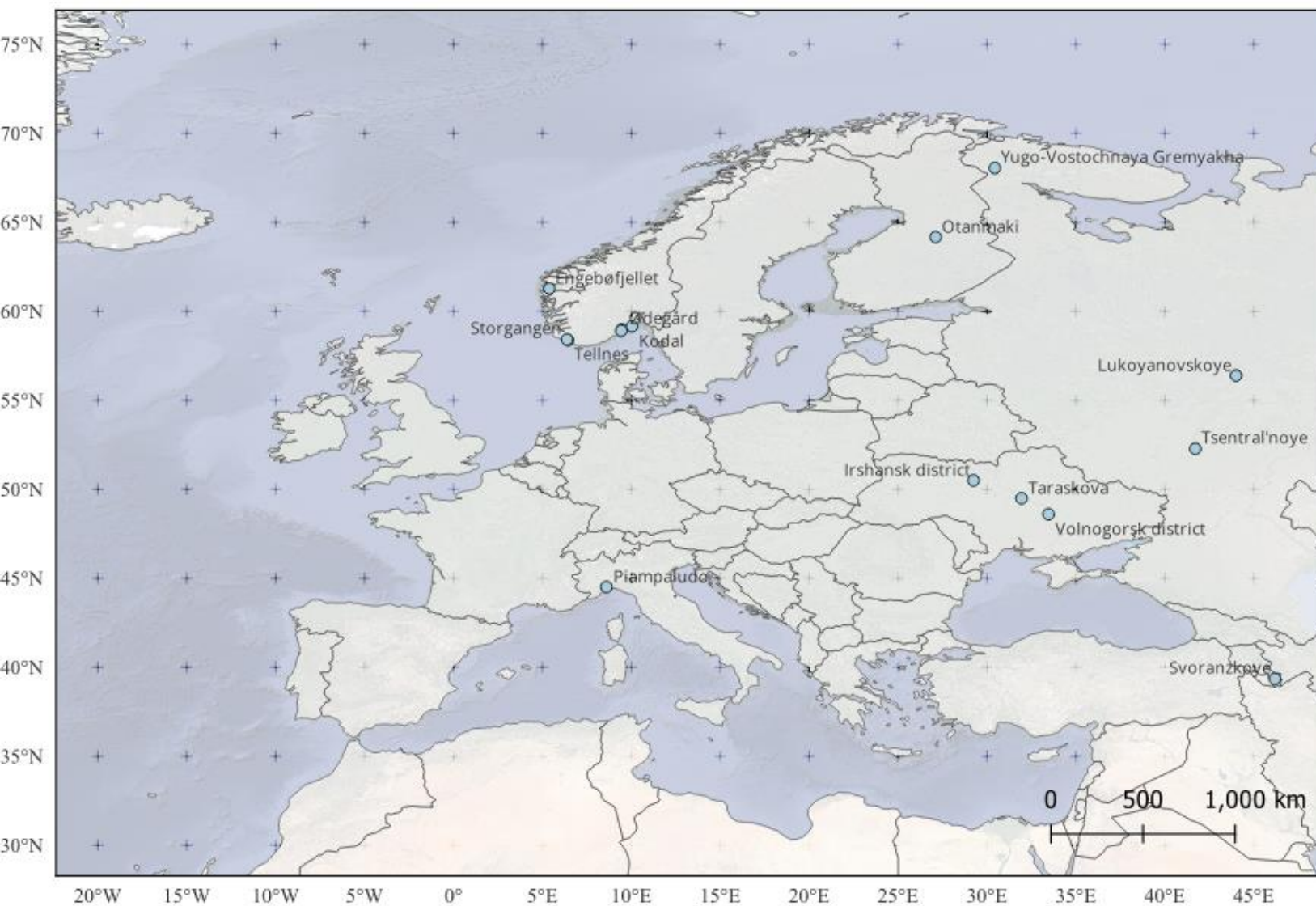
Ημερομηνία Σύνταξης:
Ιανουάριος 2024

Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος

Εργαστήριο: Μεταλλευτικής
Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής
Μεταλλευτικής

Σχολή: Μεταλλειολόγων -
Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Τιτάνιο



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη

● Τιτάνιο

□ Σύνορα χωρών

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000

Σύστημα Αναφοράς: WGS 84
World Geodetic System 1984

Πηγή Στοιχείων: USGS
<https://mrdata.usgs.gov/pp1802/>

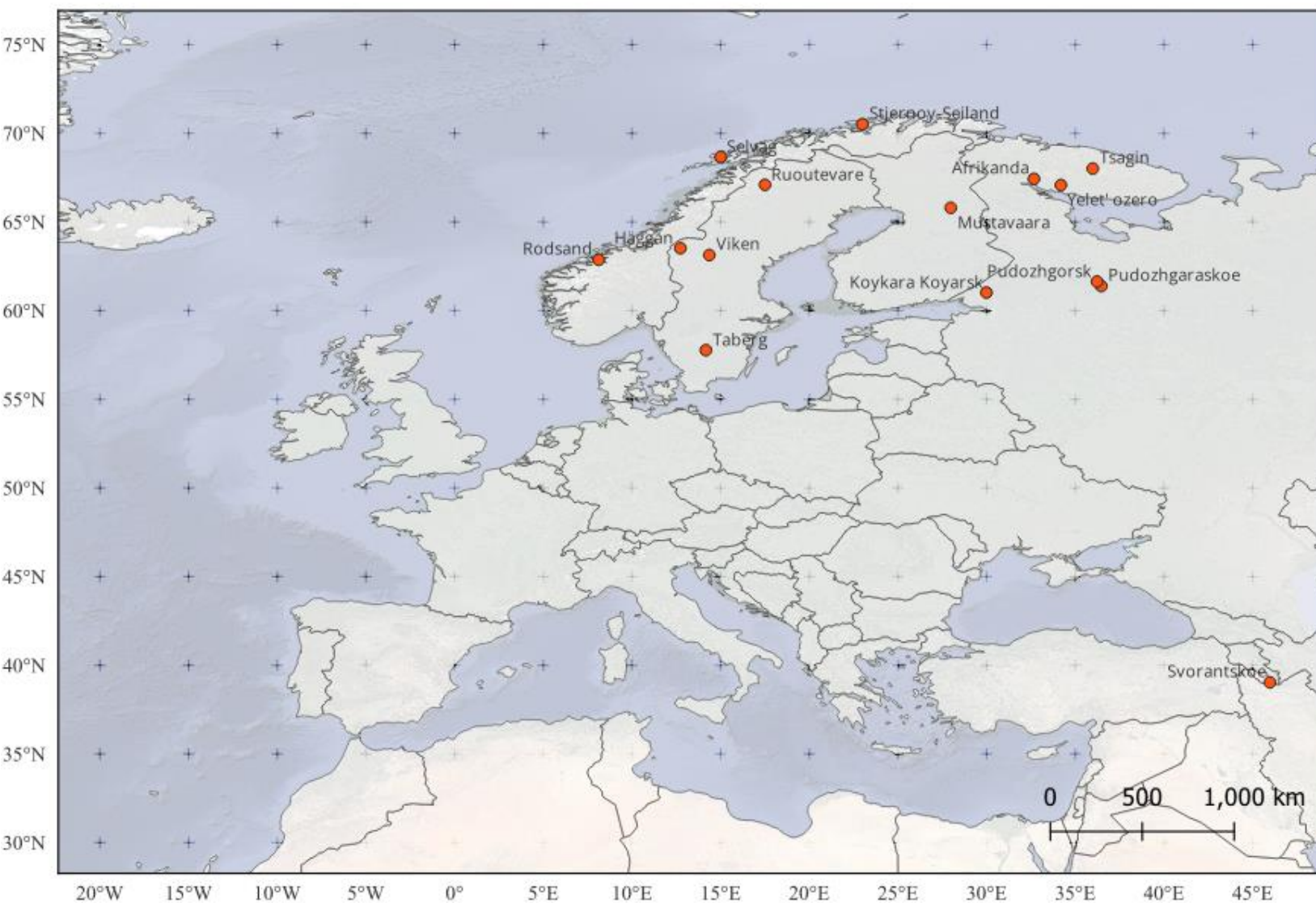
Ημερομηνία Σύνταξης:
Ιανουάριος 2024

Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος

Εργαστήριο: Μεταλλευτικής
Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής
Μεταλλευτικής

Σχολή: Μεταλλειολόγων -
Μεταλλουργών Μηχανικών

Κρίσιμα υλικά στην Ευρώπη: Βανάδιο



Κρίσιμη ορυκτή πρώτη ύλη ● Βανάδιο □ Σύνορα χωρών
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15000000
Σύστημα Αναφοράς: WGS 84 World Geodetic System 1984
Πηγή Στοιχείων: USGS https://mrdata.usgs.gov/pp1802/
Ημερομηνία Σύνταξης: Ιανουάριος 2024
Συντάκτης: Ίσκος Κωνσταντίνος
Εργαστήριο: Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής
Σχολή: Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών Μηχανικών