



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΟΙ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΣΧΕΔΙΟ CRM ACT

Πτυχιακή Εργασία

του

Κριτσιμά Δημήτριου, GE05937

που υποβάλλεται στο Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων
του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας
για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης
του Πτυχίου Μηχανικού Γεωτεχνολογίας Περιβάλλοντος



Κοζάνη, *Απρίλιος 2025*

Περίληψη

Ο κανονισμός για τις κρίσιμες πρώτες ύλες αποσκοπεί στη διασφάλιση της σταθερής προσφοράς κρίσιμων πρώτων υλών για την υποστήριξη του πράσινου και ψηφιακού μετασχηματισμού της ΕΕ, καθώς και της αμυντικής της βιομηχανίας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης του ευρωπαϊκού σχεδίου για τις κρίσιμες πρώτες ύλες. Το πρόγραμμα CRMA αναγνωρίζει την ανάγκη μείωσης της εξάρτησης από εισαγωγές εν μέσω αυξανόμενης ζήτησης, γεωπολιτικών εντάσεων και ανταγωνισμού. Παρότι η Ευρώπη έχει μειώσει τις εξορύξεις τις τελευταίες δεκαετίες, ο Κανονισμός επιδιώκει την αναβίωσή τους. Ωστόσο, προκύπτουν σημαντικά εμπόδια, όπως το υψηλό κόστος ενέργειας και εργασίας, οι τεχνολογικές αδυναμίες και η χαμηλή κοινωνική αποδοχή των εξορυκτικών δραστηριοτήτων. Η επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης, αν και μπορεί να βελτιώσει τη διαφάνεια, δεν εξασφαλίζει επαρκή μείωση των χρόνων υλοποίησης έργων. Ταυτόχρονα, οι στόχοι για αυξημένη επεξεργασία και ανακύκλωση κρίσιμων πρώτων υλών στην Ευρώπη είναι φιλόδοξοι, αλλά δύσκολο να επιτευχθούν λόγω έλλειψης επενδυτικών κινήτρων και υψηλών ενεργειακών δαπανών.

Προκύπτει πως παρά την πρόοδο που προσπαθεί να επιτύχει το ευρωπαϊκό σχέδιο, η ΕΕ εξακολουθεί να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εισαγωγές πρώτων υλών. Αν η ΕΕ καταφέρει να διαχειριστεί τις προκλήσεις, θα μπορέσει να διασφαλίσει τη βιωσιμότητα των πόρων της και να αναδειχθεί ως ηγέτης στην πράσινη και ψηφιακή μετάβαση, συμβάλλοντας παράλληλα στην οικονομική της κυριαρχία.

Λέξεις – κλειδιά: κρίσιμες πρώτες ύλες, Ευρώπη, Νόμος περί κρίσιμων πρώτων υλών, βιώσιμη οικονομία, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Abstract

The Critical Raw Materials Regulation aims to ensure a stable supply of critical raw materials to support the EU's green and digital transformation, as well as the defense industry. The purpose of this paper is to investigate through bibliographic analysis the European plan for critical raw materials. The CRMA program recognizes the need to reduce import dependency amid growing demand, geopolitical tensions and competition. Although Europe has reduced mining in recent decades, the Regulation seeks to revive it. However, significant obstacles arise, such as high energy and labor costs, technological weaknesses and low social acceptance of mining activities. Accelerating licensing procedures, although it may improve transparency, does not ensure a sufficient reduction in project implementation times. At the same time, the targets for increased and recycling of critical raw materials in Europe are ambitious, but difficult to achieve due to lack of investment incentives and high energy costs.

It turns out that despite the progress that the European project is trying to achieve, the EU is still largely dependent on imports of raw materials. If the EU succeeds in managing the challenges, it will be able to ensure the sustainability of its resources and emerge as a leader in practice and the digital transition, while contributing to its economic sovereignty.

Keywords: critical raw materials, Europe, Critical Raw Materials Act, sustainable economy, renewable energy sources

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	4
Περιεχόμενα.....	5
1. Εισαγωγή	6
1.1 Κρίσιμες πρώτες ύλες.....	6
1.2 Περιγραφή του Ευρωπαϊκού σχεδίου για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM)	10
1.3 Στόχοι της εργασίας	16
2. Κρίσιμες πρώτες ύλες: Ορισμός και σημασία.....	18
2.1 Ορισμός κρίσιμων πρώτων υλών.....	18
2.2 Σημασία των κρίσιμων πρώτων υλών στην οικονομία και στη βιομηχανία	24
2.3 Ανάλυση των βασικών τομέων όπου χρησιμοποιούνται οι κρίσιμες πρώτες ύλες.....	30
3. Το Ευρωπαϊκό σχέδιο CRM (Δράση): Στόχοι και Μέτρα.....	35
3.1 Εισαγωγή στο Ευρωπαϊκό σχέδιο CRM.....	35
3.2 Διερεύνηση των στόχων του Ευρωπαϊκού Σχεδίου CRM	43
3.3 Ανάλυση των νομοθετικών μέτρων που περιλαμβάνονται στο CRM	49
4. Επιπτώσεις και προκλήσεις.....	56
4.1 Επιπτώσεις της δράσης CRM στην οικονομία, τη βιομηχανία και το περιβάλλον.....	56
4.2 Προκλήσεις και οι πιθανές δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσει η εφαρμογή του προγράμματος.....	66
4.3 Προτεινόμενες ενέργειες	76
5. Συμπεράσματα και προοπτικές.....	82
6. Βιβλιογραφία.....	85

1. Εισαγωγή

1.1 Κρίσιμες πρώτες ύλες

Η καύση των ορυκτών καυσίμων αποτελεί εδώ και δεκαετίες τη βασική πηγή ενέργειας παγκοσμίως, αλλά και την κύρια αιτία εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, οι οποίες συμβάλλουν στην επιτάχυνση της κλιματικής αλλαγής. Η κλιματική κρίση έχει αναγνωριστεί διεθνώς ως μία από τις μεγαλύτερες απειλές για τον άνθρωπο. Το 1997, η Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή ενέκρινε το Πρωτόκολλο του Κιότο, βάζοντας τους πρώτους στόχους για να περιοριστούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο. Η Συμφωνία του Παρισιού το 2015 αποτέλεσε ακόμα ένα ορόσημο, καθώς προέβλεπε τον περιορισμό της ανόδου της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από τους 2°C, με στόχο τους 1,5°C, για να αποφευχθούν οι πιο καταστροφικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής (UNFCCC, 2015).

Η μετάβαση από τη χρήση ορυκτών καυσίμων σε ανανεώσιμες και καθαρές πηγές ενέργειας, είναι απαραίτητη για την επίτευξη των στόχων αυτών. Οι τεχνολογικές αλλαγές που απαιτούνται για μια ενεργειακή μετάβαση με χαμηλές εκπομπές άνθρακα περιλαμβάνουν (Kabeyi & Olanrewaju, 2022):

1. Εξοικονόμηση ενέργειας από την πλευρά της ζήτησης: Η μείωση της ζήτησης ενέργειας είναι κρίσιμη για τη μείωση των εκπομπών.
2. Υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων με ΑΠΕ: Η αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (όπως αιολική και ηλιακή ενέργεια) είναι απαραίτητη για την ενεργειακή μετάβαση.
3. Αξιοποίηση τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα: Εκτός από τις ΑΠΕ, οι τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα, όπως η πυρηνική ενέργεια, συμβάλλουν στην παραγωγή καθαρής ενέργειας.
4. Αποθήκευση ενέργειας και ανθεκτικά δίκτυα: Ένα ανθεκτικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας με προηγμένες δυνατότητες αποθήκευσης ενέργειας είναι απαραίτητο για την αντιμετώπιση της διακοπτόμενης παραγωγής των ΑΠΕ.

Αυτές οι τεχνολογίες υποστηρίζουν την ανάπτυξη ενός βιώσιμου ενεργειακού συστήματος, το οποίο μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, να σταθεροποιήσει το παγκόσμιο κλίμα και να βελτιώσει τη σταθερότητα και την αποδοτικότητα της ενεργειακής παραγωγής, ενώ παράλληλα μειώνει το κόστος (Kyriakopoulos, Streimikiene & Baležentis, 2022). Παρά την πρόοδο που έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια, η μετάβαση αυτή αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις, ιδίως όσον αφορά την ταχύτητα και την κλίμακα της αναγκαίας αλλαγής. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) το 2019 προειδοποίησε ότι η παγκόσμια μετάβαση σε καθαρή ενέργεια προχωρά με βραδύτερο ρυθμό από ό,τι απαιτείται για την επίτευξη των κλιματικών στόχων (IEA, 2019a). Η ζήτηση για ενέργεια προβλέπεται να αυξάνεται κατά περίπου 1% ετησίως έως το 2040, γεγονός που υποδεικνύει ότι η ενεργειακή κατανάλωση θα συνεχίσει να αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση.

Παράλληλα με την αύξηση της παραγωγής και κατανάλωσης καθαρής ενέργειας, η ενεργειακή μετάβαση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επάρκεια των πρώτων υλών που απαιτούνται για τις νέες τεχνολογίες. Πολλές από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας, όπως οι ανεμογεννήτριες, οι ηλιακοί συλλέκτες και οι μπαταρίες ιόντων λιθίου, βασίζονται σε κρίσιμες πρώτες ύλες (CRMs). Αυτές περιλαμβάνουν σπάνιες γαίες, όπως το νεοδύμιο και το δυσπρόσιο, καθώς και μεταλλικά στοιχεία όπως το κοβάλτιο, το λίθιο και το νιόβιο. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα, η ζήτηση για ορυκτά όπως το γραφίτη, το λίθιο και το κοβάλτιο, τα οποία είναι κρίσιμα για τις τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, θα μπορούσε να αυξηθεί έως και 450% μέχρι το 2050 (Hund et al., 2023).

Γίνεται φανερό πως η παραγωγή και αποθήκευση ανανεώσιμης ενέργειας απαιτεί εξειδικευμένα κεφαλαιουχικά αγαθά, ενσωματώνοντας κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM). Η σπανιότητα των κρίσιμων πρώτων υλών επηρεάζει επομένως τη μετάβαση από ένα ενεργειακό σύστημα που βασίζεται σε ορυκτά σε ένα που βασίζεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που είναι απαραίτητο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Pommeret, Ricci & Schubert, 2022).

Η εξάρτηση από αυτές τις κρίσιμες πρώτες ύλες δημιουργεί νέες γεωπολιτικές και οικονομικές προκλήσεις. Παρόλο που οι τεχνολογίες καθαρής ενέργειας επιτρέπουν τη μείωση των εκπομπών και την απόσυρση των ορυκτών καυσίμων, η αλυσίδα

εφοδιασμού για τα CRMs είναι συχνά συγκεντρωμένη σε λίγες χώρες. Για παράδειγμα, η Κίνα κατέχει μονοπωλιακή θέση στην εξόρυξη και παραγωγή σπάνιων γαιών, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατασκευή πολλών τεχνολογιών καθαρής ενέργειας (Ferro & Bonollo, 2019). Αυτή η γεωγραφική συγκέντρωση των πρώτων υλών αυξάνει τους κινδύνους για τη διασφάλιση σταθερών και αξιόπιστων προμηθειών, κάτι που θα μπορούσε να επιβραδύνει τη μετάβαση προς την καθαρή ενέργεια.

Οι Pommeret, Ricci & Schubert, (2022), αναδεικνύουν πως αν και τα σπάνια ορυκτά μπορούν να ανακυκλωθούν, αυτό δεν ισχύει για τις εκπομπές άνθρακα, που οδηγούν σε διαφορετικές επιπτώσεις στην κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον, σημαντικά είναι τα προβλήματα που προκύπτουν από μια πολιτική με σταθερό φόρο άνθρακα, όπου τα έσοδα χρηματοδοτούν επιδοτήσεις για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Αυτή η πολιτική μπορεί να οδηγήσει σε καθυστέρηση της σταδιακής κατάργησης των ορυκτών καυσίμων και σε μείωση της ευημερίας. Είναι επομένως απαραίτητη η ορθή χρήση μη ανανεώσιμων πόρων για τη δημιουργία της υποδομής για την ενεργειακή μετάβαση.

Εκτός από τις γεωπολιτικές προκλήσεις, η εξάρτηση από τις κρίσιμες πρώτες ύλες δημιουργεί και άλλες σημαντικές δυσκολίες. Πρώτον, η άνιση κατανομή των CRMs μεταξύ των κρατών οδηγεί σε αβεβαιότητα και ευπάθειες στην αλυσίδα εφοδιασμού. Παράλληλα, η εξόρυξη και η επεξεργασία αυτών των υλικών έχουν σοβαρές περιβαλλοντικές συνέπειες, όπως η ρύπανση των υδάτων, η διάβρωση του εδάφους και η παραγωγή επικίνδυνων αποβλήτων. Η πρόκληση για όσους αναζητούν, εξάγουν και επεξεργάζονται τις απαραίτητες πρώτες ύλες για την ενεργειακή μετάβαση είναι να το πράξουν με πραγματική βιωσιμότητα από την αρχή κάθε έργου. Ειδικότερα, οι διαδικασίες εξόρυξης στις αναπτυσσόμενες χώρες συχνά συνδέονται με καταπατήσεις ανθρωπίνων δικαιωμάτων και κακές συνθήκες εργασίας (van de Graaf et al., 2020). Οι καταστροφές στην εξόρυξη σπάνια έρχονται ως έκπληξη, καθιστώντας την προληπτική διαχείριση κινδύνων και ευκαιριών κρίσιμη για την υπεύθυνη προμήθεια υλικών που απαιτούνται για το καθαρό μηδενικό από ρύπους μέλλον. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητη η διασφάλιση ότι αυτά τα έργα προσφέρουν καθαρά θετικά αποτελέσματα τόσο για το περιβάλλον όσο και για τις τοπικές κοινωνίες (Herrington & Gordon, 2024). Επομένως, ενώ οι τεχνολογίες καθαρής ενέργειας προσφέρουν λύσεις για την κλιματική αλλαγή, η βιωσιμότητα της παραγωγής τους παραμένει ένα πολύπλοκο ζήτημα που απαιτεί διεθνή συνεργασία και καινοτόμες λύσεις.

Στην Ευρώπη, η ενεργειακή μετάβαση αποτελεί βασικό πυλώνα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Η ΕΕ έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την απανθρακοποίηση της οικονομίας μέχρι το 2050, με τη σταδιακή εγκατάλειψη των ορυκτών καυσίμων και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020). Ωστόσο, η ευρωπαϊκή βιομηχανία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις εισαγωγές κρίσιμων πρώτων υλών, γεγονός που απειλεί την ενεργειακή ασφάλεια και αυτονομία της ΕΕ. Μόνο το 1% των CRMs που απαιτούνται για την αιολική ενέργεια και τις μπαταρίες ηλεκτρικών οχημάτων εξορύσσεται εντός της Ευρώπης, ενώ το υπόλοιπο εισάγεται από χώρες όπως η Κίνα και η Νότια Αφρική (European Commission, 2020).

Για να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα, η ΕΕ έχει αναπτύξει στρατηγικές για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας και τη διαφοροποίηση των προμηθειών. Το 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε τον Νόμο περί Κρίσιμων Πρώτων Υλών, ο οποίος στοχεύει στην ανάπτυξη εσωτερικής ικανότητας εξόρυξης, επεξεργασίας και ανακύκλωσης πρώτων υλών εντός της ΕΕ, στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και στην αναβάθμιση της έρευνας και της καινοτομίας για την ανακάλυψη νέων τεχνολογιών που μειώνουν την εξάρτηση από τις εισαγωγές (European Commission, 2020β). Το Ευρωπαϊκό σχέδιο για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (European Critical Raw Materials Action Plan) αποτελεί μια στρατηγική που υιοθέτησε η Ευρωπαϊκή Ένωση για τη διασφάλιση της πρόσβασης στις κρίσιμες πρώτες ύλες. Στόχος της ΕΕ είναι η μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενες πρώτες ύλες, η ενίσχυση της βιώσιμης προμήθειας εντός της Ευρώπης, και η προώθηση της κυκλικής οικονομίας. Το σχέδιο περιλαμβάνει:

1. Την ανάπτυξη εσωτερικών πηγών κρίσιμων πρώτων υλών στην Ευρώπη.
2. Την ενίσχυση της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης των πρώτων υλών.
3. Την ενίσχυση των διεθνών συνεργασιών και την ανάπτυξη στρατηγικών αποθεμάτων.

1.2 Περιγραφή του Ευρωπαϊκού σχεδίου για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM)

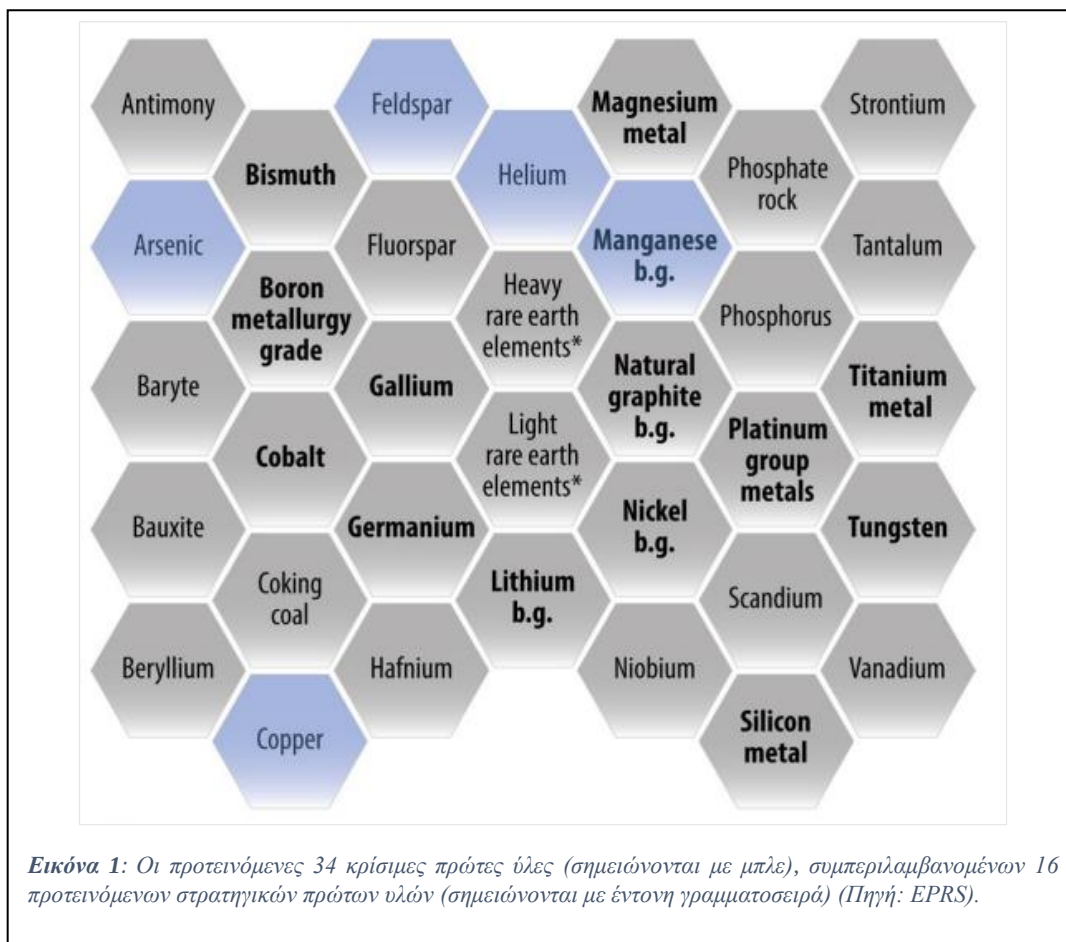
Από το 2008, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή είχε προειδοποιήσει ότι η ΕΕ «εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εισαγωγές στρατηγικά σημαντικών πρώτων υλών». Ως απάντηση, εισήγαγε την Πρωτοβουλία Πρώτων Υλών (RMI), η οποία επικεντρώθηκε στη διασφάλιση της πρόσβασης σε αυτές, την αύξηση της προσφοράς και τη βελτίωση της αποδοτικότητας. Λίγα χρόνια αργότερα, το 2011, η Επιτροπή άρχισε να δημοσιεύει μια λίστα με Κρίσιμες Πρώτες Ύλες (CRM), η οποία ανανεώνεται κάθε τρία χρόνια (European Commission, (2008). Από το 2020, η προσέγγιση της Επιτροπής έγινε πιο γεωπολιτική, δηλώνοντας ότι «η πρόσβαση στους πόρους αποτελεί στρατηγικό ζήτημα ασφάλειας για την επίτευξη της Πράσινης Συμφωνίας της Ευρώπης», καθώς αυτά τα υλικά είναι ζωτικής σημασίας τόσο για την πράσινη μετάβαση όσο και για τη στρατηγική αυτονομία της Ένωσης. Η ανακοίνωση αυτή επανέλαβε τους τρεις πυλώνες της RMI, δίνοντας έμφαση στην ανάγκη διαφοροποίησης της προσφοράς και ενσωμάτωσης της στρατηγικής αυτονομίας στη στρατηγική της ΕΕ (European Commission, 2020).

Η φιλοδοξία της ΕΕ να γίνει μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία έως το 2050 και η ικανότητά της να διατηρήσει την πράσινη και ψηφιακή μετάβαση και να επιτύχει στρατηγική αυτονομία, βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην αξιόπιστη ασφάλει και ανθεκτική πρόσβαση σε κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM). Αντιμέτωπη με ένα όλο και πιο ανταγωνιστικό περιβάλλον για τις CRM, η Επιτροπή πρότεινε τον Μάρτιο του 2023 τον Νόμο της ΕΕ για τις Κρίσιμες Πρώτες Ύλες (European Commission, 2023). Ο νόμος αυτός στοχεύει στη διασφάλιση ενός ασφαλούς και βιώσιμου εφοδιασμού κρίσιμων υλικών, ενώ παράλληλα εισάγει έναν κατάλογο Στρατηγικών Πρώτων Υλών (SRM), που είναι ζωτικής σημασίας για τεχνολογίες κλειδιά στις πράσινες και ψηφιακές φιλοδοξίες της Ευρώπης (Ragonnaud, 2023).

Ο νόμος περιλαμβάνει μέτρα που εστιάζουν τόσο στο εσωτερικό της ΕΕ όσο και στο εξωτερικό, με στόχο την ενίσχυση των διαφόρων σταδίων της αλυσίδας αξίας των στρατηγικών πρώτων υλών. Βασικός στόχος είναι μέχρι το 2030 η ΕΕ να επιτύχει τα εξής: (1) να παράγει το 10% της ετήσιας κατανάλωσης SRM μέσω εξόρυξης εντός της ΕΕ, (2) να επεξεργάζεται το 40% της ετήσιας κατανάλωσης SRM, (3) να ανακυκλώνει το 15% της ετήσιας κατανάλωσης SRM, και (4) να μην εξαρτάται περισσότερο από

65% από οποιαδήποτε τρίτη χώρα για την προμήθεια ενός SRM σε οποιοδήποτε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού. Στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, η επιτροπή βιομηχανίας, έρευνας και ενέργειας (ITRE) είναι υπεύθυνη για τον φάκελο. Η Ευρωπαϊκή επιτροπή δημιούργησε ένα ευρωπαϊκό συμβούλιο κρίσιμων πρώτων υλών το οποίο συντονίζει στρατηγικά έργα που θα συμβάλουν στην εξασφάλιση και τη διαφοροποίηση της προμήθειας κρίσιμων πρώτων υλών. Αυτά τα στρατηγικά έργα θα επωφεληθούν στη συνέχεια από απλοποιημένες διαδικασίες αδειοδότησης και βελτιωμένη πρόσβαση στη χρηματοδότηση. Εξετάζοντας τον κατάλογο των στρατηγικών πρώτων υλών, τέσσερις στρατηγικές πρώτες ύλες (SRMs) έρχονται στο προσκήνιο, οπότε η ΕΕ εξαρτάται σημαντικά από ξένους προμηθευτές και διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στην πράσινη μετάβαση. Αυτά τα ορυκτά είναι το κοβάλτιο, το λίθιο, το νικέλιο και τα στοιχεία σπανίων γαιών (REE) (De Decker, 2022). Ορίζοντας τα υλικά ως «στρατηγικά» με βάση τη συνάφειά τους και την αναμενόμενη ζήτηση για στρατηγικές τεχνολογίες, ο κανονισμός για τις κρίσιμες πρώτες ύλες, θεσπίζει σημεία αναφοράς για τα ελάχιστα μερίδια της ζήτησης της ΕΕ που πρέπει να καλύπτονται από εγχώρια προέλευση και επεξεργασία, καθώς και από ανακυκλωμένες πρώτες ύλες και στοχεύει στη μείωση των εξαρτήσεων από προμηθευτές τρίτων χωρών σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μια ανακοίνωση συμπληρώνει τον κανονισμό εστιάζοντας στην αύξηση της ασφάλειας και βιωσιμότητας του εφοδιασμού CRM μέσω ανακύκλωσης, προσπάθειών τυποποίησης, ανάπτυξης δεξιοτήτων και στρατηγικών δράσεων για την αναβάθμιση της έρευνας και της καινοτομίας καθώς και για την ανακάλυψη νέων τεχνολογιών που μειώνουν την εξάρτηση από τις εισαγωγές (Hool, Helbig & Wierink, 2023).

Ειδικότερα, ο προτεινόμενος κανονισμός θα καταρτίσει, έναν κατάλογο 16 «στρατηγικών» πρώτων υλών (SRM) (άρθρο 3, εικόνα 1). Προσδιορίστηκαν από την Επιτροπή λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση τους σε στρατηγικές τεχνολογίες που στηρίζουν την πράσινη και ψηφιακή μετάβαση, καθώς και τους τομείς της άμυνας και του διαστήματος.



Οι SRM υπόκεινται επίσης σε κενά μεταξύ της προβλεπόμενης προσφοράς και της ζήτησης και η παραγωγή τους θα ήταν δύσκολο να αυξηθεί. Η Επιτροπή θα εξουσιοδοτηθεί να τροποποιεί τον κατάλογο μέσω κατ' εξουσιοδότηση πράξεων, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένη μεθοδολογία. Ο προτεινόμενος κανονισμός θα καταρτίζει επίσης κατάλογο 34 CRM, που προσδιορίζονται στην ενημερωμένη αξιολόγηση κρισιμότητας που διενεργεί η Επιτροπή (άρθρο 4). Ο κατάλογος των CRM περιλαμβάνει τα SRM, καθώς και τις πρώτες ύλες που φθάνουν ή υπερβαίνουν τα όρια τόσο για οικονομική σημασία όσο και για τον κίνδυνο προσφοράς, όπως ορίζονται στον προτεινόμενο κανονισμό. Η Επιτροπή θα εξουσιοδοτηθεί να τροποποιήσει τον κατάλογο μέσω κατ' εξουσιοδότηση πράξεων.

Ο κανονισμός θα καθορίζει τα όρια για τον κίνδυνο προσφοράς στο 1 και για την οικονομική σημασία στο 2, 8, τα οποία ήταν τα κατώτατα όρια που χρησιμοποιήθηκαν στις αξιολογήσεις κρισιμότητας του 2020 και 2023. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα πρέπει

να επανεξετάσει και να ενημερώσει τους σχετικούς καταλόγους εντός τεσσάρων ετών από την έναρξη ισχύος του κανονισμού, και στη συνέχεια κάθε τέσσερα χρόνια.

Για την ενίσχυση της αλυσίδας αξίας πρώτων υλών της ΕΕ, ο προτεινόμενος κανονισμός θα θέσει πέντε κριτήρια για την αναγνώριση των «στρατηγικών έργων» (άρθρο 5). Αυτά τα έργα θα πρέπει να:

1. Συμβάλλουν στην ασφάλεια εφοδιασμού της ΕΕ με στρατηγικές πρώτες ύλες (SRM).
2. Είναι ή να καταστούν τεχνικά εφικτά εντός ενός εύλογου χρονικού διαστήματος.
3. Εφαρμόζονται με βιώσιμο τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κοινωνικά υπεύθυνες πρακτικές, δυνατότητες απασχόλησης υψηλής ποιότητας, αλληλεπίδραση με τις τοπικές κοινωνίες και διαφανείς επιχειρηματικές πρακτικές.
4. Παρέχουν διασυνοριακά οφέλη πέρα από το κράτος μέλος της ΕΕ στο οποίο βρίσκονται, συμπεριλαμβανομένων των κατάντη τομέων.
5. Είναι αμοιβαία επωφελή για την ΕΕ και τις τρίτες χώρες όπου πραγματοποιούνται, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για αναδυόμενες αγορές ή αναπτυσσόμενες οικονομίες.

Οι αιτήσεις για την αναγνώριση ενός έργου ως στρατηγικού θα πρέπει να υποβάλλονται στην Επιτροπή (άρθρο 6), η οποία θα αξιολογήσει την πλήρωση των κριτηρίων αναγνώρισης βάσει των στοιχείων που ορίζονται στο παράρτημα III. Η Επιτροπή μπορεί να δώσει προτεραιότητα σε έργα που σχετίζονται με συγκεκριμένα στάδια της αλυσίδας αξίας. Ένα νέο ευρωπαϊκό συμβούλιο CRM θα παρέχει γνώμη σχετικά με την αξιολόγηση των αιτήσεων. Αν ένα κράτος μέλος εκφράσει αντίρρηση για ένα έργο, τότε αυτό δεν θα θεωρηθεί στρατηγικό. Η Επιτροπή θα πρέπει να εκδώσει την απόφασή της εντός 60 ημερών.

Τα στρατηγικά έργα θα συμβάλλουν στην ασφάλεια εφοδιασμού SRM της ΕΕ (άρθρο 6). Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τα έργα εντός ΕΕ θα θεωρούνται ως δημόσιου συμφέροντος και ενδέχεται να αναγνωρίζονται ως έργα υπέρτερου δημόσιου συμφέροντος, υπό την προϋπόθεση ότι πληρούν τους όρους της νομοθεσίας της ΕΕ για τη διατήρηση της φύσης και της άγριας ζωής. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να λαμβάνουν μέτρα για την έγκαιρη εφαρμογή των στρατηγικών έργων.

Ο κανονισμός θα ορίσει επίσης κανόνες για τη διαδικασία αδειοδότησης. Κάθε κράτος μέλος θα πρέπει να ορίσει μία εθνική αρχή υπεύθυνη για τη συντονισμένη διευκόλυνση της αδειοδότησης των έργων CRMs (one-stop shop, άρθρο 8), εντός τριών μηνών από την έναρξη ισχύος του κανονισμού. Αυτή η αρχή θα λειτουργεί ως κεντρικό σημείο επαφής για τους επενδυτές και θα διασφαλίζει την απλοποιημένη πρόσβαση σε πληροφορίες και διαδικασίες για την επίλυση διαφορών σχετικά με την αδειοδότηση. Τα στρατηγικά έργα θα πρέπει να εξετάζονται με τον ταχύτερο δυνατό τρόπο, τηρώντας το δίκαιο της ΕΕ και το εθνικό δίκαιο (άρθρο 9). Στην ΕΕ, αυτά τα έργα θα πρέπει να αναγνωριστούν ως ύψιστης εθνικής σημασίας και να τύχουν αντίστοιχης προτεραιότητας στις διαδικασίες χορήγησης αδειών. Όλες οι διαδικασίες επίλυσης διαφορών, προσφυγών, δικαστικών διαδικασιών και ένδικων μέσων που σχετίζονται με τη χορήγηση αδειών για τα στρατηγικά έργα στην ΕΕ, είτε αυτές λαμβάνουν χώρα ενώπιον εθνικών δικαστηρίων, επιτροπών ή μέσω διαμεσολάβησης και διαιτησίας, θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως επείγουσες.

Η διαδικασία χορήγησης αδειών για στρατηγικά έργα εξόρυξης θα πρέπει να ολοκληρώνεται εντός 24 μηνών, ενώ για στρατηγικά έργα που αφορούν μόνο επεξεργασία ή ανακύκλωση, η προθεσμία είναι 12 μήνες (άρθρο 10). Αυτές οι προθεσμίες μπορούν να παραταθούν σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Εάν απαιτείται εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων σύμφωνα με την Οδηγία 2011/92/ΕΕ, η εθνική αρμόδια αρχή πρέπει να παρέχει στον αιτούντα γνώμη σχετικά με το πεδίο και το επίπεδο λεπτομέρειας της εκτίμησης εντός 30 ημερών. Για στρατηγικά έργα που επηρεάζονται ταυτόχρονα από διάφορες περιβαλλοντικές νομοθεσίες της ΕΕ, όπως οι Οδηγίες 92/43/ΕΟΚ, 2000/60/ΕΚ, 2008/98/ΕΚ και άλλες, πρέπει να εφαρμοστεί συντονισμένη ή κοινή διαδικασία που να πληροί τις απαιτήσεις αυτών των νομοθεσιών. Τα κράτη μέλη οφείλουν να αναπτύξουν χωροταξικά σχέδια που να περιλαμβάνουν προβλέψεις για έργα CRM, δίνοντας προτεραιότητα σε μη καλλιεργήσιμες ή βιομηχανικές περιοχές (άρθρο 12). Εκτιμήσεις αυτών των σχεδίων βάσει της Οδηγίας 2001/42/ΕΚ και 92/43/ΕΟΚ μπορούν να συνδυαστούν, περιλαμβάνοντας και τις επιπτώσεις σε υδατικά ή θαλάσσια περιβάλλοντα.

Η Επιτροπή και τα κράτη μέλη θα πρέπει να αναλάβουν δράσεις για την επιτάχυνση και ενίσχυση ιδιωτικών επενδύσεων σε στρατηγικά έργα, σε συμμόρφωση με τα άρθρα 107 και 108 της ΣΛΕΕ για τις κρατικές ενισχύσεις (άρθρο 14). Αυτές οι δράσεις μπορεί να περιλαμβάνουν παροχή υποστήριξης σε έργα που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη

χρηματοδότηση, ενώ τα κράτη μέλη μπορούν να προσφέρουν διοικητική υποστήριξη. Σε περίπτωση δυσκολιών χρηματοδότησης, η μόνιμη υποομάδα του ευρωπαϊκού συμβουλίου CRMs θα μπορεί να συζητήσει και να συμβουλευτεί σχετικά με τη χρηματοδότηση του έργου (άρθρο 15). Επιπλέον, η Επιτροπή θα πρέπει να συστήσει ένα σύστημα που να διευκολύνει τη σύναψη συμβάσεων εξαγωγής για στρατηγικά έργα (άρθρο 16).

Τα κράτη μέλη οφείλουν να παρέχουν εύκολα προσβάσιμες πληροφορίες διαδικτυακά σχετικά με τις διοικητικές διαδικασίες που σχετίζονται με τα CRM, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών αδειοδότησης, χρηματοδότησης και επενδυτικών ευκαιριών (άρθρο 17). Κάθε κράτος μέλος θα πρέπει να καταρτίσει ένα εθνικό πρόγραμμα για τη γενική εξερεύνηση CRM εντός ενός έτους από την έναρξη ισχύος του κανονισμού, το οποίο θα επανεξετάζεται τουλάχιστον κάθε πέντε χρόνια (άρθρο 18). Τα κράτη μέλη πρέπει επίσης να ενημερώνουν την Επιτροπή για τα προγράμματά τους και να υποβάλλουν ετήσιες εκθέσεις για την εφαρμογή τους. Οι πληροφορίες για τα αποθέματα ορυκτών τους θα πρέπει να είναι δημόσια διαθέσιμες μέσω διαδικτυακής πλατφόρμας.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα παρακολουθεί τον κίνδυνο στην προσφορά κρίσιμων πρώτων υλών (CRM), εξετάζοντας στοιχεία όπως οι εμπορικές ροές, η ζήτηση, η προσφορά και η παραγωγική ικανότητα σε διάφορα στάδια της αλυσίδας αξίας (άρθρο 19). Υποστηριζόμενη από εθνικές αρχές μέσω μόνιμης υποομάδας του νέου συμβουλίου CRM, η Επιτροπή θα πραγματοποιεί προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων στις αλυσίδες εφοδιασμού τουλάχιστον κάθε 3 χρόνια. Τα αποτελέσματα αυτών των προσομοιώσεων, μαζί με στοιχεία παρακολούθησης και προτάσεις για μετριασμό του κινδύνου, θα δημοσιοποιούνται μέσω διαδικτυακής πλατφόρμας.

Σε περίπτωση διακοπής εφοδιασμού, η Επιτροπή θα ειδοποιεί τα κράτη μέλη και τα όργανα της ΕΕ (άρθρο 20). Τα κράτη μέλη θα παρέχουν πληροφορίες για τα έργα πρώτων υλών και θα παρακολουθούν τις δραστηριότητες των βασικών φορέων της αγοράς, αναφέροντας σημαντικά γεγονότα στην Επιτροπή. Επίσης, θα καταρτίζουν ετήσιες εκθέσεις για τα στρατηγικά αποθέματα πρώτων υλών (άρθρο 22), ενώ η Επιτροπή θα καθορίζει το ασφαλές επίπεδο αποθεμάτων.

Επιπλέον, τα κράτη μέλη θα εντοπίζουν μεγάλες εταιρείες που χρησιμοποιούν CRM για την παραγωγή στρατηγικών τεχνολογιών, οι οποίες θα πρέπει να διενεργούν έλεγχο

των αλυσίδων εφοδιασμού τους κάθε 2 χρόνια (άρθρο 23). Η Επιτροπή θα δημιουργήσει ένα κοινό σύστημα αγορών για τη συνολική ζήτηση των SRM στην ΕΕ (άρθρο 24).

Συνοπτικά, κάθε κράτος μέλος της ΕΕ υποχρεούται να υιοθετήσει εθνικά προγράμματα για την αύξηση της κυκλικότητας των κρίσιμων πρώτων υλών (CRM), με στόχο την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων με υψηλή δυνατότητα ανάκτησης CRM (άρθρο 25). Η νομοθεσία προβλέπει μέτρα όπως η αύξηση της συλλογής αποβλήτων, η προώθηση της δευτερογενούς παραγωγής CRM και η βελτίωση των τεχνολογιών ανακύκλωσης. Παράλληλα, οι εθνικές αρχές πρέπει να αναπτύξουν βάσεις δεδομένων με πληροφορίες για κλειστές εγκαταστάσεις αποβλήτων και να αξιολογήσουν την ανάκτηση CRM από εξορυκτικά απόβλητα (άρθρο 26).

Για προϊόντα που περιέχουν μόνιμους μαγνήτες, οι εταιρείες θα πρέπει να παρέχουν πληροφορίες για τον τύπο των μαγνητών και τα υλικά τους, όπως νεοδύμιο και κοβάλτιο, καθώς και το ποσοστό ανακυκλωμένων υλικών (άρθρα 27-28). Μετά το 2030, η Επιτροπή θα μπορούσε να καθορίσει ελάχιστες απαιτήσεις ανακυκλωμένης περιεκτικότητας για τους μόνιμους μαγνήτες.

Η Επιτροπή θα δημιουργήσει ένα μητρώο αναγνωρισμένων συστημάτων πιστοποίησης βιωσιμότητας για CRM (άρθρο 29), και θα καθορίσει κανόνες για τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των CRM (άρθρο 30). Τέλος, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο CRM, υπό την προεδρία της Επιτροπής, θα συντονίζει τις στρατηγικές εταιρικές σχέσεις και την παρακολούθηση της ασφάλειας εφοδιασμού, με την υποστήριξη μόνιμων υποομάδων (άρθρα 34-35) (European Commission, 2023 – Final Report).

1.3 Στόχοι της εργασίας

Οι πρώτες ύλες αποτελούν τη βάση της ευρωπαϊκής οικονομίας για τη διασφάλιση θέσεων εργασίας και ανταγωνιστικότητας και είναι απαραίτητες για τη διατήρηση και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών. Η εξασφάλιση αξιόπιστης, βιώσιμης και χωρίς στρεβλώσεις πρόσβασης των πρώτων υλών και η κυκλική χρήση τους στην

οικονομία αποτελεί, επομένως, αυξανόμενη ανησυχία εντός της ΕΕ (ΕΕ, 2014, 2011; Vidal-Legaz et al., 2016) και παγκοσμίως (Coulomb et al., 2015).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση της έννοιας των κρίσιμων πρώτων υλών και του ρόλου τους στην παγκόσμια οικονομία και βιομηχανία, η περιγραφή του ευρωπαϊκού σχεδίου για τις κρίσιμες πρώτες ύλες, των στόχων και των στρατηγικών του καθώς και η αξιολόγηση των προκλήσεων και των προοπτικών που αντιμετωπίζει η Ευρώπη όσον αφορά τη βιώσιμη προμήθεια των κρίσιμων πρώτων υλών. Η εργασία ξεκινά με το πρώτο κεφάλαιο που περιλαμβάνει μια εισαγωγή στο θέμα των κρίσιμων πρώτων υλών και στο ευρωπαϊκό σχέδιο για τις κρίσιμες πρώτες ύλες. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στο ποιες είναι οι κρίσιμες πρώτες ύλες και γιατί είναι σημαντικές για την οικονομία και τη βιομηχανία και αναλύει τους βασικούς τομείς όπου χρησιμοποιούνται αυτές οι πρώτες ύλες. Το τρίτο κεφάλαιο εξετάζει τους στόχους του Ευρωπαϊκού Σχεδίου CRM και αναλύει τα νομοθετικά μέτρα που περιλαμβάνονται στην αντίστοιχη δράση, ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται οι επιπτώσεις του προγράμματος στην οικονομία, τη βιομηχανία και το περιβάλλον καθώς και οι προκλήσεις και οι πιθανές δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσει η εφαρμογή του. Η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα και τις προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα αυτό.

2. Κρίσιμες πρώτες ύλες: Ορισμός και σημασία

2.1 Ορισμός κρίσιμων πρώτων υλών

Η τεχνολογική εξέλιξη που σημειώθηκε κατά τη διάρκεια των αιώνων απαιτούσε τη χρήση όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων και ποικιλίας πρώτων υλών, οι οποίες αποτελούν θεμελιώδη συστατικά για τη βιομηχανική παραγωγή, την τεχνολογική ανάπτυξη και την οικονομική πρόοδο. Οι πρώτες ύλες είναι βασικοί πόροι που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή αγαθών και τεχνολογιών, από καθημερινά καταναλωτικά προϊόντα και ηλεκτρονικά, μέχρι συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας, φαρμακευτικά προϊόντα και μεταφορές.

Οι πρώτες ύλες διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

1. Ανανεώσιμες πρώτες ύλες, που προέρχονται κυρίως από φυτά και ζώα, όπως το ξύλο, τα γεωργικά προϊόντα και η ηλιακή ενέργεια.
2. Μη ανανεώσιμες πρώτες ύλες, όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τα μέταλλα.

Επιπλέον, υπάρχουν και οι λεγόμενες δευτερογενείς πρώτες ύλες, που προκύπτουν από την επεξεργασία αποβλήτων ή την ανακύκλωση υλικών. Όλες αυτές οι πρώτες ύλες έχουν θεμελιώδη και καθημερινή επίδραση στον πληθυσμό. Λόγω της οικονομικής τους σημασίας, της περιορισμένης διαθεσιμότητας ή του κινδύνου διακοπής του εφοδιασμού, πολλά ορυκτά διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην υποστήριξη βιομηχανιών και την προώθηση της τεχνολογικής προόδου. Αυτά τα υλικά χαρακτηρίζονται συχνά ως «κρίσιμες» ή «στρατηγικές» πρώτες ύλες (Wittenberg & de Oliveira, 2023).

Από το 1970 έως το 2017, η παγκόσμια εξόρυξη φυσικών πόρων αυξήθηκε σημαντικά, από 27,1 δισεκατομμύρια τόνους σε 92,1 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως, ενώ η κατά κεφαλήν κατανάλωση αυξήθηκε από 7,4 σε 12,2 τόνους ετησίως. Κατά την ίδια περίοδο, η εξόρυξη μετάλλων, όπως ο σίδηρος, το αλουμίνιο και ο χαλκός, αυξανόταν με ρυθμό 2,7% ετησίως, φτάνοντας από το 9,5% στο 10% της συνολικής εξόρυξης. Αυτά τα μέταλλα χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή και την ανάπτυξη υποδομών μεταφορών. Η ζήτηση για σιδηρομεταλλεύματα αυξήθηκε κατά 3,5%

ετησίως, σε σύγκριση με τα μη σιδηρούχα ορυκτά, των οποίων η ζήτηση αυξήθηκε με ρυθμό 2,3% ετησίως.

Όσον αφορά τα μη μεταλλικά ορυκτά, η εξόρυξή τους αυξήθηκε από 9 σε 44 δισεκατομμύρια τόνους από το 1970 έως το 2017, με το μερίδιό τους στη συνολική εξόρυξη να αυξάνεται από 34% σε 48%. Περίπου το ένα τρίτο αυτών των υλικών εξορύσσονται στην Κίνα, ενώ η Ινδία και οι ΗΠΑ αντιπροσωπεύουν το 7,6% και 7,1% αντίστοιχα. Η εξόρυξη ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας και φυσικό αέριο) αυξήθηκε κατά περίπου 2% ετησίως, από 6 σε 15 δισεκατομμύρια τόνους, αν και το μερίδιό τους στη συνολική εξόρυξη μειώθηκε από 23% σε 16%. Η μεγαλύτερη αύξηση καταγράφηκε στο φυσικό αέριο, με 2,8% ετήσια αύξηση, λόγω της αυξανόμενης χρήσης του σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, ενώ η ζήτηση για άνθρακα αυξήθηκε κατά 2,1% και για πετρέλαιο κατά 1,3% ετησίως. Ωστόσο, οι νέες τεχνολογίες παραγωγής πράσινης ενέργειας έχουν μειώσει την κατανάλωση άνθρακα τα τελευταία χρόνια.

Η εξόρυξη βιομάζας, όπως καλλιέργειες, υπολείμματα καλλιεργειών, ξυλεία και ψάρια, αυξήθηκε από 9 σε 24 δισεκατομμύρια τόνους κατά την ίδια περίοδο (Oberle et al., 2019). Παρά την αύξηση αυτή, που ισοδυναμεί με 2% ετησίως, το μερίδιο της βιομάζας στην παγκόσμια εξόρυξη μειώθηκε από περίπου το ένα τρίτο στο ένα τέταρτο, καθώς η ζήτηση για άλλα υλικά αυξήθηκε ταχύτερα.

Αυτές οι τάσεις συνάδουν με την πορεία πολλών χωρών που εξέρχονται από τη φτώχεια και εισέρχονται σε πιο αναπτυγμένα στάδια οικονομίας, τα οποία απαιτούν αυξημένη χρήση ορυκτών, μετάλλων και ενεργειακών πρώτων υλών, χαρακτηριστικών των βιομηχανοποιημένων συστημάτων. Η κατανάλωση πρώτων υλών προβλέπεται να επιταχυνθεί περαιτέρω στο μέλλον. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Παγκόσμιας Τράπεζας, μέχρι το 2050, μόνο ο τομέας της ενέργειας, που προσανατολίζεται προς την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές, θα απαιτεί προμήθεια νικελίου αυξημένη κατά 100%, βανάδιου κατά 200%, ινδίου κατά σχεδόν 250%, και κοβαλτίου, γραφίτη και λιθίου κατά περίπου 500% (Hund et al., 2020). Επιπλέον, οι χώρες μεγάλης παραγωγής της ΕΕ είναι ιστορικά μεγάλοι εισαγωγείς πρώτων υλών, καθώς συνήθως δεν διαθέτουν αποθέματα πρώτων υλών στην επικράτειά τους. Στην πραγματικότητα, οι αλυσίδες παραγωγής τους εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από εισαγωγές από άλλες χώρες και το εμπορικό έλλειμμα της ΕΕ σε πρώτες ύλες ανέρχεται σήμερα σε 31

δισεκατομμύρια ευρώ (europarl.europa.eu/). Η αειφόρος ανάπτυξη βασίζεται στην κατασκευή και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης και ουδέτερων εκπομπών άνθρακα. Αυτό μεταφράζεται σε εργοστάσια που κατασκευάζουν προϊόντα όπως εξαρτήματα ανεμογεννητριών, φωτοβολταϊκά πάνελ και μπαταρίες ιόντων λιθίου. Η παραγωγή προϊόντων απαιτεί πρώτες ύλες, οι οποίες είναι ουσίες που χρησιμοποιούνται στην πρωτογενή παραγωγή ή την κατασκευή αγαθών. Μερικές από αυτές τις πρώτες ύλες είναι άμεσα διαθέσιμες, όπως ο σίδηρος για την παραγωγή χάλυβα, άμμου και ασβεστόλιθου για την κατασκευή γυαλιού και λάδι για την παραγωγή πολυμερών και πλαστικών. Ωστόσο, η προμήθεια άλλων πρώτων υλών μπορεί να είναι προβληματική (Ferro & Bonollo, 2019).

Αυτά τα στοιχεία υπογραμμίζουν την ανάγκη για στρατηγικό σχεδιασμό και επενδύσεις στην εξόρυξη και επεξεργασία πρώτων υλών, καθώς η παγκόσμια ζήτηση συνεχίζει να αυξάνεται, ιδίως ενόψει της μετάβασης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και των αυξημένων τεχνολογικών απαιτήσεων.

Οι κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM) είναι υλικά που παρουσιάζουν υψηλή ζήτηση, είναι δύσκολο να αντικατασταθούν και η προσφορά τους είναι ευάλωτη σε διακοπές. Η κρισιμότητα ενός υλικού εξαρτάται από δύο βασικούς παράγοντες: την οικονομική του σημασία και τον κίνδυνο εφοδιασμού. Η οικονομική σημασία αναφέρεται στη συμβολή του υλικού σε τελικές εφαρμογές και στη βιομηχανική προστιθέμενη αξία. Ο κίνδυνος εφοδιασμού, από την άλλη, αφορά τη συγκέντρωση της πρωτογενούς προσφοράς σε συγκεκριμένες χώρες, λαμβάνοντας υπόψη τις επιδόσεις διακυβέρνησής τους και τις εμπορικές συνθήκες (Pommeret, Ricci & Schubert, 2022).

Διάφορες χώρες έχουν καταρτίσει λίστες με CRM, αν και οι όροι, τα δεδομένα και τα πλαίσια αξιολόγησης διαφέρουν μεταξύ τους. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) διαθέτει τη μεγαλύτερη εμπειρία στην κατάρτιση αυτών των λιστών, ξεκινώντας από το 2011 και αναθεωρώντας τις κάθε τρία χρόνια. Από το 2011 έως το 2023, ο αριθμός των CRM αυξήθηκε κατά 1,67 νέες πρώτες ύλες ετησίως, φτάνοντας σε ένα σημείο κορεσμού. Ωστόσο, υπάρχουν ζητήματα που επηρεάζουν την αξιοπιστία των λιστών, όπως η έλλειψη διαφάνειας στη διαδικασία καθορισμού, η στατική θεώρηση της κρισιμότητας και η υπερβολική έμφαση στην ιδεολογία αντί του πραγματισμού. Συχνά δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ κρίσιμων και στρατηγικών πρώτων υλών (SRM), ενώ λείπει και η πρόβλεψη για εξωγενείς κινδύνους και τις δυναμικές του συστήματος.

Η έννοια της κρισιμότητας βασίζεται στην αλληλεπίδραση προσφοράς και ζήτησης, με τα υλικά που έχουν μεγάλη ζήτηση, είναι δύσκολα προς αντικατάσταση και ευάλωτα σε διακοπές εφοδιασμού να θεωρούνται κρίσιμα. Αυτή η έννοια θυμίζει τα «στρατηγικά» υλικά, τα οποία παλαιότερα θεωρούνταν απαραίτητα για πολεμικούς σκοπούς, αλλά τώρα εστιάζει περισσότερο στις σύγχρονες κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες. Οι λίστες CRM παίζουν σημαντικό ρόλο στον στρατηγικό σχεδιασμό και την εξωτερική πολιτική, υποστηρίζοντας την έρευνα, την ανάπτυξη και τις επενδύσεις σε αλυσίδες αξίας πρώτων υλών.

Η προσέγγιση της κρισιμότητας διαφέρει μεταξύ χωρών. Για παράδειγμα, η ΕΕ αναφέρεται σε αυτές τις πρώτες ύλες ως «Κρίσιμες Πρώτες Ύλες» (CRM), ενώ ο Καναδάς χρησιμοποιεί τον όρο «Κρίσιμα Ορυκτά». Παρά την ορολογική διαφοροποίηση, τα υλικά που περιλαμβάνονται είναι παρόμοια. Η ΕΕ έχει δημοσιεύσει πέντε εκδόσεις λιστών CRM από το 2011 έως το 2023, με τον αριθμό των υλικών να αυξάνεται από 14 το 2011 σε 34 το 2023. Ο Καναδάς, από την άλλη, έχει δημοσιεύσει μία λίστα πιο πρόσφατα. Η ταχύτατη αύξηση των CRM, σε συνδυασμό με τον χρόνο που απαιτείται για την εξερεύνηση και εκμετάλλευση νέων πόρων (συνήθως άνω της δεκαετίας), δημιουργεί αβεβαιότητα ως προς το πώς οι βιομηχανίες εξόρυξης θα μπορέσουν να προσαρμοστούν στις αλλαγές προτού χαθούν οι ευκαιρίες.

Η εξόρυξη φυσικών πόρων και οι κανονισμοί εμπορίου επηρεάζουν άμεσα τις εισαγωγές ορυκτών προϊόντων, τα οποία υπόκεινται σε κρατικές ρυθμίσεις. Ως εκ τούτου, οι στρατηγικές για την αντιμετώπιση των προβλημάτων εφοδιασμού κρίσιμων πρώτων υλών (CRM) είναι κατά κύριο λόγο στη διάθεση των κυβερνήσεων και των εθνικών βιομηχανιών, μέσω συγκεκριμένων πολιτικών και ρυθμιστικών επιλογών (Angerer et al., 2016). Η αυξανόμενη κατανόηση των δυνητικά αποσταθεροποιητικών επιπτώσεων των υλικών «σημείων συμφόρησης» στις χώρες που εξαρτώνται από βιομηχανίες έντασης πόρων, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πολυάριθμων εθνικών στρατηγικών CRM. Αυτές περιλαμβάνουν τη δημιουργία καταλόγων CRM για υλικά που δεν έχουν επαρκή υποκατάστατα.

Οι δύο πιο σημαντικοί κατάλογοι CRM είναι αυτοί που δημοσιεύονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (με την πιο πρόσφατη έκδοση τον Σεπτέμβριο του 2020) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020c) και το Υπουργείο Εσωτερικών των ΗΠΑ (με την πιο πρόσφατη έκδοση τον Μάιο του 2018) (DOI, 2018). Αυτοί οι κατάλογοι

αναθεωρούνται τακτικά, αντανακλώντας τις συνεχιζόμενες αλλαγές στους γεωπολιτικούς και κοινωνικο-τεχνικούς παράγοντες που επηρεάζουν την παροχή CRM. Μια επιπλέον σημαντική λίστα καταρτίζεται από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) για την καθοδήγηση των κρατών μελών του (ΟΟΣΑ, 2015).

Άλλες στρατηγικές που έχουν στη διάθεσή τους οι κυβερνήσεις και οι εθνικές βιομηχανίες περιλαμβάνουν την υποστήριξη βασικής έρευνας για την ανάπτυξη εναλλακτικών υλικών ή την επιδότηση τεχνολογιών καθαρής ενέργειας που εξαρτώνται λιγότερο από τα CRM. Επιπλέον, υπάρχει αυξημένη προσπάθεια για τη βελτίωση των ποσοστών ανακύκλωσης σε εγχώριο επίπεδο (Hodgkinson & Smith, 2021).

Η αλυσίδα αξίας των ορυκτών είναι δύσκολο να προσαρμοστεί γρήγορα λόγω της έντονης λειτουργικής αδράνειας, γεγονός που καθιστά τις επενδύσεις σε αυτή υψηλού κινδύνου. Οι διαδικασίες επεξεργασίας και εμπλουτισμού των πρώτων υλών είναι εξειδικευμένες και δεν μπορούν εύκολα να τροποποιηθούν ή να αλλάξουν πηγή χωρίς σημαντικές επενδύσεις και τροποποιήσεις. Επίσης, η αλυσίδα αξίας των ορυκτών κινείται με πιο αργούς ρυθμούς σε σχέση με τις βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας, που αποτελούν βασικούς καταναλωτές κρίσιμων πρώτων υλών (CRM). Τα παραπάνω, έχουν σαν αποτέλεσμα, μια «συντηρητική» συμπεριφορά των CRM, η οποία μπορεί να αυξήσει την κρισιμότητα άλλων υλικών εάν οι εταιρείες εξόρυξης αλλάξουν τις προτεραιότητές τους. Για παράδειγμα, στην ΕΕ, μεταξύ 2011 και 2023, ο αριθμός των νέων υλικών που χαρακτηρίστηκαν ως κρίσιμα υπερδιπλασιάστηκε σε σχέση με τα αρχικά προσδιορισμένα, με αναλογία 2,43 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011, 2014, 2017a, 2020a, 2023b). Αξίζει να σημειωθεί, πως κατά τη διάρκεια της περιόδου 2011-2023, η ΕΕ αντιμετώπισε διάφορα γεγονότα με σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο, όπως η μαζική ψηφιοποίηση, η ελληνική κρίση χρέους και η κρίση στην Ευρωζώνη που ξεκίνησε το 2015, το Brexit το 2016, η πανδημία COVID-19 και, πιο πρόσφατα, ο πόλεμος Ρωσίας-Ουκρανίας το 2022. Καθένα από αυτά τα γεγονότα είχε διαφορετικές χρονικές επιπτώσεις, μερικές από τις οποίες εξακολουθούν να είναι ενεργές μέχρι σήμερα. Για παράδειγμα, η ελληνική κρίση χρέους έχει υποχωρήσει σε μεγάλο βαθμό, ενώ η ζήτηση για ψηφιοποίηση παραμένει ισχυρή. Αυτά τα γεγονότα πιθανότατα επηρέασαν τις αλλαγές στις λίστες CRM της ΕΕ με την πάροδο του χρόνου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι συνδέσεις είναι εμφανείς, όπως με τον πόλεμο Ρωσίας-

Ουκρανίας το 2022, που οδήγησε στην πρόταση της ΕΕ για την κατηγοριοποίηση των «Στρατηγικών Πρώτων Υλών» (SRM) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023β), παρόλο που η έννοια είχε ήδη αναφερθεί στο έγγραφο προοπτικής του 2020 πριν τον πόλεμο (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020β).

Η κατηγορία των SRM διαφέρει κυρίως σε σημασιολογικό επίπεδο από τα παραδοσιακά CRM, με ειδικές αναφορές στις στρατιωτικές ανάγκες, καθώς τα υλικά αυτά θεωρούνται «σημαντικά για τεχνολογίες που υποστηρίζουν τη δίδυμη πράσινη και ψηφιακή μετάβαση, αλλά και για τους αμυντικούς και αεροδιαστημικούς στόχους» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023β). Οι SRM χρησιμοποιούνται σε τεχνολογίες διπλής χρήσης, δηλαδή σε τεχνολογίες που έχουν τόσο πολιτική όσο και στρατιωτική εφαρμογή. Για παράδειγμα, τα συστήματα υπολογιστών για καθοδήγηση, έλεγχο και αυτόνομη δράση βασίζονται στα ίδια υλικά για εφαρμογές όπως τα drones (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020β). Έτσι, η στρατηγική διαχείριση των πρώτων υλών και η διαφοροποίηση των SRM και CRM είναι κρίσιμες για τη στήριξη της τεχνολογικής προόδου και των βιομηχανικών δυνατοτήτων της ΕΕ, ενισχύοντας ταυτόχρονα τη διττή εφαρμογή τους σε πολιτικούς και στρατιωτικούς τομείς (Zhang, et al., 2023).

Σε αυτό το πλαίσιο, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καταρτίσει έναν κατάλογο στο πλαίσιο της Πρωτοβουλίας για τις Πρώτες Ύλες (RMI), που περιλαμβάνει 34 υλικά που θεωρούνται κρίσιμα, με βάση τη σημασία τους για κλάδους όπως οι ψηφιακές τεχνολογίες, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η ηλεκτροκίνηση, η υγειονομική περίθαλψη, η άμυνα και η αεροδιαστημική. Ο κατάλογος είναι ένα εργαλείο που έχει σχεδιαστεί για την υποστήριξη της ανάπτυξης πολιτικών της ΕΕ, για τον εντοπισμό τομέων που απαιτούν πρόσθετες επενδύσεις. Όσον αφορά την έρευνα και την ανάπτυξη, η λίστα μπορεί να βοηθήσει στην ενημέρωση της κατεύθυνσης των προγραμμάτων Horizon 2020, Horizon Europe και εθνικών χρηματοδοτικών προγραμμάτων της ΕΕ, με ιδιαίτερη έμφαση στους τομείς νέων τεχνολογιών εξόρυξης που σχετίζονται με το CRM, την υποκατάσταση CRM και την ανάκτηση/ανακύκλωση CRM (David, et al., 2021).

Είναι σημαντικό ότι ο πυρήνας της απάντησης της ΕΕ στην πανδημία ήταν να τη χρησιμοποιήσει για να μεταμορφώσει την οικονομία και την κοινωνία της. Η δίδυμη μετάβαση σε ένα πράσινο και ψηφιακό μέλλον βασίζεται ιδιαίτερα στην ασφάλει και ποικιλόμορφη παροχή CRM. Στο ταξίδι της προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών

άνθρακα, η ΕΕ θα πρέπει ωστόσο να διασφαλίσει ότι δεν θα αντικαταστήσει την εξάρτησή της από τα ορυκτά καύσιμα με την εξάρτησή της από τα CRM. Η ΕΕ έχει επίσης εγκαινιάσει την Ευρωπαϊκή Συμμαχία Πρώτων Υλών, ενώνοντας τη βιομηχανία, τους ερευνητές, τα κράτη μέλη και την κοινωνία των πολιτών για να καλύψουν τα κύρια κενά στις αλυσίδες αξίας. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο υπήρξε μακροχρόνιος υποστηρικτής της ενίσχυσης όλων των στοιχείων των αλυσίδων αξίας CRM για τη διασφάλιση της ασφάλειας του εφοδιασμού και την αποδυνάμωση των ανεπιθύμητων εξαρτήσεων (europarl.europa.eu/).

2.2 Σημασία των κρίσιμων πρώτων υλών στην οικονομία και στη βιομηχανία

Η αυξανόμενη ανάγκη για προηγμένα υλικά και εξαρτήματα που επιτρέπουν την υλοποίηση κρίσιμων λειτουργιών, σε συνδυασμό με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και τους περιορισμένους πόρους της γης, δημιουργούν ανησυχίες σχετικά με την μελλοντική επάρκεια των κρίσιμων πρώτων υλών. Η αυξανόμενη κατανάλωση και οι συνεχείς αλλαγές στην παγκόσμια οικονομική, χρηματοπιστωτική και πολιτική σκηνή έχουν προκαλέσει ανισορροπίες στην προσφορά και ζήτηση ορισμένων πρώτων υλών, οδηγώντας σε αστάθειες στις τιμές και δημιουργώντας αβεβαιότητα σχετικά με τις τεχνολογίες και τις στρατηγικές εισαγωγής τους στην αγορά.

Ενώ οι τομείς των κατασκευών και των μεταφορών εξακολουθούν να έχουν ανάγκη από μεγάλα αποθέματα μετάλλων όπως χαλκό, ψευδάργυρο, αλουμίνιο, μόλυβδο, χάλυβα, καθώς και αδρανή υλικά όπως άμμο και ασβεστόλιθο, οι νέες τεχνολογίες απαιτούν εξειδικευμένα υλικά όπως στοιχεία σπάνιων γαιών (REE), μέταλλα της ομάδας της πλατίνας, και άλλα μέταλλα χρήσιμα σε τεχνολογικές εφαρμογές όπως κοβάλτιο, ασήμι, ταντάλιο, τιτάνιο και βολφράμιο (Hofmann et al., 2018). Οι κρίσιμες πρώτες ύλες χρειάζονται σε πολλές βασικές βιομηχανίες όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, ο χάλυβας, η αεροδιαστημική, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μελλοντικά προϊόντα και τεχνολογίες, που αφορούν στην ηλεκτροκίνηση, την ψηφιοποίηση, τη βιομηχανία 4.0 και τον ενεργειακό μετασχηματισμό, αλλάζουν και αυξάνουν τη ζήτηση για πρώτες ύλες, ενώ πολλοί είναι οι ερευνητές που ορίζουν την ενεργειακή ασφάλεια ως τη διαθεσιμότητα επαρκών αποθεμάτων για τις διαθέσιμες τιμές, αν και παραδέχονται ότι διαφορετικές χώρες ερμηνεύουν αυτόν τον

όρο με διαφορετικούς τρόπους. Στο πλαίσιο των πρώτων υλών, η πρόσβαση στους πόρους και η βιωσιμότητα είναι οι βασικοί παράγοντες για την ανθεκτικότητα της ΕΕ. Αυτό ισχύει για όλες τις πρώτες ύλες, συμπεριλαμβανομένων των βασικών μετάλλων, των βιομηχανικών ορυκτών πρώτων υλών, των αδρανών υλικών, αλλά είναι ακόμη πιο απαραίτητο στην περίπτωση των πρώτων υλών που είναι κρίσιμες για την ΕΕ (Domaracka et al., 2022).

Οι κυριότερες τάσεις στην Ευρώπη που επηρεάζουν τις πρώτες ύλες περιλαμβάνουν τη στροφή προς την ανάπτυξη βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών, όπως τα φωτοβολταϊκά και η αιολική ενέργεια, καθώς και την προώθηση νέων μοντέλων στις μεταφορές, μέσω της ενίσχυσης των ηλεκτρικών οχημάτων και της χρήσης τεχνολογιών πληροφορικής και αισθητήρων. Αυτές οι τεχνολογίες συνδέονται με τις μεγάλες κοινωνικές προκλήσεις, όπως η κλιματική αλλαγή, η κινητικότητα, η υγεία και η ανάγκη για νέες προσεγγίσεις στην αστική ανάπτυξη. Ωστόσο, αυτές οι εξελίξεις συνοδεύονται από αυξημένη ζήτηση για πρώτες ύλες, ιδιαίτερα για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM). Τα ορυκτά καύσιμα όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι περιορισμένοι, μη ανανεώσιμοι πόροι και στόχο συνιστά η αντικατάστασή τους παγκοσμίως από ανανεώσιμες εναλλακτικές λύσεις για τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Σύμφωνα με την Υπηρεσία Ενεργειακών Πληροφοριών των ΗΠΑ (EIA), η παγκόσμια κατανάλωση εμπορεύσιμης ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά περίπου 48% έως το 2040. Παρόλο που το πετρέλαιο αντιπροσωπεύει το ένα τρίτο της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (εκτός της υδροηλεκτρικής) αντιστοιχούν μόνο στο 4-5%, αν και η χρήση τους αυξήθηκε κατά 14,1% το 2016, με την αιολική ενέργεια να καλύπτει πάνω από το ήμισυ της αύξησης και την ηλιακή το ένα τρίτο. Η Κίνα ξεπέρασε τις ΗΠΑ και πλέον κατέχει τη μεγαλύτερη παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας παγκοσμίως. Καθώς η Ευρώπη, η Ασία και η Βόρεια Αμερική μετασχηματίζουν τα ενεργειακά τους συστήματα, η ζήτηση για νέες τεχνολογίες όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, καθώς και για την ηλεκτροκίνηση, συνεχίζει να αυξάνεται. Η Ευρώπη ηγείται στην παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, στοχεύοντας το 50% της ηλεκτρικής ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2030. Αυτό θα προκαλέσει σημαντική αύξηση της ζήτησης για υλικά όπως το τελλούριο, το ίνδιο, το γάλλιο, το δυσπρόσιο και το νεοδύμιο τα επόμενα χρόνια (Bertrand et al., 2016). Η ζήτηση αυτών των υλικών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως οι

τεχνολογικές εξελίξεις και η αύξηση του πληθυσμού και του πλούτου, ενώ η ανάπτυξη μελλοντικών τεχνολογιών, όπως η ηλεκτροκίνηση, θα ενισχύσει περαιτέρω τη ζήτηση. Στον τομέα των φωτοβολταϊκών, οι διάφορες τεχνικές λύσεις (π.χ. κρυσταλλικό πυρίτιο, Cd-Te, CIGS) θα επηρεάσουν την ανάγκη για συγκεκριμένα μέταλλα όπως το τελλούριο, το ίνδιο ή το γάλλιο. Παράλληλα, η πρόοδος στις επιστήμες υλικών μπορεί να οδηγήσει σε υποκατάσταση και βελτιώσεις στην ανακύκλωση, μειώνοντας την ανάγκη για πρωτογενή μέταλλα.

Παρόλο που ορισμένα από τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στις ανανεώσιμες ενεργειακές εφαρμογές υπάρχουν και στην Ευρώπη, πάνω από το 90% των σπάνιων γαιών (REE) που χρησιμοποιούνται στις γεννήτριες μόνιμου μαγνήτη των ανεμογεννητριών, όπως το νεοδύμιο και το δυσπρόσιο, εξορύσσονται κυρίως στην Κίνα, η οποία είναι η μοναδική χώρα παγκοσμίως με ολοκληρωμένη αλυσίδα αξίας από το ορυχείο μέχρι τον μαγνήτη (Bertrand et al., 2016). Οι αυξημένες καταναλωτικές ανάγκες, οι τεχνικές καινοτομίες και η χρηματοοικονομική κερδοσκοπία οδήγησαν σε απότομες αυξήσεις στις τιμές πολλών μετάλλων το 2011/12, ειδικά αυτών με περιορισμένες εξαγωγές ή άλλους περιορισμούς στην προσφορά. Οι περιορισμοί στις κινεζικές εξαγωγές REE μεταξύ 2010-2014 ευαισθητοποίησαν την παγκόσμια αγορά και προκάλεσαν πολιτικές πρωτοβουλίες. Ως αποτέλεσμα, οι τιμές αυτών των στοιχείων αυξήθηκαν δραματικά, με το πρασεοδύμιο να αυξάνεται κατά 10 φορές και το δυσπρόσιο κατά 40 φορές από τα μέσα του 2010 έως τα τέλη του 2011. Αργότερα, οι τιμές μειώθηκαν ξανά, και σήμερα τα περισσότερα από αυτά τα στοιχεία έχουν διπλάσια τιμή σε σύγκριση με το 2010 (Sovacool, 2014).

Η ίδια κατάσταση ισχύει και για άλλα μέταλλα όπως το νικέλιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός και το ασήμι, λόγω της επιβράδυνσης της οικονομικής ανάπτυξης, ιδίως στην Κίνα, της αύξησης της αποδοτικότητας στη χρήση και της ανακύκλωσης υλικών, καθώς και της μείωσης των κερδοσκοπικών δραστηριοτήτων. Παρ' όλα αυτά, η προσωρινή σταθεροποίηση στις αγορές μετάλλων ενδέχεται να αναστραφεί και να οδηγήσει σε νέες αυξήσεις τιμών ή ακόμη και σε πιθανές ελλείψεις στην προσφορά, ενώ ήδη εμφανίζονται τα πρώτα σημάδια αύξησης τιμών για ορισμένα μέταλλα. Για παράδειγμα, οι τιμές του κοβαλτίου και του λιθίου, τα οποία είναι απαραίτητα για τις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτροκίνηση και την αποθήκευση ενέργειας, αυξήθηκαν σημαντικά από τις αρχές του 2016 έως το τέλος του 2017. Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά και υβριδικά

οχήματα ζυγίζουν από 30 κιλά για υβριδικά έως και πάνω από 500 κιλά για πλήρως ηλεκτρικά οχήματα, ανάλογα με τη χωρητικότητά τους, και απαιτούν κοβάλτιο, λίθιο, νικέλιο, μαγγάνιο και φυσικό γραφίτη. Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών, η τεχνολογία που χρησιμοποιείται ποικίλλει και ανάλογα με τον τύπο απαιτούνται διάφορα υλικά, όπως πυρίτιο, γάλλιο, ίνδιο, τελλούριο και ασήμι για τις πίσω επαφές. Οι πολιτικές πρωτοβουλίες για την προώθηση της ηλιακής ενέργειας έχουν οδηγήσει σε ραγδαία αύξηση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών μονάδων σε πολλές βιομηχανικές χώρες, με τη Γερμανία να αυξάνει τις εγκαταστάσεις της από 1.000 το 2000 σε πάνω από 1,5 εκατομμύρια (Mobili et al., 2018). Αυτή η αλλαγή στο πολιτικό και κοινωνικό περιβάλλον έχει τεράστια επίδραση στη ζήτηση υλικών που είναι απαραίτητα για την παραγωγή αξιόπιστων προϊόντων υψηλής απόδοσης. Το 2015, η Κίνα και η Ταϊβάν κατείχαν το 67% της παγκόσμιας παραγωγής φωτοβολταϊκών μονάδων, ενώ η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική συνεισέφεραν μόλις το 5% και το 3% αντίστοιχα (Grilli et al., 2017).

Το γάλλιο και οι ενώσεις του όπως το γάλλιο-αρσενίδιο (GaAs) είναι σημαντικά όχι μόνο σε κυψελίδες φωτοβολταϊκών λεπτής μεμβράνης αλλά και σε πολυάριθμες ηλεκτρονικές εφαρμογές. Η Γερμανία είναι ένας από τους σημαντικότερους ανακυκλωτές για το γάλλιο και το μεγαλύτερο μέρος του ανακτημένου γαλλίου προέρχεται από τα υπολείμματα παραγωγής γαλλίου που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία της επιταξίας για την κατασκευή ημιαγωγών. Το γάλλιο θα χρησιμοποιείται ακόμη πιο συχνά για ημιαγωγούς στο μέλλον, καθώς οι δίοδοι εκπομπής φωτός (LED) γίνονται όλο και πιο σημαντικές στις έξυπνες πόλεις, στις νέες τεχνολογίες μεταφορών και στις ΤΠΕ.

Ο ενημερωμένος κατάλογος κρίσιμων πρώτων υλών για το 2020 αναφέρει ότι για μπαταρίες ηλεκτρικών οχημάτων και αποθήκευση ενέργειας, η ΕΕ θα χρειαζόταν έως και 18 φορές περισσότερο λίθιο και 5 φορές περισσότερο κοβάλτιο το 2030 και σχεδόν 60 φορές περισσότερο λίθιο και 15 φορές περισσότερο κοβάλτιο το 2050 (European Commission, 2020). Ο ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) προβλέπει ότι η παγκόσμια χρήση ορυκτών θα αυξηθεί κατά περισσότερο από διπλάσιο, από 79 δισεκατομμύρια τόνους το 2011 σε 167 δισεκατομμύρια τόνους το 2060. Μέχρι το 2050, η ζήτηση για σπάνιες γαίες που χρησιμοποιούνται σε μόνιμους μαγνήτες, π.χ. για ηλεκτρικά οχήματα ή ψηφιακές τεχνολογίες, θα μπορούσε να είναι 10 φορές υψηλότερη. Αυτό θα πρέπει να επιλυθεί στο πλαίσιο της αυξανόμενης

παγκόσμιας ζήτησης πρώτων υλών λόγω της πληθυσμιακής αύξησης, της εκβιομηχάνισης, της απαλλαγής από τον άνθρακα των μεταφορών, των ενεργειακών συστημάτων και άλλων βιομηχανικών τομέων, της αυξανόμενης ζήτησης από τις αναπτυσσόμενες χώρες και των νέων τεχνολογικών χρήσεων. Η Παγκόσμια Τράπεζα προβλέπει ότι η ζήτηση για μέταλλα και ορυκτά θα αυξηθεί κατακόρυφα με τους στόχους που σχετίζονται με το κλίμα (Domaracka et al., 2022).

Επιπλέον, οι πρώτες ύλες είναι όλο και πιο σημαντικές για τις τεχνολογικές καινοτομίες που συνδέονται με τη δίδυμη μετάβαση, (ψηφιακή και πράσινη). Όσον αφορά την προμήθεια πρώτων υλών που συνδέονται με τους τομείς αυτούς, οι οπτικές ίνες και ο άλλος ηλεκτρονικός εξοπλισμός απαιτούν σπάνιες γαίες, ταντάλιο και παλλάδιο. Τα τσιπ χρειάζονται στοιχεία με μαγνητικές ιδιότητες, το ήλιο χρησιμοποιείται για ημιαγωγούς, το νεοδύμιο για τις τεχνολογίες αποθήκευσης δεδομένων. Το νεοδύμιο και το δυσπρόσιο χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μόνιμων μαγνητών. Εκτιμάται ότι για τις τεχνολογίες ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας) χρησιμοποιούμενα υλικά, δηλαδή παλλάδιο, γάλλιο, δυσπρόσιο, νεοδύμιο θα δουν αύξηση της ζήτησης ακόμη και αν όχι τόσο έντονη όσο σε άλλες περιπτώσεις. Η ανάπτυξη τεχνολογιών ηλεκτρονικής απεικόνισης όπως επίπεδες οθόνες και οι οθόνες αφής οδήγησαν σε αυξημένη ζήτηση για ίνδιο με τη μορφή μεμβρανών οξειδίου κασσίτερου λεπτού ινδίου. Η κύρια χρήση του γαλλίου είναι στους ημιαγωγούς για ολοκληρωμένα κυκλώματα. Διάφοροι τύποι ημιαγωγών χρησιμοποιούν βόριο, γάλλιο και γερμάνιο και γραφένιο για αγωγίμο υλικό.

Η πράσινη μετάβαση προς μια οικονομία χωρίς άνθρακα, που ξεκίνησε με την πράσινη συμφωνία της ΕΕ στοχεύει στην επίτευξη, έως το 2050, 50% ικανοποιημένης ενεργειακής απαίτησης από ηλεκτρική ενέργεια, από την οποία το 80% προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Οι ηλιακές και αιολικές τεχνολογίες θα χρησιμοποιηθούν σε μεγάλο βαθμό για την επίτευξη αυτών των στόχων. Η αιολική και η φωτοβολταϊκή ενέργεια συγκαταλέγονται στις πράσινες τεχνολογίες, εκείνες που προορίζονται να επεκταθούν περισσότερο τις επόμενες δεκαετίες. Το 2016 η αιολική ενέργεια αντιπροσώπευε το 11,4% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη, ενώ η ηλιακή ενέργεια ανήλθε σε περίπου 4% και αναμένεται να φτάσει το 7% το 2030 και το 11% το 2050. Αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιούν ανεμογεννήτριες και ηλιακούς συλλέκτες για να μετατρέψουν ανανεώσιμες πηγές όπως το ηλιακό φως ή ο άνεμος σε ηλεκτρική ενέργεια.

Άλλες τεχνολογίες, όπως οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες χρησιμεύουν για την αποθήκευση αυτής της ενέργειας, ενώ άλλες, όπως η ρομποτική και οι ψηφιακές τεχνολογίες, βελτιώνουν αντίστοιχα τις διαδικασίες παραγωγής και τη μετατροπή και μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας. Η ψηφιοποίηση είναι σημαντική για τη βελτίωση της ασφάλειας, της βιωσιμότητας, της παραγωγικότητας, της προσβασιμότητας των ενεργειακών συστημάτων, για τη διευκόλυνση της διαχείρισης και λειτουργίας του δικτύου. Η ρομποτική και ο αυτοματισμός αυξάνουν το μερίδιό τους στην παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εξοικονομώντας χρόνο από τη βιομηχανία, αυξάνοντας την παραγωγικότητα και βελτιστοποιώντας την απόδοση. Η ρομποτική χρησιμοποιείται επίσης ήδη στην παραγωγή τεχνολογιών που σχετίζονται με φωτοβολταϊκά και αιολικά, για την παραγωγή εξαρτημάτων πυριτίου σε φωτοβολταϊκά πάνελ και σε εξαρτήματα που σχετίζονται με την παραγωγή ανεμογεννητριών. Η μεγάλη χρήση σπάνιων γαιών για την παραγωγή ανεμογεννητριών κάνει την εφοδιαστική αλυσίδα αυτής της παραγωγής να είναι πολύ ευάλωτη. Όσον αφορά τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις παραγωγές, οι κρίσιμες σπάνιες γαίες όπως το νεοδύμιο, το δυσπρόσιο και το πρασεοδύμιο, είναι απαραίτητα υλικά για την παραγωγή μόνιμων μαγνητών που χρησιμοποιούνται σε ανεμογεννήτριες υψηλής απόδοσης. Το βορικό άλας, το γάλλιο, το γερμάνιο, το ίνδιο και το μέταλλο πυριτίου, που είναι CRM χρειάζονται στα ηλιακά φωτοβολταϊκά, τη ρομποτική και τις ψηφιακές τεχνολογίες. Η πλατίνα χρησιμοποιείται σε ψηφιακές εφαρμογές, όπως οι σκληροί δίσκοι. Στην παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων εντοπίζεται υψηλός κίνδυνος για την προμήθεια πρώτων υλών, ενώ εκτιμάται ένα μέσο επίπεδο κινδύνου για την προμήθεια υλικών και επεξεργασμένων εξαρτημάτων. Συνολικά, η ΕΕ συνεισφέρει το 6% των συνολικών προμηθειών που απαιτούνται σε αυτόν τον τομέα. Η αύξηση της ηλεκτροκίνησης τα επόμενα χρόνια θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη ζήτηση για κοβάλτιο, γραφίτη και σπάνιες γαίες αλλά και λίθιο για μπαταρίες. Ωστόσο, η ταχύτητα αντικατάστασης των ηλεκτρικών οχημάτων με παραδοσιακά δεν είναι ακόμη μετρήσιμη, καθώς δεν είναι γνωστό ποιο θα είναι το χρονοδιάγραμμα και οι στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν για την ηλεκτρική κινητικότητα. Ο γραφίτης χρησιμοποιείται σε επενδύσεις φρένων, συστήματα εξάτμισης, κινητήρες και μπαταρίες. Το παλλάδιο, η πλατίνα και το ρόδιο υπάρχουν στους καταλύτες αυτοκινήτων και στα φίλτρα σωματιδίων. Το νιόβιο χρησιμοποιείται ως συνδετικό μέσο σε χάλυβα υψηλής αντοχής και κράματα νικελίου που χρησιμοποιούνται στη δομή του αμαξώματος, του κινητήρα άλλων εξαρτημάτων.

Η ζήτηση για σπάνιες γαίες όπως το νεοδύμιο, το πρασεοδύμιο και, σε μικρότερο βαθμό, το δυσπρόσιο, τα οποία χρησιμοποιούνται όλες σε μεγάλες ποσότητες για μαγνήτες νεοδυμίου-σιδήρου-βορίου υψηλής απόδοσης σε ηλεκτρικούς και υβριδικούς κινητήρες αναμένεται να αυξηθεί. Επιπλέον, η αύξηση των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων όπως αισθητήρες, οθόνες, κυκλώματα, θα οδηγήσει σε αύξηση της ζήτησης για γάλλιο, γερμάνιο και ίνδιο. Το χρώμιο, το βολφράμιο και το βανάδιο είναι άλλα στοιχεία που απαιτούνται σχεδόν από όλες τις τεχνολογίες.

Οι κρίσιμες πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται στις παραγωγές της αμυντικής βιομηχανίας, πολλές από τις οποίες είναι αναντικατάστατες, καθώς άλλες δεν επιτρέπουν την ίδια απόδοση. Το νιόβιο, το βανάδιο και το μολυβδαίνιο χρησιμοποιούνται για την παραγωγή κραμάτων υψηλής απόδοσης που χρησιμοποιούνται σε ατράκτους αεροσκαφών. Το τιτάνιο είναι κρίσιμο για τις αντιδιαβρωτικές του ιδιότητες και επειδή ζυγίζει λιγότερο από τα σούπερ κράματα με βάση το χάλυβα και το νικέλιο. Το βηρύλλιο είναι έξι φορές ελαφρύτερο και ισχυρότερο από τον χάλυβα. Οι ίνες άνθρακα χρησιμοποιούνται λόγω του χαμηλού συντελεστή θερμικής διαστολής, της υψηλής ακαμψίας και της υψηλής αντοχής στην τριβή. Τα στοιχεία σπάνιων γαιών (REE) χρησιμοποιούνται σε μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα, πυρομαχικά καθοδήγησης ακριβείας, στόχευση με λέιζερ και δορυφορικές επικοινωνίες. Η ρομποτική χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς όπως η βιομηχανία, η γεωργία, η ιατρική, οι μεταφορές, η εξόρυξη, η εξερεύνηση του διαστήματος και οι υποβρύχιες επιχειρήσεις (Regulation (EU) 2024/1252).

Προκύπτει πως η σημασία των κρίσιμων πρώτων υλών είναι πολυδιάστατη και συνδέεται άμεσα με τις προκλήσεις της παγκόσμιας οικονομίας, της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και της τεχνολογικής καινοτομίας. Η στρατηγική διαχείριση και η ανθεκτικότητα στις αλυσίδες εφοδιασμού θα είναι κρίσιμες για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών, ιδίως στην ΕΕ, που αναζητά τρόπους για να ενισχύσει τη βιωσιμότητά της και να μειώσει την εξάρτησή της από εξωτερικούς προμηθευτές.

2.3 Ανάλυση των βασικών τομέων όπου χρησιμοποιούνται οι κρίσιμες πρώτες ύλες

Σύμφωνα με έκθεση του ΟΟΣΑ το 2018, η ετήσια παγκόσμια χρήση υλικών αναμένεται να υπερδιπλασιαστεί μέχρι το 2060, φτάνοντας τους 167 δισεκατομμύρια

τόνους. Αυτή η αύξηση θα εντείνει τον παγκόσμιο ανταγωνισμό για υλικά και θα εντείνει τις περιβαλλοντικές πιέσεις, ιδιαίτερα για στρατηγικές πρώτες ύλες όπως το λίθιο, το κοβάλτιο και τα βορικά άλατα. Η ΕΕ έχει εντοπίσει 34 τέτοιες κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM) που είναι σημαντικές για τη βιομηχανία και την οικονομία της. Αυτά τα CRM ανήκουν σε πέντε κατηγορίες: βιομηχανικά και κατασκευαστικά ορυκτά, μέταλλα σιδήρου, πολύτιμα μέταλλα, σπάνιες γαίες και άλλα μη σιδηρούχα μέταλλα.

Η ζήτηση για CRM θα προέλθει από τομείς όπως οι ψηφιακές τεχνολογίες, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η ηλεκτροκίνηση, η άμυνα και η αεροδιαστημική. Ωστόσο, οι περισσότερες από αυτές τις πρώτες ύλες προέρχονται ή επεξεργάζονται σε τρίτες χώρες, με την Κίνα να είναι ο κύριος προμηθευτής για σχεδόν το 44% των CRM στην ΕΕ. Οι προμήθειες CRM συχνά σχετίζονται με παραβιάσεις ανθρωπίνων δικαιωμάτων και περιβαλλοντική υποβάθμιση. Μόνο τρεις από τις κρίσιμες πρώτες ύλες προέρχονται κυρίως από την ΕΕ, με τις περισσότερες αλυσίδες αξίας CRM στην ΕΕ να περιορίζονται στη διύλιση ή την κατασκευή (www.europarl.europa.eu/).

Όπως οι τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της κινητικότητας, τα πιο κρίσιμα βήματα στην αλυσίδα εφοδιασμού της αμυντικής βιομηχανίας αφορούν την προμήθεια πρώτων υλών και τις τελικές συναρμολογήσεις.

Σύμφωνα με τους Lgi & Abderrahim (2018), οι τρεις κύριες εφαρμογές κάθε κρίσιμης πρώτης ύλης αφορούν στους τομείς:

1. Μεταφορές
2. Ενέργεια
3. Ηλεκτρονικά & τηλεπικοινωνίες
4. Μεταλλουργία
5. Χημική βιομηχανία
6. Γεωργία
7. Άλλες βιομηχανικές εφαρμογές

Συνολικά, η ενέργεια, οι μεταφορές και τα ηλεκτρονικά είναι οι 3 κορυφαίοι τομείς που συγκεντρώνουν τις περισσότερες κρίσιμες πρώτες ύλες σε εφαρμογές. Στον τομέα

των μεταφορών, η ανάγκη για έλεγχο της κινητικότητας και μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνδέεται άμεσα με την εμφάνιση υβριδικών και ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και με τη συνεχιζόμενη εξάρτηση από καταλυτικούς μετατροπείς για οχήματα εσωτερικής καύσης. Η ανάπτυξη ηλεκτρικών οχημάτων αναμένεται να επιφέρει τη μεγαλύτερη αύξηση στις απαιτήσεις CRM (κυρίως σπάνιες γαίες, κοβάλτιο και φυσικός γραφίτης) σε αυτόν τον τομέα μέχρι το 2035. Η αναζήτηση υλικών με καλύτερη απόδοση για την αντικατάσταση των υπαρχόντων, ειδικά όσον αφορά το βάρος και τις επιδόσεις σε ακραίες συνθήκες (κεραμικά για κινητήρες τζετ, κράματα αλουμινίου για αμαξώματα αυτοκινήτων), αναμένεται επίσης να επηρεάσει αυτόν τον τομέα, με τα Ταντάλιο, Μαγνήσιο και Νιόβιο να είναι τα κύρια σχετικά CRM. Στον τομέα της ενέργειας, η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας (η οποία περιλαμβάνει σπάνιες γαίες) και των οικιακών συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας (κυρίως κοβάλτιο και φυσικός γραφίτης) αναμένεται να αυξήσει τις απαιτήσεις για κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM) τις επόμενες δεκαετίες. Αντίθετα, οι απαιτήσεις που σχετίζονται με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ (κυρίως πυρίτιο, ίνδιο και γάλλιο) αναμένεται να γίνουν λιγότερο κρίσιμες μέχρι το 2035, κυρίως λόγω της βελτίωσης στην αποδοτικότητα των υλικών. Σημαντικά προγράμματα που θα επηρεάσουν την παρακολούθηση αυτού του τομέα περιλαμβάνουν πολιτικές για περαιτέρω μείωση των εκπομπών CO₂, κίνητρα για αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και απαιτήσεις αποθήκευσης που σχετίζονται με την ανάπτυξη ηλεκτρικών οχημάτων. Η τεχνολογία μπαταριών ιόντων λιθίου είναι απαραίτητη για την αποθήκευση ενέργειας, αλλά χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε διαφορετικούς τομείς, όπως η άμυνα, τα ηλεκτρονικά και την ηλεκτρική κινητικότητα. Αυτοί οι τομείς έχουν αναπτυχθεί τρομερά την τελευταία δεκαετία και αναμένεται να αυξηθούν εκθετικά στο εγγύς μέλλον. Στους τομείς των τηλεπικοινωνιών και των ηλεκτρονικών, η παγκόσμια επέκταση των ψηφιακών δικτύων και υπηρεσιών συνεπάγεται ότι περισσότεροι άνθρωποι αποκτούν πρόσβαση στο διαδίκτυο, τροφοδοτώντας την ανάγκη για συνδεδεμένο εξοπλισμό και οπτικές ίνες, που η Ευρώπη μπορεί να παράγει και να εξάγει. Ως εκ τούτου, η ζήτηση CRM σε αυτόν τον τομέα αναμένεται είτε να σταθεροποιηθεί (ίνδιο για οθόνες) είτε να συνεχίσει να αυξάνεται (σπάνιες γαίες, Τατανίου, Παλλάδιο για ηλεκτρονικές συσκευές και Γερμανίου για οπτικές ίνες). Σημαντικά προγράμματα που θα παρακολουθούνται στο μέλλον περιλαμβάνουν τη σμίκρυνση των εξαρτημάτων, μέτρα κατά της προγραμματισμένης απαξίωσης και περιορισμούς στις εξαγωγές ηλεκτρονικών αποβλήτων. Επιπλέον, η αναζήτηση

καλύτερης απόδοσης και φθηνότερων υλικών ή εξαρτημάτων ηλεκτρονικών συσκευών ενισχύει την υποκατάσταση, αυξάνοντας τις μελλοντικές απαιτήσεις που μπορεί να είναι απρόβλεπτες στον κλάδο. Στον τομέα της γεωργίας, η παγκόσμια αύξηση του πληθυσμού (μετριωμένη στην Ευρώπη) θα ενισχύσει την ανάγκη για πιο αποτελεσματική γεωργία, αυξάνοντας έτσι την εξάρτηση από λιπάσματα και ενδεχομένως ενθαρρύνοντας τις ευρωπαϊκές εξαγωγές. Αντίθετα, είναι πιθανό να εξεταστούν διάφορες πηγές φωσφόρου (ζωική κοπριά, λύματα, λάσπη και απόβλητα τροφίμων) για τη μείωση της εξάρτησης από φωσφορικά πετρώματα. Τέλος, η εμφάνιση της γεωργίας ακριβείας, με τη βοήθεια νέων τεχνολογιών, μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα στη χρήση λιπασμάτων, σε μια εποχή που η γεωργία προσπαθεί να μειώσει το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα.

Το έγγραφο "Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU, A Foresight Study", που δημοσιεύτηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2020, αναλύει τους στρατηγικούς τομείς στους οποίους χρησιμοποιούνται κρίσιμες πρώτες ύλες. Τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των πραγμάτων, το blockchain, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές, η τεχνητή νοημοσύνη και η ρομποτική, τα αυτόνομα οχήματα και η εικονική πραγματικότητα θα βρίσκονται στο επίκεντρο των αλυσίδων αξίας του μέλλοντος (Bobba et al., 2020).

Οι ηγέτες σε όλο τον κόσμο, ανεξάρτητα από γεωγραφικά ή πολιτικά σύνορα, έχουν δεσμευτεί να παραδώσουν έναν κόσμο καθαρών μηδενικών εκπομπών άνθρακα έως το 2050. Το παράδοξο της κοινωνίας είναι ότι η εξόρυξη αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι αυτής της μετάβασης, παρόλο που συχνά θεωρείται αρνητική δραστηριότητα. Έργα εξόρυξης που δεν πληρούν οικολογικά, ηθικά ή κοινωνικά πρότυπα ενισχύουν την πεποίθηση ότι η εξορυκτική βιομηχανία δεν είναι ακόμη αξιόπιστη, παρόλο που θα μπορούσε και πρέπει να αποτελέσει μοχλό ουσιαστικής κοινωνικής προόδου. Παραδείγματα αποτυχίας περιλαμβάνουν την τραγική απεργία των ανθρακωρύχων στο ορυχείο πλατίνας Marikana στη Νότια Αφρική το 2012, που οδήγησε σε βία και απώλειες ζωών. Επίσης, ηθικές αποτυχίες, όπως η πρόσφατη διευθέτηση αξιώσεων διαφθοράς στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό, όπου διεθνής εξορυκτική εταιρεία κατηγορήθηκε για δωροδοκία αξιωματούχων, εντείνουν τις ανησυχίες. Οι οικολογικές ζημιές, όπως οι καταστροφές στα φράγματα αποθήκευσης απορριμμάτων στη Mariana

και Brumadinho στη Βραζιλία και στο Jagersfontein της Νότιας Αφρικής, είναι συχνές και ορατές (Herrington & Gordon, 2024).

3. Το Ευρωπαϊκό σχέδιο CRM (Δράση): Στόχοι και Μέτρα

3.1 Εισαγωγή στο Ευρωπαϊκό σχέδιο CRM

Η φιλοδοξία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) να επιτύχει κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, καθώς και η ικανότητά της να διασφαλίσει την πράσινη και ψηφιακή μετάβαση και να επιτύχει στρατηγική αυτονομία, βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην αξιόπιστη, ασφαλή και ανθεκτική πρόσβαση σε κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM). Στις 16 Μαρτίου 2023, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υπέβαλε πρόταση κανονισμού για τις CRM, εισάγοντας παράλληλα την έννοια των στρατηγικών πρώτων υλών (SRMs). Οι SRMs είναι υλικά κλειδί για στρατηγικές τεχνολογίες και παρουσιάζουν αυξημένη ευαλωτότητα σε ελλείψεις. Ο προτεινόμενος κανονισμός στοχεύει στη βελτίωση της λειτουργίας της ενιαίας αγοράς, θέτοντας ένα πλαίσιο για τη διασφάλιση ενός ασφαλούς και βιώσιμου εφοδιασμού CRM για την ΕΕ.

Πιο συγκεκριμένα, ο κανονισμός επιδιώκει τέσσερις κύριους στόχους:

1. Την ενίσχυση της αλυσίδας αξίας SRM.
2. Τη διαφοροποίηση των εισαγωγών SRM, με στόχο μέχρι το 2030 καμία τρίτη χώρα να μην καλύπτει περισσότερο από το 65% της ετήσιας κατανάλωσης SRM της ΕΕ.
3. Την ενίσχυση της ικανότητας της ΕΕ να παρακολουθεί και να μειώνει τους κινδύνους που σχετίζονται με τον εφοδιασμό CRM.
4. Τη διασφάλιση της ελεύθερης κυκλοφορίας των CRM και των προϊόντων που τα περιέχουν εντός της ενιαίας αγοράς, με ταυτόχρονη βελτίωση της περιβαλλοντικής κυκλικότητας και βιωσιμότητας.

Στις 13 Νοεμβρίου 2023, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο κατέληξαν σε προσωρινή συμφωνία για την πρόταση, η οποία δημοσιεύτηκε στην Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ στις 3 Μαΐου 2024 και τέθηκε σε ισχύ στις 23 Μαΐου 2024 .

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε τον «Νόμο για τις Κρίσιμες Πρώτες Ύλες» (Critical Raw Materials Act - CRMA), στο πλαίσιο του ευρύτερου «Πράσινου Βιομηχανικού Σχεδίου» της, παράλληλα με τον «Νόμο Net-Zero Industry Act» (NZIA), με στόχο τη

μείωση της εξάρτησης της ΕΕ από κρίσιμες πρώτες ύλες και την προώθηση βιώσιμων ίσων όρων ανταγωνισμού για τις αλυσίδες αξίας CRM (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023α). Η πρόταση κανονισμού συνοδεύτηκε από σχετική ανακοίνωση (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023γ), με στόχο την αντιμετώπιση των κινδύνων στον εφοδιασμό των πρώτων υλών και την προώθηση της βιωσιμότητας των CRM.

Το CRMA και ο NZIA αποτελούν μέρος μιας διεθνούς τάσης για την προστασία των τεχνολογικών εξελίξεων και των πόρων κατά τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια. Για παράδειγμα, ο «Νόμος για τη Μείωση του Πληθωρισμού» των ΗΠΑ, που ψηφίστηκε τον Αύγουστο του 2022, επιδοτεί εγχώριες ενεργειακές τεχνολογίες και προβλέπει φορολογικές ελαφρύνσεις για προϊόντα που χρησιμοποιούν τοπικά προερχόμενες πρώτες ύλες. Παράλληλα, η Κορέα ανακοίνωσε το 2023 στόχους για την αύξηση της εγχώριας προμήθειας και ανακύκλωσης στρατηγικών πρώτων υλών (MOTIE, 2023). Οι πολιτικές γύρω από τις πρώτες ύλες έχουν πολλαπλασιαστεί σε παγκόσμιο επίπεδο (Hool, Helbig & Wierink, 2023), αντανακλώντας την αυξανόμενη σημασία αυτών των πόρων στη σύγχρονη βιομηχανία.

Ο νόμος της ΕΕ για τις κρίσιμες πρώτες ύλες, με τίτλο «Βασικά μέτρα για την ενίσχυση των τρωτών σημείων της εφοδιαστικής αλυσίδας της ΕΕ», τέθηκε σε ισχύ τον Μάιο του 2024. Ο συγκεκριμένος νόμος, γνωστός ως Critical Raw Materials Act (CRMA), ισχύει από τις 23 Μαΐου 2024. Σήμερα, η ΕΕ εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από εισαγωγές από λίγες χώρες προμηθευτών, γεγονός που την καθιστά ευάλωτη σε γεωπολιτικούς κινδύνους και διαταραχές στην εφοδιαστική αλυσίδα. Ο CRMA έχει στόχο την ενίσχυση της εφοδιαστικής αλυσίδας πρώτων υλών, καθορίζοντας σαφείς προτεραιότητες για την ΕΕ και τα κράτη μέλη, ώστε να μετριάσουν τους μελλοντικούς κινδύνους εφοδιασμού.

Καθώς η παγκόσμια κοινότητα αναγνωρίζει όλο και περισσότερο τη σημασία των ορυκτών για τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, ο CRMA εντάσσεται στη στρατηγική της ΕΕ για την επιτάχυνση της ανάπτυξης πράσινων τεχνολογιών, απαραίτητων για την επίτευξη των στόχων καθαρού μηδενισμού. Παράλληλα, ο CRMA προσφέρει έναν οδικό χάρτη για την εξασφάλιση και τη διαφοροποίηση του εφοδιασμού της ΕΕ με κρίσιμες πρώτες ύλες, απαιτώντας συντονισμένες ενέργειες από την Επιτροπή και τα κράτη μέλη τα επόμενα χρόνια.

Αυτός ο νόμος αποτελεί έναν από τους δύο κεντρικούς πυλώνες του Βιομηχανικού Σχεδίου Πράσινης Συμφωνίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, μαζί με τον Νόμο Net Zero Industry Act, που εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο στις 25 Απριλίου 2024 και βρίσκεται υπό τελική εξέταση από το Συμβούλιο.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναμένεται να δημοσιεύσει έκθεση έως τις 24 Μαΐου 2027, καταγράφοντας την πρόοδο προς την επίτευξη των στόχων και των βασικών μέτρων του CRMA. Ο νόμος εντάσσεται σε μια παγκόσμια τάση πολιτικών μεταρρυθμίσεων και διμερών συμφωνιών για τη διασφάλιση πρόσβασης σε κρίσιμα ορυκτά, απαραίτητα για την ενεργειακή μετάβαση. Οι κύριοι στόχοι του CRMA είναι: (i) η μείωση της εξάρτησης από μοναδικές πηγές εφοδιασμού, (ii) η ενίσχυση της παραγωγής ορυκτών στην Ευρώπη και (iii) η αύξηση της επεξεργασίας και ανακύκλωσης των ορυκτών.

Τα κράτη μέλη προωθούν εθνικές μεταρρυθμίσεις και συνάπτουν διμερείς συμφωνίες για να ενισχύσουν τις επενδύσεις σε κρίσιμα ορυκτά. Σύμφωνα με τον ορισμό της ΕΕ, κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM) είναι υλικά ζωτικής σημασίας για την ευρωπαϊκή οικονομία, με υψηλό κίνδυνο διακοπής του εφοδιασμού. Στρατηγικές πρώτες ύλες (SRM) είναι ένα υποσύνολο των CRM, με ιδιαίτερη στρατηγική σημασία λόγω της χρήσης τους σε προηγμένες τεχνολογίες, όπως πράσινες και ψηφιακές τεχνολογίες, αμυντικές και διαστημικές εφαρμογές. Αυτές περιλαμβάνουν υλικά όπως το λίθιο, το μαγγάνιο, ο γραφίτης και το νικέλιο για μπαταρίες, στοιχεία σπάνιων γαιών και βολφράμιο για τεχνολογίες, καθώς και αλουμίνιο και χαλκό για ενεργειακές εφαρμογές. Μια πλήρης λίστα των SRM παρουσιάζεται στην εικόνα 2.

Εικόνα 2 :Στρατηγικές πρώτες ύλες ΕΕ 2023

Μια ανάλυση της παγκόσμιας προσφοράς δείχνει ότι η Κίνα είναι ο κορυφαίος προμηθευτής πολλών κρίσιμων πρώτων υλών (CRM), ενώ και άλλες χώρες παίζουν σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια αγορά. Για παράδειγμα, η Ρωσία και η Νότια Αφρική κατέχουν την πρώτη θέση στην προμήθεια μετάλλων της ομάδας πλατίνας, η Αυστραλία στο λίθιο, οι ΗΠΑ στο βηρύλλιο και το ήλιο, και η Βραζιλία στο νιόβιο. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η ΕΕ συμβάλλει στην παγκόσμια προσφορά με σημαντικά ποσοστά, όπως το 34% του παγκόσμιου στροντίου που εξάγεται από την Ισπανία, το 14% του άστριου από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες (Ιταλία, Ισπανία, Γαλλία, Τσεχία, Γερμανία) και το 3% του βολφραμίου από την Αυστρία, την Πορτογαλία και την Ισπανία. Επιπλέον, η ΕΕ διυλίζει το 49% της παγκόσμιας προμήθειας αφνίου στη Γαλλία, ενώ το 18% του αντιμονίου διυλίζεται σε χώρες όπως το Βέλγιο, η Γαλλία και η Ισπανία. Η ΕΕ επίσης επεξεργάζεται το 17% του κοβαλτίου στη Φινλανδία, το Βέλγιο και τη Γαλλία και το 7% του γερμανίου στη Γερμανία και το Βέλγιο.

Παρότι η Κίνα παραμένει σημαντικός προμηθευτής για την ΕΕ, η Ευρώπη διαφοροποιεί τις πηγές της σε αρκετές περιπτώσεις. Για παράδειγμα, η Πολωνία προμηθεύει την ΕΕ με σπανθρακικό άνθρακα και χαλκό, το Βέλγιο με αρσενικό, η Γαλλία με άφνιο, η Ισπανία με στρόντιο και η Φινλανδία με νικέλιο. Επιπλέον, τρίτες χώρες όπως η Χιλή προμηθεύουν την ΕΕ με λίθιο, η Γουινέα με βωξίτη, το Καζακστάν

με τιτάνιο και φώσφορο, το Μεξικό με φθοραδάμαντα, η Νορβηγία με μέταλλο πυριτίου και η Τουρκία με αντιμόνιο, βόριο και άστριο. Παρά τις προσπάθειες διαφοροποίησης, οι προμήθειες της ΕΕ δεν καλύπτουν πλήρως ορισμένα κρίσιμα μέταλλα, όπως αυτά της ομάδας πλατίνας (PGMs) που παράγονται κυρίως στη Νότια Αφρική, το κοβάλτιο από τη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό, το βηρύλλιο από τις ΗΠΑ, το νιόβιο από τη Βραζιλία και το βανάδιο από την Κίνα.

Η ΕΕ πρωτοστατεί στην κυκλική οικονομία, ενισχύοντας τη χρήση δευτερογενών πρώτων υλών. Όπως φαίνεται στο Σχήμα ΣΤ, πάνω από το 50% ορισμένων μετάλλων, όπως ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος και η πλατίνα, ανακυκλώνονται και καλύπτουν τουλάχιστον το 25% της κατανάλωσης της ΕΕ. Παρόλα αυτά, η δευτερογενής παραγωγή για άλλα υλικά, όπως οι σπάνιες γαίες, το γάλλιο και το ίνδιο, που απαιτούνται για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας, συνεισφέρει μόνο οριακά.

Ο κατάλογος των κρίσιμων πρώτων υλών του 2023, ο οποίος ενσωματώθηκε στον Νόμο για τις Κρίσιμες Πρώτες Ύλες, λειτουργεί ως αναφορά για τις νομοθετικές διατάξεις και δράσεις της ΕΕ. Η αξιολόγηση των CRM και ο αντίστοιχος κατάλογος αναδεικνύουν τους κινδύνους εφοδιασμού και την οικονομική σημασία αυτών των υλικών για την ευρωπαϊκή οικονομία. Η σύνταξη του καταλόγου έχει ήδη βοηθήσει στην προώθηση επενδύσεων στην παραγωγή CRM τόσο εντός όσο και εκτός της ΕΕ, ενώ χρησιμοποιείται για την ιεράρχηση αναγκών και δράσεων, όπως οι εμπορικές συμφωνίες, η αντιμετώπιση μέτρων που στρεβλώνουν το εμπόριο και η προώθηση της έρευνας και καινοτομίας μέσω προγραμμάτων όπως το Horizon.

Η αξιολόγηση του 2023 περιλαμβάνει 87 μεμονωμένα υλικά, από τα οποία 70 κρίθηκαν υποψήφια για ένταξη στον κατάλογο CRM (67 μεμονωμένα και 3

κατηγορίες, όπως τα δέκα βαρέα και πέντε ελαφριά στοιχεία σπάνιων γαιών, καθώς και τα πέντε μέταλλα της ομάδας πλατίνας). Πέντε νέα υλικά αξιολογήθηκαν για πρώτη φορά,

Individual materials		
Aggregates	Helium	Rhenium
Aluminium/bauxite	Hydrogen	Scandium
Antimony	Indium	Selenium
Arsenic	Iron Ore	Sulphur
Baryte	Krypton	Potash
Bentonite	Lead	Silica Sand
Beryllium	Limestone	Silicon Metal
Bismuth	Gold	Silver
Boron	Gypsum	Strontium
Cadmium	Lithium	Talc
Chromium	Magnesite	Tantalum
Kaolin clay	Magnesium	Tellurium
Cobalt	Manganese	Tin
Coking coal	Molybdenum	Titanium
Copper	Natural Graphite	Tungsten
Diatomite	Neon	Vanadium
Feldspar	Nickel	Xenon
Fluorspar	Niobium	Zinc
Gallium	Perlite	Zirconium
Germanium	Phosphorus	Titanium metal
Hafnium	Phosphate rock	
Platinum group metals (PGMs)		
Iridium	Platinum	Ruthenium
Palladium	Rhodium	
Rare earth elements (REEs)		
LREEs	HREEs	
Cerium	Dysprosium	Lutetium
Lanthanum	Erbium	Terbium
Neodymium	Europium	Thulium
Praseodymium	Gadolinium	Ytterbium
Samarium	Holmium	Yttrium
Biotic materials		
Natural Rubber	Natural cork	Roundwood
Sapele wood	Natural Teak wood	
Legend:		
Green boxes =	Materials covered in 2014 assessment but not in 2011	
Orange boxes =	Materials covered in 2017 but not in 2014	
Light blue boxes =	Materials covered in 2020 but not in 2017	
Yellow boxes =	Materials covered in 2023 but not in 2020	

Πίνακας 1: Κατάλογος υλικών που καλύπτονται το 2023 (Πηγή: European Commission, 2023).

συμπεριλαμβανομένων του νέον, του κρυπτόν, του ξένου, του ξύλου και του τιτανίου (μεταλλική μορφή). Τα 87 μεμονωμένα υλικά που ελέγχθηκαν παρατίθενται στον Πίνακα 1.

Για να διασφαλιστεί η συνέπεια, συμπεριλαμβάνονται υλικά από προηγούμενες αξιολογήσεις (με εξαίρεση το όσμιο, τον ξυλοπολτό και το πριστό μαλακό ξύλο). Αυτό επιτρέπει την ταυτοποίηση βασικών υλικών που ενδέχεται να μετακινηθούν από τη μη κρίσιμη στην κρίσιμη κατηγορία ή το αντίστροφο.

Από την αξιολόγηση του 2020, αποφασίστηκε να εφαρμόζεται συστηματικά μια εκτίμηση κινδύνου εφοδιασμού σε δύο στάδια για τα υλικά όπου μπορούν να εντοπιστούν διακριτά στάδια εξόρυξης και επεξεργασίας, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχουν διαθέσιμα σχετικά δεδομένα. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει 40 μεμονωμένες πρώτες ύλες που αξιολογήθηκαν και στα δύο στάδια. Το στάδιο εξόρυξης αναφέρεται στην παραγωγή μεταλλευμάτων και συμπυκνωμάτων ή την υλοτομία, ενώ το στάδιο επεξεργασίας αφορά τον διαχωρισμό, τη διύλιση, καθώς και τη χημική και μεταλλουργική επεξεργασία των πρώτων υλών.

aluminium	erbium	lutetium	tin
antimony	europium	manganese	titanium
beryllium	gadolinium	molybdenum	titanium metal
boron	holmium	neodymium	tungsten
cerium	hydrogen	nickel	vanadium
chromium	iron ore	niobium	terbium
cobalt	kaolin	praseodymium	thulium
coking coal	lanthanum	samarium	yttrium
copper	lead	silver	ytterbium
dysprosium	lithium	terbium	zinc

Πίνακας 2: Κατάλογος υλικών που καλύπτονται μετά από την εκτίμηση κινδύνου εφοδιασμού σε δύο στάδια. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία της ΕΕ, το στάδιο με υψηλότερο σκορ Κινδύνου Προσφοράς (SR) έχει χρησιμοποιηθεί στα αποτελέσματα.

Το Πλαίσιο Ταξινόμησης των Ηνωμένων Εθνών (UNFC) αποτελεί ένα εργαλείο για την τυποποιημένη ταξινόμηση και αναφορά των φυσικών πόρων, διασφαλίζοντας παράλληλα τη βιώσιμη ανάπτυξη (Κανονισμός - ΕΕ - 2024/1252). Αποτελεί ένα βασικό στοιχείο του CRMA, καθώς επιτρέπει την αξιολόγηση όλων των έργων με ενιαία κριτήρια. Η τρέχουσα έκδοση του πλαισίου, UNFC-2019, είναι η τέταρτη κατά σειρά (με προηγούμενες εκδόσεις τα UNFC-1997, UNFC-2004 και UNFC-2009) και χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με εξειδικευμένες προδιαγραφές, καθοδηγητικά έγγραφα, γέφυρες αναφοράς και εθνικές προδιαγραφές.

Η λειτουργία του UNFC βασίζεται σε τρεις βασικούς άξονες ταξινόμησης:

1. Περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική βιωσιμότητα (E)
2. Τεχνική σκοπιμότητα (F)
3. Βαθμός εμπιστοσύνης (G)

Οι εξειδικευμένοι εμπειρογνώμονες αξιολογούν κάθε έργο βάσει αυτών των κατηγοριών και αναφέρουν τις ποσότητες και την ποιότητα των πρώτων υλών αντίστοιχα. Αν και το UNFC δεν χρησιμοποιείται συχνά σε επίπεδο έργου, ο CRMA απαιτεί από τους υποστηρικτές των έργων να το εφαρμόσουν. Για τον τομέα των ορυκτών και εξορύξεων, η διαδικασία αυτή είναι παρόμοια με την ταξινόμηση που χρησιμοποιεί κωδικούς αναφοράς ορυκτών πόρων και αποθεμάτων, όπως αυτοί που υπάγονται στο πλαίσιο CRIRSCO. Τα ενημερωμένα καθοδηγητικά έγγραφα του CRIRSCO, που δημοσιεύθηκαν τον Μάιο του 2024, βοηθούν τις εταιρείες να προσαρμόσουν τις υπάρχουσες αναφορές τους σύμφωνα με το UNFC. Παρέχεται επίσης σύγκριση των κύριων κατηγοριών μεταξύ CRIRSCO και UNFC.

Μια άλλη βασική αρχή του CRMA είναι η βιωσιμότητα. Τα έργα που υλοποιούνται στο πλαίσιο του CRMA πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια που αφορούν την αντιμετώπιση των προκλήσεων αειφορίας. Αυτό περιλαμβάνει τη συμμόρφωση με νομικές απαιτήσεις και υποχρεωτικά έγγραφα καθοδήγησης, τη δέσμευση στους στόχους βιωσιμότητας, την υποβολή σχεδίων βιωσιμότητας και την αναφορά του περιβαλλοντικού αποτυπώματος (www.slrconsulting.com).

Νομοθεσία: Τα έργα που σχετίζονται με κρίσιμα υλικά πρέπει πρωτίστως να συμμορφώνονται με την ισχύουσα νομοθεσία της ΕΕ και των εθνικών κρατών. Αυτό περιλαμβάνει κανονισμούς για ορυκτά και εξορύξεις, καθώς και για περιβαλλοντικά και εταιρικά ζητήματα (συμπεριλαμβανομένης της Οδηγίας για την Έκθεση Εταιρικής Αειφορίας - CSRD).

Καθοδήγηση: Τα στρατηγικά έργα οφείλουν να ακολουθούν τις οδηγίες του CRMA, όπως οι αρχές της ΕΕ για βιώσιμες πρώτες ύλες, η δέουσα επιμέλεια του ΟΟΣΑ, οι Κατευθυντήριες Αρχές του ΟΗΕ για Επιχειρήσεις και Ανθρώπινα Δικαιώματα (UNGPBHR), η Διακήρυξη των Ηνωμένων Εθνών για τα Δικαιώματα των

Αυτόχθονων Λαών (UNDRIP) και τα έγγραφα του Διεθνούς Οργανισμού Εργασίας (ΔΟΕ).

Εθνικά μέτρα: Τα κράτη μέλη της ΕΕ πρέπει να προωθούν τη βιωσιμότητα στις αλυσίδες εφοδιασμού πρώτων υλών, προωθώντας την κυκλικότητα και την ανάκτηση υλικών μέσω ανακύκλωσης, με έμφαση στις σπάνιες γαίες και τους μόνιμους μαγνήτες.

Δεσμεύσεις από υποστηρικτές έργων: Οι υποστηρικτές στρατηγικών έργων πρέπει να δεσμεύονται για διαφανείς επιχειρηματικές πρακτικές, σεβασμό των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, δέσμευση στις κοινότητες, χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μείωση αποβλήτων και αύξηση της κυκλικότητας, διαχείριση του νερού και μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Συστήματα πιστοποίησης: Τα στρατηγικά έργα πρέπει να ενταχθούν σε διεθνή συστήματα πιστοποίησης βιωσιμότητας που αναγνωρίζονται από τρίτους φορείς με πολλαπλούς ενδιαφερόμενους. Η ΕΕ θα αξιολογήσει και θα επιλέξει τα συστήματα αυτά στο μέλλον.

Περιβαλλοντικά αποτυπώματα: Τα έργα πρέπει να αναφέρουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα, μέσω αξιολογήσεων κύκλου ζωής, με κατηγορίες που θα καθορίσει η ΕΕ, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Μέτρα μετριασμού: Πρέπει να ληφθούν μέτρα για την προστασία του αέρα, του εδάφους, των υδάτων και της βιοποικιλότητας, καθώς και για τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι αρχές της κυκλικότητας και της ελαχιστοποίησης αποβλήτων πρέπει να ενσωματωθούν στα έργα, διασφαλίζοντας επίσης την προστασία των τοπικών κοινωνιών, των αυτοχθόνων πληθυσμών και των εργασιακών δικαιωμάτων.

3.2 Διερεύνηση των στόχων του Ευρωπαϊκού Σχεδίου CRM

Το πρόγραμμα CRMA επικεντρώνεται στην εξασφάλιση πρώτων υλών που είναι κρίσιμες για στρατηγικούς τομείς, όπως η απανθρακοποίηση, η ψηφιοποίηση, η άμυνα, καθώς και σε πρώτες ύλες απαραίτητες για την ευρωπαϊκή οικονομία (Ευρωπαϊκή

Επιτροπή, Κοινό Κέντρο Ερευνών 2023). Σκοπός του είναι να διασφαλίσει ασφαλή και βιώσιμη πρόσβαση σε αυτές τις πρώτες ύλες, αντιμετωπίζοντας τρία βασικά προβλήματα: την ανεπαρκή πρόβλεψη και μείωση των κινδύνων εφοδιασμού, την υποχρησιμοποίηση του εγχώριου δυναμικού για κρίσιμες πρώτες ύλες, και τη μη βιώσιμη προμήθειά τους. Ο προτεινόμενος κανονισμός επιδιώκει να ευαισθητοποιήσει τη βιομηχανία της ΕΕ, να μειώσει τους κινδύνους στην αλυσίδα εφοδιασμού και να ενισχύσει την εξόρυξη, επεξεργασία και ανακύκλωση εντός της ΕΕ, με παράλληλη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2023β). Έχει μια τολμηρή εντολή με υψηλές φιλοδοξίες να μειώσει την εξάρτηση από κυρίαρχους προμηθευτές στρατηγικών πρώτων υλών και να αναθέσει το βάρος στα κράτη μέλη της ΕΕ για ταχεία κλιμάκωση των προσπάθειών για την εξασφάλιση σταθερής, μακροπρόθεσμης προμήθειας πηγών υλικών για στρατηγικούς σκοπούς. ΕΕ και χώρες εταίρους. Οι κύριοι στόχοι του CRMA για το 2030 είναι οι παρακάτω (www.slrconsulting.com):

1. 10% Εξόρυξη: Η εξόρυξη στις χώρες της ΕΕ πρέπει να αντιπροσωπεύει >10% της ετήσιας κατανάλωσης στρατηγικών πρώτων υλών της ΕΕ (SRMs).
2. 40% Μεταποίηση: Η επεξεργασία πρώτων υλών στις χώρες της ΕΕ πρέπει να αντιπροσωπεύει >40% της ετήσιας κατανάλωσης SRM στην ΕΕ.
3. 25% Ανακύκλωση: Η ανακύκλωση στις χώρες της ΕΕ πρέπει να παράγει >25% της ετήσιας κατανάλωσης SRM στην ΕΕ (Άρθρο 1).
4. 65% Ενιαία πηγή: Οι τρίτες χώρες δεν πρέπει να αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 65% της προσφοράς της ετήσιας κατανάλωσης στην ΕΕ ενός μεμονωμένου SRM, προκειμένου να αποφευχθούν μονοπωλιακές καταστάσεις, όπως με τις σπάνιες γαίες για μαγνήτες.
5. Εξασφάλιση ότι οι στρατηγικές πρώτες ύλες προέρχονται από πολλές τρίτες χώρες ή υπερπόντιες περιοχές, όπως η Νέα Καληδονία και η Γροιλανδία, που μπορούν να παρέχουν νικέλιο ή κοβάλτιο.

Η Επιτροπή και τα κράτη μέλη λαμβάνουν μέτρα για την επίτευξη αυτών των στόχων, χωρίς όμως κυρώσεις σε περίπτωση αποτυχίας. Επίσης, προβλέπονται επιπλέον

νομοθετικές πράξεις για την καθορισμό λεπτομερειών που δεν έχουν ακόμα αποφασηφιστεί. Οι στρατηγικές πρώτες ύλες (SRM) και οι κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM) ορίζονται στα παραρτήματα του κανονισμού, με τις SRM να έχουν τη μεγαλύτερη στρατηγική σημασία, ενώ οι CRM ξεπερνούν συγκεκριμένα όρια οικονομικής σημασίας και κινδύνου εφοδιασμού (Άρθρα 3-4). Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η καθιέρωση στρατηγικών έργων, τα οποία θα ενισχύσουν την προμήθεια στρατηγικών πρώτων υλών, με διαδικασίες αδειοδότησης που θα πρέπει να ολοκληρώνονται εντός 24 μηνών για εξόρυξη και 12 μηνών για επεξεργασία και ανακύκλωση (Άρθρα 5-7, 9-10). Ειδικότερα, οι κύριες διαδικασίες για την επίτευξη των στόχων του CRMA είναι μέσω του εξορθολογισμού της ανάπτυξης και της αδειοδότησης «Στρατηγικών Έργων» (SP) που ενσωματώνουν την ανάπτυξη προγραμμάτων εξερεύνησης εθνικής κλίμακας, την έρευνα και την ανάπτυξη για την κυκλικότητα των υλικών και την ανακύκλωση, την προώθηση της χρηματοδότησης, την παρακολούθηση και τον μετριασμό κινδύνων, την προώθηση της βιώσιμης παραγωγής και την προώθηση της συνεργασίας και των συνεργασιών. Τα SP είναι έργα που συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων του CRMA και της ευρύτερης Πράσινης Συμφωνίας της ΕΕ και μπορούν να προέρχονται από διάφορες πηγές και όχι μόνο από εξόρυξη. Θα πρέπει να είναι έργα εμβληματικά σε σχέση με την τεχνολογική καινοτομία και τη βιωσιμότητα. Οι αιτήσεις για SP πρέπει να περιέχουν μια σειρά αποδεικτικών στοιχείων, όπως: λεπτομερείς τεχνικές μελέτες μαζί με χρονοδιάγραμμα ανάπτυξης (συμπεριλαμβανομένης της αδειοδότησης), σχέδια κοινωνικής αποδοχής και δέσμευσης και επιχειρηματικό σχέδιο για τους αξιολογητές για να κατανοήσουν τη βιωσιμότητα του έργου. Τα στρατηγικά έργα είναι το κλειδί για το CRMA, με μερικούς αξιοσημείωτους λόγους να καταγράφονται παρακάτω (www.slrconsulting.com):

1. Τα στρατηγικά έργα (SP) επικεντρώνονται σε στρατηγικές πρώτες ύλες, αλλά δεν αποκλείονται άλλα CRM και μπορεί να είναι υποπροϊόντα.
2. Τα SP θα επωφεληθούν από απλοποιημένες και προβλέψιμες διαδικασίες αδειοδότησης.
3. Τα SP θα πρέπει να αποτελούν βασικό εργαλείο για την ΕΕ για την επίτευξη των στόχων του CRMA.
4. Τα SP θα πρέπει να συμβάλλουν ουσιαστικά στην ασφάλεια του εφοδιασμού SRM της Ένωσης.

5. Τα SP θα είναι έργα εμβληματικά όσον αφορά την τεχνολογική καινοτομία και τη βιωσιμότητα.
6. Τα SP θα λάβουν υποστήριξη για να αποκτήσουν πρόσβαση σε συμφωνίες κεφαλαίου και εξαγοράς.
7. Τα SP θα στοχεύουν στην απομάκρυνση του κινδύνου έργων μέσω της στήριξης της ΕΕ.
8. Τα SP δεν περιορίζονται σε εθνικά κράτη της ΕΕ αλλά σε άλλες «τρίτες χώρες».

Τα κύρια οφέλη για τους υποστηρικτές που έχουν καθεστώς Στρατηγικού Έργου εντός της ΕΕ είναι η ευκολία και η ταχύτητα αδειοδότησης, μαζί με την πρόσβαση σε κεφάλαια από πιθανούς επενδυτές μέσω της αποδέσμευσης κινδύνου. Για έργα σε «τρίτες χώρες» (δηλαδή εκτός ΕΕ αλλά θεωρούνται στρατηγικοί εταίροι), εξακολουθεί να ισχύει η πτυχή της αποφυγής κινδύνου, αλλά επίσης η ΕΕ έχει δεσμευτεί να συνεργαστεί με αυτές τις χώρες εταίρους για να βοηθήσει με πρακτικές αδειοδότησης και βιωσιμότητας, όπου είναι δυνατόν. Αξίζει ιδιαίτερα να σημειωθεί ότι τα έργα μπορούν να ταξινομηθούν ως Στρατηγικά Έργα ακόμη και αν οι στρατηγικές πρώτες ύλες είναι μόνο υποπροϊόν άλλου εμπορεύματος (όπως στοιχεία σπάνιων γαιών από την παραγωγή σιδηρομεταλλεύματος).

Ο κανονισμός υποστηρίζει τα στρατηγικά έργα με συντονισμένη χρηματοδότηση και ειδικές συμφωνίες, ενώ μειώνει τους κινδύνους εφοδιασμού μέσω τακτικών δοκιμών, στρατηγικών αποθεμάτων και ελέγχου των αλυσίδων εφοδιασμού (Άρθρα 15-24) (Hool, Helbig & Wierink, 2023). Τα κράτη μέλη της ΕΕ καλούνται να ενισχύσουν την κυκλική χρήση των κρίσιμων πρώτων υλών (CRM), με ιδιαίτερη έμφαση στους μόνιμους μαγνήτες (Άρθρα 25-28). Τα στρατηγικά έργα ενισχύονται με συστήματα πιστοποίησης, ενώ συγκεκριμένα CRM μπορεί να απαιτούν υποχρεωτικές δηλώσεις περιβαλλοντικού αποτυπώματος (Άρθρα 29-30). Η συνεργασία με επιλεγμένες τρίτες χώρες, που αναγνωρίζονται ως στρατηγικοί εταίροι, είναι κεντρική στρατηγική για την επίτευξη των στόχων (Άρθρο 33). Η σημασία της συνεργασίας υπογραμμίζεται και στην ανακοίνωση του CRMA, μέσω της δημιουργίας μιας «λέσχης CRM» από χώρες με κοινές αντιλήψεις (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2023δ; Hool et al., 2023).

Για την επίτευξη των στόχων της, το σχέδιο CRMA αναφέρει 34 κρίσιμες πρώτες ύλες, εκ των οποίων οι 17 θεωρούνται στρατηγικές, όπως το αλουμίνιο, το κοβάλτιο, ο χαλκός, καθώς και υλικά για μπαταρίες όπως το μαγγάνιο, ο γραφίτης και το νικέλιο, καθώς και στοιχεία σπάνιων γαιών. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα ενημερώνει αυτούς τους καταλόγους έως τις 24 Μαΐου 2027, και στη συνέχεια τουλάχιστον κάθε τρία χρόνια.

Η πρόταση για την επίτευξη των στόχων της ΕΕ περιλαμβάνει τη δημιουργία πλαισίου για την επιλογή και υλοποίηση «Στρατηγικών Έργων». Οι φορείς μπορούν να υποβάλουν αίτηση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η οποία σε συνεργασία με το Συμβούλιο Κρίσιμων Πρώτων Υλών θα αναγνωρίσει τα έργα που πληρούν κριτήρια όπως η συμβολή στην ασφάλεια εφοδιασμού, η τεχνική βιωσιμότητα και τα διασυνοριακά οφέλη. Τα έργα αυτά θα έχουν ταχύτερες διαδικασίες αδειοδότησης (27 μήνες για εξόρυξη και 15 μήνες για επεξεργασία/ανακύκλωση) και δυνατότητα πρόσβασης σε χρηματοδότηση. Υπάρχει ήδη ενδιαφέρον από έργα εξόρυξης λιθίου στην Ευρώπη, καθώς και συνεργασίες με χώρες όπως η Ζάμπια και η ΛΔΚ, αλλά και έργα όπως ο «Διάδρομος Lobito» με τις ΗΠΑ για τη μεταφορά ορυκτών μέσω της Αγκόλας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα παρακολουθεί τους κινδύνους στην αλυσίδα εφοδιασμού στρατηγικών πρώτων υλών και θα πραγματοποιεί προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων. Από το 2026, τα κράτη μέλη θα πρέπει να υποβάλλουν ετήσιες εκθέσεις για τα αποθέματά τους, και η Επιτροπή θα συντονίζει τη διατήρηση ενός ασφαλούς επιπέδου στρατηγικών πρώτων υλών. Μέχρι τον Μάιο του 2025, τα κράτη μέλη θα πρέπει να εντοπίσουν μεγάλες εταιρείες σε κρίσιμους τομείς που χρησιμοποιούν αυτές τις πρώτες ύλες. Οι εταιρείες θα πρέπει να αξιολογούν την ευπάθεια των αλυσίδων εφοδιασμού τους και να χαρτογραφούν τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούν. Για παράδειγμα, αρκετοί κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν επενδύσει σε ορυχεία για να διασφαλίσουν μακροπρόθεσμη πρόσβαση σε πρώτες ύλες. Τέλος, μέχρι τον Νοέμβριο του 2026, τα κράτη μέλη θα θεσπίσουν κυρώσεις για παραβάσεις του CRMA (pscdn.linklaters.com/knowledge).

Συνολικά, οι πρόσφατες και τρέχουσες κρίσεις, οι χρηματοπιστωτικές κρίσεις του 2008, η πανδημία του 2019 έως το 2021, τα υψηλά ποσοστά πληθωρισμού στην Ευρώπη από το 2022, η παγκόσμια κλιματική αλλαγή και ο πόλεμος στην Ουκρανία, έχουν φέρει ξανά στο προσκήνιο τη μεγάλη σημασία των κρίσιμων πρώτων υλών στη

ζωή μας. Σε πολλά μέρη, συμπεριλαμβανομένης της ΕΕ, λαμβάνονται μέτρα για την αειφόρο εξασφάλιση της προμήθειας πρώτων υλών σύμφωνα με τα κριτήρια αειφορίας του ΟΗΕ, προωθώντας έτσι την οικολογική ανάπτυξη και την τεχνολογική πρόοδο. Η αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με κρίσιμες πρώτες ύλες απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που περιλαμβάνει συντονισμό πολιτικής, διεθνή συνεργασία, έρευνα και ανάπτυξη και βιώσιμες πρακτικές σε όλη την αλυσίδα αξίας. Ο νόμος για τις Κρίσιμες Πρώτες Ύλες (CRMA) εστιάζει στα εργαλεία που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων της Πράσινης Συμφωνίας της ΕΕ και για την εξασφάλιση ενός ασφαλούς και βιώσιμου εφοδιασμού με κρίσιμες πρώτες ύλες εντός της ΕΕ, ενισχύοντας την ανθεκτικότητα της αλυσίδας αξίας πρώτων υλών της. Εγκρίθηκε από το Συμβούλιο της ΕΕ στις 30 Ιουνίου 2023, και τονίζει την ανάγκη για μεγαλύτερη αξιοποίηση των γεωλογικών πόρων στρατηγικών πρώτων υλών της ΕΕ και την ανάπτυξη ικανοτήτων εξόρυξης αυτών των υλικών, με στόχο τουλάχιστον το 10% της ετήσιας κατανάλωσης στρατηγικών πρώτων υλών της ΕΕ να προέρχεται από εγχώριες πρωτογενείς πηγές.

Το άρθρο 18 του CRMA αναφέρεται σε εθνικά προγράμματα έρευνας που επικεντρώνονται στις κρίσιμες πρώτες ύλες και την εξόρυξή τους από τα κράτη μέλη της ΕΕ. Η έννοια των «στρατηγικών έργων» απαιτεί μια καλή κατανόηση των γεωλογικών διαδικασιών, της ιστορίας και των πόρων της Γης, καθώς και των τεχνικών επεξεργασίας, των τεχνολογικών εξελίξεων και των προβλέψεων ζήτησης και προσφοράς.

Η δημόσια χρηματοδοτούμενη γεωλογική έρευνα και εξερεύνηση, σύμφωνα με κοινωνικά συμφέροντα και κανόνες, παίζει κρίσιμο ρόλο στη βιώσιμη ανάπτυξη του ευρωπαϊκού τομέα πρώτων υλών και στη διαμόρφωση της ευρωπαϊκής πολιτικής για τις πρώτες ύλες. Η γεωλογική έρευνα υποστηρίζει την κατανόηση των βασικών ζητημάτων και είναι θεμελιώδης για την επίτευξη των απαιτητικών στόχων της ΕΕ. Η κατανόηση των γεωλογικών διαδικασιών και πόρων παρέχει τη δυνατότητα λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων και εργασίας για ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό μέλλον, βασισμένο σε υγιή, στιβαρά, ανοιχτά και ενημερωμένα δεδομένα ορυκτών (Wittenberg & de Oliveira, 2023).

3.3 Ανάλυση των νομοθετικών μέτρων που περιλαμβάνονται στο CRMA

Ο νόμος για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRMA) αναδεικνύεται ως κεντρικό νομοθετικό μέσο για την υποστήριξη του πράσινου και ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς και των αμυντικών δυνατοτήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Έχει ως στόχο την ενίσχυση της προμήθειας κρίσιμων πρώτων υλών (CRM) για σχετικές βιομηχανίες και στρατηγικές τεχνολογίες, μέσω της ενίσχυσης της εξόρυξης, της επεξεργασίας και της ανακύκλωσης εντός της ΕΕ. Παρότι εισάγει συγκεκριμένα και φιλόδοξα σημεία αναφοράς, αυτά δεν είναι νομικά δεσμευτικά.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του CRMA περιλαμβάνουν νομικές τροποποιήσεις για την επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης των Στρατηγικών Έργων που σχετίζονται με στρατηγικές πρώτες ύλες (SRM), μια νέα κατηγορία πρώτων υλών. Οι CRM χαρακτηρίζονται ως απαραίτητες για στρατηγικές τεχνολογίες, και ο κανονισμός στοχεύει στη διευκόλυνση της έγκρισης των έργων μέσω της αναγνώρισής τους ως «δημοσίου συμφέροντος», επιβάλλοντας παράλληλα αυστηρότερα χρονοδιαγράμματα αδειοδότησης. Η νομική αξιολόγηση δείχνει ότι οι διαδικασίες αδειοδότησης σε ορισμένες χώρες, όπως η Αυστρία, όπου απαιτείται Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ), μπορεί να συντομευθούν, αν και οι διαδικασίες χωρίς ΕΠΕ ήδη έχουν μικρότερο χρόνο από αυτόν που προβλέπεται από το CRMA. Παρά τις βελτιώσεις, η αδειοδότηση παραμένει μόνο ένα μικρό μέρος του συνολικού χρόνου υλοποίησης ενός έργου, άρα η συνολική χρονική μείωση δεν θα είναι σημαντική.

Μια σημαντική αλλαγή είναι οι περιορισμένες περιόδους δημόσιας διαβούλευσης στις ΕΠΕ, που ενδέχεται να περιορίσουν τη συμμετοχή ΜΚΟ, πολιτών και γειτονικών κοινοτήτων. Το εάν το καθεστώς δημοσίου συμφέροντος των Στρατηγικών Έργων θα οδηγήσει σε περισσότερα έργα και αυξημένα ποσοστά αδειοδότησης εξαρτάται από την κερδοφορία για επενδυτές, τις πρακτικές αδειοδότησης και τις αποφάσεις των δικαστηρίων. Ο CRMA εισάγει επίσης υποχρεώσεις για ανακύκλωση, κυκλικότητα, εθνικά προγράμματα εξερεύνησης, συλλογή δεδομένων, παρακολούθηση κινδύνων και αύξηση της διαφάνειας. Αυτά τα μέτρα έχουν ως στόχο να εξασφαλίσουν CRM από δευτερογενείς πηγές, να προσφέρουν καλύτερη εποπτεία ενδεχόμενων ελλείψεων εφοδιασμού και να βελτιώσουν τη δημόσια αποδοχή των έργων πρώτων υλών (Tröster, Papatheophilou & Küblböck, 2024).

Ο νόμος της ΕΕ για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRMA) αποτελεί ένα σημαντικό ορόσημο ως η πρώτη νομοθετική πράξη που αφορά τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM) στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αναδεικνύει την επείγουσα ανάγκη της Ευρώπης να διασφαλίσει έναν σταθερό εφοδιασμό CRM, αναγνωρίζοντας την αδυναμία της να βασίζεται αποκλειστικά στις εισαγωγές. Η Ευρώπη είναι η μόνη ήπειρος στην οποία η εξόρυξη έχει μειωθεί τις τελευταίες δεκαετίες (WMD 2024), κάτι που θέτει μια σοβαρή πρόκληση για την ΕΕ να αντιστρέψει αυτή την τάση. Παράλληλα, η ΕΕ έχει παραδοσιακά αναθέσει σε εξωτερικούς συνεργάτες την κάλυψη της ζήτησης για πρώτες ύλες, μαζί με τις αρνητικές συνέπειες όπως η χρήση γης, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και οι δυσμενείς συνθήκες εργασίας. Ο CRMA στοχεύει να αντιμετωπίσει αυτά τα ζητήματα, προωθώντας την αύξηση της εγχώριας εξόρυξης και επεξεργασίας.

Οι κυριότερες νομικές αλλαγές που έφερε ο CRMA, και τέθηκαν σε ισχύ στις 23 Μαΐου 2024, περιλαμβάνουν: (1) τροποποιήσεις στη διαδικασία αδειοδότησης για τα Στρατηγικά Έργα, και (2) υποχρεώσεις που επιβάλλονται στα κράτη μέλη και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ιδιαίτερα σε σχέση με τα εθνικά προγράμματα εξερεύνησης και τα μέτρα κυκλικότητας. Ενώ η Επιτροπή έχει δημοσιεύσει αρκετά έγγραφα πολιτικής για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM) από το 2008 (ΕΚ 2008), ο κανονισμός για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRMA) περιλαμβάνει για πρώτη φορά μια νομική πράξη που είναι δεσμευτική για τα κράτη μέλη και ισχύει άμεσα (άρθρο 288 της Συνθήκης για τη Λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Έτσι, ο κανονισμός εισάγει αλλαγές στην εθνική νομοθεσία που ρυθμίζει τη διαδικασία αδειοδότησης έργων πρώτων υλών, αναγκάζοντας τους νομοθέτες να προσαρμόσουν τις σχετικές εθνικές ρυθμίσεις. Στην Αυστρία, αυτό επηρεάζει, για παράδειγμα, τον νόμο για τις ορυκτές πρώτες ύλες (Mineralrohstoffgesetz, MinroG) και τον Νόμο για την Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, UVP-G).

Εξ ορισμού, τα έργα εξόρυξης και τα έργα επεξεργασίας ορυκτών έχουν εγγενείς επιδράσεις στο περιβάλλον, θέτοντας κινδύνους για τη φύση, τη χλωρίδα, την πανίδα και τον τοπικό πληθυσμό. Συνεπώς, απαιτούν πολλές άδειες για να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με όλες τις σχετικές εθνικές και περιφερειακές νομοθεσίες. Για να κατανοηθεί καλύτερα η διαδικασία αδειοδότησης και οι αλλαγές που εισάγει ο CRMA, αρχικά δίνεται μια γενική επισκόπηση των υφιστάμενων διαδικασιών αδειοδότησης, ακολουθούμενη από μια επεξεργασία των τροποποιήσεων.

Για όλα τα έργα πρώτων υλών στην Αυστρία, οι άδειες που απαιτούνται για έργα εξόρυξης και επεξεργασίας ορυκτών περιλαμβάνουν οικοδομικές άδειες, άδειες σχετικές με τη χρήση πλωτών οδών και υδάτινων σωμάτων, περιφερειακές περιβαλλοντικές άδειες, άδειες για επιπτώσεις στο δάσος, άδειες για συγκεκριμένα χημικά προϊόντα, σχέδια προστασίας από θόρυβο και σχέδια προστασίας από εκπομπές. Τα έργα εξόρυξης απαιτούν επίσης άδεια εξόρυξης, τα έργα επεξεργασίας απαιτούν άδεια εγκατάστασης και τα έργα ανακύκλωσης απαιτούν άδεια για εγκαταστάσεις απορριμμάτων. Ωστόσο, η διαδικασία έγκρισης εξαρτάται από το αν απαιτείται Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ). Εάν δεν απαιτείται, η γενική διαδικασία αδειοδότησης γίνεται αθροιστική. Αυτό σημαίνει ότι ο αιτών πρέπει να αποκτήσει όλες τις παραπάνω άδειες από διάφορες αρχές πριν από την έναρξη λειτουργίας. Λόγω της ομοσπονδιακής δομής της Αυστρίας, αυτό απαιτεί την υποβολή αιτήσεων για άδειες σε διάφορα κυβερνητικά επίπεδα. Ακόμα και για την απόκτηση της άδειας εξόρυξης βάσει του αυστριακού νόμου περί ορυκτών πρώτων υλών (MinroG), μπορεί να εμπλέκονται διάφορες διοικητικές αρχές, ανάλογα με τον τύπο της παραγωγής και την τοποθεσία του έργου (§§ 170 f MinroG). Εάν απαιτείται διαδικασία εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αυτές οι άδειες περιλαμβάνονται στη διαδικασία αυτή. Η διαδικασία ΕΠΕ λειτουργεί ως «συγκεντρωμένη διαδικασία αδειοδότησης», που σημαίνει ότι η αρμόδια αρχή έχει εντολή να αντιμετωπίσει όλες τις σχετικές απαιτήσεις για διάφορους τύπους αδειών. Έτσι, η αρχή που εποπτεύει τη διαδικασία ΕΠΕ λειτουργεί ως κεντρικό σημείο για όλες τις διοικητικές άδειες. Ωστόσο, η έγκριση σχεδίων εξορυκτικής λειτουργίας και οι επιχειρηματικές άδειες που απαιτούνται για τη λειτουργία μιας μονάδας επεξεργασίας ή ανακύκλωσης υπερβαίνουν τη δικαιοδοσία της αρχής ΕΠΕ και επομένως πρέπει να ληφθούν από ξεχωριστή αρχή.

Ο CRMA εισάγει αρκετές τροποποιήσεις στη διαδικασία αδειοδότησης, αποκλειστικά στο πλαίσιο των στρατηγικών πρώτων υλών (SRM). Αυτές οι τροποποιήσεις περιλαμβάνουν την επιτάχυνση της (1) χορήγησης άδειας και (2) των διαδικασιών ΕΠΕ, (3) τη δημιουργία προκαθορισμένου κριτηρίου δημοσίου συμφέροντος για Στρατηγικά Έργα και (4) την εισαγωγή υποχρεώσεων για παροχή πρόσθετων πληροφοριών για τα ενιαία σημεία επαφής.

Επιτάχυνση της Διαδικασίας Αδειοδότησης

Με τις τροποποιήσεις της CRMA, η διαδικασία χορήγησης αδειών για στρατηγικά έργα σε κράτη μέλη της ΕΕ θα περιορίζεται σε 27 μήνες για έργα εξόρυξης και σε 15 μήνες για έργα επεξεργασίας ή ανακύκλωσης. Υπάρχουν εξαιρέσεις σε περιπτώσεις που δικαιολογούνται από τη φύση, την πολυπλοκότητα, την τοποθεσία ή το μέγεθος του προτεινόμενου έργου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτός ο χρονικός περιορισμός δεν περιλαμβάνει διαδικασίες προσφυγής (διοικητικές ή δικαστικές) ή το χρόνο που απαιτείται για την απόκτηση Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ), η οποία είναι ενσωματωμένη στη διαδικασία αδειοδότησης. Θεωρητικά, η υπάρχουσα αυστριακή νομοθεσία ήδη προβλέπει ταχύτερες διαδικασίες αδειοδότησης σε σύγκριση με την CRMA, καθώς οι εξορυκτικές αρχές έχουν προθεσμία έξι μηνών για την έγκριση ή απόρριψη των αιτήσεων άδειας εξόρυξης.

Επιτάχυνση της Διαδικασίας Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Η CRMA εισάγει τρεις τροποποιήσεις που επηρεάζουν το χρονοδιάγραμμα συγκεκριμένων σταδίων της διαδικασίας ΕΠΕ για στρατηγικά έργα:

1. Αξιολόγηση Αναγκαιότητας ΕΠΕ: Η περίοδος για την αξιολόγηση της ανάγκης για ΕΠΕ μειώνεται από 42 ημέρες σε 30 ημέρες.
2. Δημόσια Διαβούλευση: Εάν απαιτείται η διενέργεια ΕΠΕ, ο CRMA καθορίζει ότι η περίοδος δημόσιας διαβούλευσης θα κυμαίνεται από 30 έως 85 ημέρες. Αυτό απαιτεί τροποποίηση της αυστριακής νομοθεσίας, η οποία προς το παρόν δεν ορίζει ανώτατο χρονικό όριο για τη δημόσια διαβούλευση και απλώς απαιτεί την έναρξή της με την υποβολή όλων των εγγράφων μία εβδομάδα πριν από την προφορική ακρόαση.
3. Τρίτον, ο CRMA περιορίζει την περίοδο απόφασης ΕΠΕ για Στρατηγικά Έργα σε 90 ημέρες, σε αντίθεση με την τρέχουσα εννεάμηνη περίοδο που ορίζει η αυστριακή νομοθεσία.

Υπέρταχο Δημόσιο Συμφέρον Στρατηγικών Έργων

Ο CRMA εισάγει σημαντικές αλλαγές στο νομικό καθεστώς των Στρατηγικών Έργων, αναγνωρίζοντάς τα εκ των προτέρων ως έργα που εξυπηρετούν το «δημόσιο συμφέρον» και συμβάλλουν στην ασφάλεια του εφοδιασμού με Στρατηγικές Πρώτες

Υλεις (SRM) στην ΕΕ (άρθρο 10). Παρά τις γενικές απαιτήσεις για προστασία της φύσης, που επιβάλλουν ότι τα έργα δεν μπορούν να τοποθετούνται σε ειδικές περιοχές διατήρησης (σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΕC) και πρέπει να πληρούν τις σχετικές απαιτήσεις για την προστασία της χλωρίδας και της πανίδας (Οδηγία 2009/147/ΕΚ), υπάρχουν δυνατότητες παρεκκλίσεων. Μία από τις προϋποθέσεις για αυτές τις παρεκκλίσεις είναι η επίδειξη του «υπέρτατου δημόσιου συμφέροντος» του προτεινόμενου έργου (άρθρο 6, παράγραφος 4.). Ειδικότερα, για τα Στρατηγικά Έργα που σχετίζονται με την εξόρυξη πρώτων υλών ή την επεξεργασία, η CRMA επισημαίνει ότι η ανάγκη για τη διασφάλιση της ασφάλειας του εφοδιασμού μπορεί να υπερτερεί των άλλων συμφερόντων προστασίας της φύσης. Αυτό σημαίνει ότι οι αρχές θα πρέπει να εξετάσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των έργων, αλλά το δημόσιο συμφέρον που προκύπτει από αυτά τα έργα μπορεί να επιτραπεί να υπερτερεί.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, παρά αυτή την αναγνώριση του δημόσιου συμφέροντος, αυτό δεν συνεπάγεται απόλυτη προτεραιότητα για τα Στρατηγικά Έργα. Οι δημόσιες αρχές θα πρέπει να σταθμίσουν τα συμφέροντα, λαμβάνοντας υπόψη την προστασία της φύσης, της χλωρίδας και πανίδας, και των οικοσυστημάτων στο σύνολό τους. Έτσι, η καθορισμένη εκ των προτέρων θέση των Στρατηγικών Έργων ως προς το δημόσιο συμφέρον υποστηρίζει τη θέση τους σε διαδικασίες αδειοδότησης, αλλά δεν εξασφαλίζει αυτόματα τη θετική αξιολόγηση τους.

Ενιαία Σημεία Επαφής

Ο CRMA στοχεύει στην ενίσχυση της διαφάνειας και ενημέρωσης από τις δημόσιες αρχές, απαιτώντας από τα κράτη μέλη να δημιουργήσουν Ενιαία Σημεία Επαφής (ΕΣΕ) σε όλα τα διοικητικά επίπεδα και στάδια της αλυσίδας αξίας των Στρατηγικών Έργων CRM. Αυτά τα σημεία επαφής θα παρέχουν πληροφορίες στους φορείς προώθησης έργων και θα αναλάβουν πρόσθετα καθήκοντα ενημέρωσης των φορέων υλοποίησης, όπως η κοινοποίηση προθεσμιών υποβολής εγγράφων.

Αλλαγές στις Διαδικασίες Αδειοδότησης

Ο CRMA φέρνει νομικές τροποποιήσεις που στοχεύουν στη διευκόλυνση των διαδικασιών αδειοδότησης για Στρατηγικά Έργα. Στην Αυστρία, η διάρκεια της

γενικής άδειας ορίζεται σε 27 μήνες, υπερβαίνοντας το προηγούμενο όριο των 6 μηνών, αλλά αντικατοπτρίζει πιο πιστά τις πραγματικές διαδικασίες. Σε αντίθεση με την Αυστρία, άλλα κράτη μέλη της ΕΕ δεν ορίζουν συγκεκριμένα χρονικά όρια, με τις διαδικασίες να κυμαίνονται από 11 μήνες έως 7 χρόνια.

Ο νόμος CRMA επιταχύνει τις διαδικασίες αδειοδότησης επιβάλλοντας αυστηρότερα χρονικά όρια και ελαχιστοποιώντας την περίοδο έγκρισης για Στρατηγικά Έργα σε 90 ημέρες. Επιπλέον, επιδιώκει να υποστηρίξει τη διαδικασία με πρόσθετη χρηματοδότηση στις αρμόδιες αρχές και την υποχρέωση δημιουργίας συστήματος ΕΣΕ για εξορθολογισμό της υποβολής εγγράφων. Ωστόσο, η εφαρμογή του CRMA μπορεί να διατηρήσει πολλαπλές αρχές με διακριτές ευθύνες. Η αναγνώριση των Στρατηγικών Έργων ως «δημοσίου συμφέροντος» ενδέχεται να αλλάξει την ισορροπία συμφερόντων στις διαδικασίες αδειοδότησης, αν και δεν εξασφαλίζει απόλυτη προτεραιότητα. Επιπλέον, ο περιορισμός των τροποποιήσεων μόνο για SRM μπορεί να δημιουργήσει ένταση με άλλες διαδικασίες αδειοδότησης έργων.

Δημόσια Διαβούλευση

Η αλλαγή στον χρόνο δημόσιας διαβούλευσης για τις διαδικασίες περιβαλλοντικής εκτίμησης (ΜΠΕ) Στρατηγικών Έργων θα περιορίσει τη συμμετοχή των πολιτών. Οι δηλώσεις θα πρέπει να υποβάλλονται εντός 30 έως 85 ημερών, γεγονός που μπορεί να μειώσει την ευχέρεια συμμετοχής ΜΚΟ και πολιτών, αυξάνοντας τον κίνδυνο επιτάχυνσης των διαδικασιών εις βάρος της δημόσιας συμμετοχής και έγκρισης.

Ο CRMA αναθέτει διάφορες υποχρεώσεις στην Επιτροπή και στα κράτη μέλη της ΕΕ προκειμένου να ενισχύσει την τεχνογνωσία σχετικά με την προμήθεια και τη χρήση στρατηγικών και κρίσιμων πρώτων υλών και να δημιουργήσει μεγαλύτερη διαφάνεια. Οι υποχρεώσεις αυτές κυμαίνονται από την ανάπτυξη προγραμμάτων εξερεύνησης έως την εφαρμογή μέτρων για κυκλικότητα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη συλλογή δεδομένων από τα κράτη μέλη προκειμένου να δημιουργηθούν και να βελτιωθούν πληροφορίες σχετικά με πιθανές πηγές, τη διαθεσιμότητα και τα πιθανά σημεία συμφόρησης στην προμήθεια πρώτων υλών (Tröster, Papatheophilou & Küblböck, 2024).

4. Επιπτώσεις και προκλήσεις

4.1 Επιπτώσεις της δράσης CRMA στην οικονομία, τη βιομηχανία και το περιβάλλον

Αν και η δράση CRMA χαιρετίστηκε ως σημαντικό βήμα για τη διαφοροποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού και την ενίσχυση της ασφάλειας εφοδιασμού στην ΕΕ, παραμένουν αρκετά εκκρεμή ζητήματα και επικρίσεις. Τα κύρια οφέλη που προκύπτουν είναι (www.slrconsulting.com):

1. Ασφάλεια εφοδιασμού για τα κράτη μέλη της ΕΕ: Η εφαρμογή του CRMA αναμένεται να ενισχύσει την ασφάλεια εφοδιασμού των κρατών μελών, διευκολύνοντας την κατανόηση και εκμετάλλευση των κοιτασμάτων ορυκτών
2. Στήριξη έργων με βάση την ΕΕ: Τα έργα στρατηγικών ορυκτών (SRM) εντός της ΕΕ θα επιταχυνθούν, θα λάβουν οικονομική υποστήριξη και ενίσχυση από τις αρχές, προωθώντας την ταχύτερη παραγωγή και ανάπτυξή τους.
3. Στήριξη έργων τρίτων χωρών: Τα έργα SRM σε χώρες που διατηρούν φιλικές δικαιοδοσίες θα ενισχυθούν οικονομικά, εφόσον συμμορφώνονται με τους κανόνες των χωρών αυτών.
4. Πλεονεκτήματα για χρηματοδότες: Τα έργα SRM θα αποκτήσουν πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα έργα, ενισχύοντας την πιθανότητα επιτυχούς ανάπτυξης και χρηματοδότησης.
5. Μείωση περιβαλλοντικού αποτυπώματος: Η ενίσχυση των τοπικών αλυσίδων εφοδιασμού και η προώθηση βιώσιμων λειτουργιών αναμένονται να μειώσουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των έργων.

Μία από τις βασικές επιπτώσεις του CRMA είναι η θέσπιση σημείων αναφοράς για την εγχώρια εξόρυξη, επεξεργασία και ανακύκλωση στρατηγικών πρώτων υλών (SRM). Ο κανονισμός καθορίζει ποσοστά για το ελάχιστο ποσοστό της ζήτησης στην ΕΕ που θα πρέπει να καλύπτεται από εγχώριες, επεξεργασμένες και ανακυκλωμένες πρώτες ύλες. Αυτό δημιουργεί πίεση στη βιομηχανία εξόρυξης και επεξεργασίας να ενισχύσει την εγχώρια παραγωγή, προσφέροντας ευκαιρίες για τη δημιουργία θέσεων εργασίας και οικονομική ανάπτυξη. Ωστόσο, οι στόχοι αυτοί συνοδεύονται από προκλήσεις, όπως η

προσέλκυση επενδύσεων, η εύρεση ειδικευμένου προσωπικού και η συμμόρφωση με τους νέους κανονισμούς.

Ένα κρίσιμο ζήτημα αφορά τον καθορισμό των σημείων αναφοράς: θα οριστούν συγκεκριμένοι στόχοι για κάθε πρώτη ύλη ή θα υπάρχει ένα σύνολο SRM; Σε περίπτωση που ισχύει το δεύτερο, με ποια κριτήρια θα καθοριστεί αυτό το σύνολο; Θα βασίζεται στον μέσο όρο των 16 στρατηγικών πρώτων υλών ή σε άλλους παράγοντες, όπως το βάρος και η προστιθέμενη αξία; Επιπλέον, θα διαφοροποιούνται τα σημεία αναφοράς ανάλογα με τα αποθέματα ή τις εξορυκτικές δυνατότητες κάθε κράτους μέλους, επηρεάζοντας έτσι διαφορετικά τις εταιρείες εξόρυξης ανά περιοχή; Οι απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα θα διευκρινιστούν κατά τη διάρκεια της νομοθετικής διαδικασίας και της εφαρμογής του κανονισμού, κάτι που θα έχει σημαντικές συνέπειες για τη βιομηχανία εξόρυξης.

Ο κανονισμός CRMA δίνει έμφαση στην κυκλικότητα και θέτει στόχους για την εγχώρια ανακύκλωση SRM, δημιουργώντας κίνητρα για επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες και εγκαταστάσεις ανακύκλωσης. Ωστόσο, ο τομέας αυτός μπορεί να αντιμετωπίσει δυσκολίες στην επίτευξη των στόχων ανακύκλωσης, ιδίως για υλικά που απαιτούν πολύπλοκες διαδικασίες ανακύκλωσης. Επιπλέον, η δημιουργία νέων μονάδων ανακύκλωσης μπορεί να προκαλέσει αντιδράσεις από τις τοπικές κοινότητες και να εγείρει ερωτήματα σχετικά με τη διαχείριση των εξορυκτικών αποβλήτων. Ο κανονισμός δεν προσδιορίζει αν οι ανακυκλωμένες πρώτες ύλες θα πρέπει να προέρχονται από προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους ή απόβλητα παραγωγής, ούτε αν θα πρέπει να είναι εντός της ΕΕ ή από στρατηγικούς εταίρους. Αυτό ενδέχεται να οδηγήσει σε εισαγωγές αποβλήτων από τρίτες χώρες, όπως η Κίνα, αντί να προάγει την εγχώρια ανακύκλωση, ιδιαίτερα για υλικά με περιορισμένη διαθεσιμότητα, όπως οι μπαταρίες ηλεκτρικών οχημάτων. Επίσης, δεν είναι σαφές εάν οι ανακυκλωμένες πρώτες ύλες μπορούν να θεωρηθούν «εξορυχθείσες στην Ευρώπη» και να συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων εξόρυξης.

Ο τρόπος εφαρμογής του κανονισμού μπορεί να διαφοροποιήσει τα κίνητρα και τις προκλήσεις που σχετίζονται με την ανάπτυξη έργων εξόρυξης και ανακύκλωσης. Η μεταποιητική βιομηχανία και οι τελικοί παραγωγοί θα επηρεαστούν από την αυξανόμενη ζήτηση για εγχώριες και ανακυκλωμένες πρώτες ύλες, αναγκάζοντας τους

να προσαρμόσουν τις αλυσίδες εφοδιασμού και τις στρατηγικές προμήθειας ώστε να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις του CRMA. Οι απαιτήσεις παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων ενδέχεται να αυξήσουν το κόστος και να προκαλέσουν διαταραχές στην εφοδιαστική αλυσίδα, ιδιαίτερα για τις εταιρείες που εξαρτώνται από εισαγόμενες πρώτες ύλες, και να προκύψουν ζητήματα σχετικά με την προστασία των εταιρικών δεδομένων. Ωστόσο, το CRMA προσφέρει και ευκαιρίες για κερδοφορία, επιβραβεύοντας την συμμόρφωση με τα πρότυπα βιωσιμότητας και δίνοντας στις εταιρείες τη δυνατότητα να επωφεληθούν από την αυξανόμενη ζήτηση για βιώσιμα προϊόντα.

Οι τοπικές κοινωνίες, ιδιαίτερα στις περιοχές εξόρυξης, θα βιώσουν τόσο θετικές όσο και αρνητικές επιπτώσεις από τον CRMA. Η αύξηση των εξορυκτικών δραστηριοτήτων μπορεί να οδηγήσει σε νέες θέσεις εργασίας και στην ενίσχυση της τοπικής οικονομίας, ωστόσο ενδέχεται να προκαλέσει ανησυχίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Είναι απαραίτητος ο προσεκτικός σχεδιασμός και η συνεργασία με τις τοπικές κοινότητες ώστε να διασφαλιστεί η βιώσιμη ανάπτυξη και να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές συνέπειες. Ο κανονισμός μπορεί να προκαλέσει αμφιλεγόμενες αντιδράσεις εξαιτίας των περιορισμένων προθεσμιών για αδειοδότηση και των περιορισμένων περιθωρίων δημόσιας διαβούλευσης σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Οι καταναλωτές της ΕΕ θα επηρεαστούν από πιθανές αλλαγές στη διαθεσιμότητα και τις τιμές των προϊόντων. Η έμφαση του CRMA στη βιωσιμότητα μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη διαφάνεια και καλύτερη σήμανση των προϊόντων, διευκολύνοντας τους καταναλωτές να κάνουν ενημερωμένες επιλογές. Παρ' όλα αυτά, είναι πιθανό να υπάρξουν αυξήσεις στις τιμές λόγω των υψηλότερων εξόδων συμμόρφωσης με τον κανονισμό.

Οι εθνικές κυβερνήσεις διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην εφαρμογή του CRMA, διασφαλίζοντας την τήρηση των απαιτήσεων του κανονισμού. Πρέπει να θεσπίσουν ρυθμιστικά πλαίσια και να παρέχουν υποστήριξη για την εγχώρια παραγωγή, επεξεργασία και ανακύκλωση πρώτων υλών. Ωστόσο, οι κυβερνήσεις αντιμετωπίζουν προκλήσεις στην εξισορρόπηση των οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών στόχων, καθώς και στην εξασφάλιση ισότιμου ανταγωνισμού μεταξύ των κρατών

μελών. Οι ευκαιρίες και οι δυσκολίες εξαρτώνται από την προσέγγιση που θα ακολουθηθεί για τη μέτρηση και εφαρμογή των σημείων αναφοράς, ενώ η χρηματοδότηση του πρόσθετου κόστους παρακολούθησης μπορεί να επιβαρύνει τα κράτη μέλη. Εάν τα πιο οικονομικά αδύναμα κράτη αναλάβουν αυτά τα έξοδα, υπάρχει ο κίνδυνος να αυξηθούν οι οικονομικές ανισότητες εντός της ΕΕ. Επιπλέον, οι κυβερνήσεις και οι τοπικές αρχές θα χρειαστούν τις κατάλληλες δεξιότητες για να επιταχύνουν τις διαδικασίες αδειοδότησης, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι δεν θα προκύψουν περιττές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Οι παράγοντες εκτός ΕΕ, καθώς και οι χώρες που προμηθεύουν πρώτες ύλες στην ΕΕ, θα επηρεαστούν από τον CRMA μέσω απαιτήσεων για διαφοροποίηση και μείωση της εξάρτησης από μεμονωμένους προμηθευτές τρίτων χωρών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στη δυναμική του εμπορίου και πιθανές εντάσεις μεταξύ των φορέων της ΕΕ και των τρίτων χωρών. Στρατηγικές συνεργασίες με χώρες που συμμερίζονται παρόμοιες αξίες μπορούν να ανοίξουν ευκαιρίες συνεργασίας, αλλά μπορεί επίσης να έχουν αρνητικές επιπτώσεις για χώρες που δεν συμμετέχουν.

Τέλος, ο CRMA έχει εκτεταμένες συνέπειες για τους επενδυτές της ΕΕ καθώς και για μη κοινοτικούς επενδυτές. Από τη μία πλευρά, οι επενδυτικές ευκαιρίες σε έργα που σχετίζονται με την εξόρυξη, την επεξεργασία και την ανακύκλωση πρώτων υλών αναμένεται να αυξηθούν. Από την άλλη πλευρά, οι επενδυτές θα πρέπει να διαχειριστούν τους κινδύνους που σχετίζονται με τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς και τις προκλήσεις βιωσιμότητας, καθώς η πιθανή αστάθεια της αγοράς θα απαιτήσει προσεκτική προσέγγιση. Οι παράγοντες ESG θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στις επενδυτικές αποφάσεις, εναρμονιζόμενοι με την έμφαση του CRMA στη βιώσιμη διαχείριση πόρων. Το αυξημένο κόστος συμμόρφωσης και υποβολής εκθέσεων αναμένεται να επηρεάσει τις επενδυτικές επιλογές στην ΕΕ. Η σαφήνεια σχετικά με τη διαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού και τις απαιτήσεις υποβολής εκθέσεων είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για τις πολύπλοκες και σχετικά αδιαφανείς αλυσίδες εφοδιασμού στον τομέα των πρώτων υλών.

Για να μπορέσουν η βιομηχανία, οι επενδυτές και οι κυβερνήσεις να υλοποιήσουν εγκαίρως τον CRMA, η πιστοποίηση της βιώσιμης εξόρυξης, επεξεργασίας και προμήθειας πρέπει να απλοποιηθεί και να ενοποιηθεί. Η πρόσβαση σε χρηματοδότηση

θα είναι ζωτικής σημασίας για τις εταιρείες ώστε να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του CRMA και να προχωρήσουν σε στρατηγικά έργα. Ο ανταγωνισμός στην αγορά θα ενταθεί, αναγκάζοντας τις εταιρείες να διαφοροποιηθούν με βάση τις πρακτικές συμμόρφωσης και βιωσιμότητας. Ο CRMA οδηγεί σε μια σημαντική οικονομική και βιομηχανική αλλαγή για την ενιαία αγορά της ΕΕ. Συνεπώς, οι συνεργασίες μεταξύ επενδυτών, εταιρειών και κυβερνήσεων, καθώς και η ενεργή συμμετοχή των πολιτών, θα είναι κρίσιμης σημασίας για την προώθηση υπεύθυνων επενδυτικών πρακτικών και τη διασφάλιση μιας ανθεκτικής αλυσίδας εφοδιασμού πρώτων υλών. Ο Πίνακας 3 συνοψίζει επιλεγμένες ευκαιρίες, προκλήσεις και ανοιχτές ερωτήσεις για τα κύρια ενδιαφερόμενα μέρη (Hool, Helbig & Wierink, 2023).

Ομάδα ενδιαφερομένων	Επιλεγμένες ευκαιρίες	Επιλεγμένες προκλήσεις	Επιλεγμένες ανοιχτές ερωτήσεις
Μεταλλευτική και μεταποιητική βιομηχανία	Αυξημένη ζήτηση για SRM που εξορύσσονται εγχώρια και επεξεργάζονται. αυξημένη προβολή και πολιτική υποστήριξη	Πίεση για επίτευξη σημείων αναφοράς και εξασφάλιση επενδύσεων. πίεση για την εκπλήρωση των απαιτήσεων συμμόρφωσης· πιθανά κενά γνώσεων και δεξιοτήτων	Πώς θα μετρηθούν και θα συντεθούν τα σημεία αναφοράς (π.χ., σημείο αναφοράς για κάθε SRM έναντι του συνόλου όλων των SRM);
Μεταποιητική βιομηχανία και ΚΑΕ	Μειωμένος κίνδυνος προσφοράς λόγω εγχώριας παραγωγής και στρατηγικών συνεργασιών. Οι απαιτήσεις διαφάνειας ενδέχεται να αυξήσουν τη φήμη και συνεπώς τη ζήτηση (επίσης διεθνώς)	Πίεση για την εκπλήρωση των απαιτήσεων διαφάνειας. πρόσθετο κόστος για τη συμμόρφωση	Πόσο γρήγορα και αποτελεσματικά θα εφαρμοστούν νέα συστήματα πληροφοριών, πρότυπα διαφάνειας και επισήμανση;

Βιομηχανία ανακύκλωσης	Αυξημένη και εξασφαλισμένη ζήτηση για εγχώρια ανακυκλωμένα SRMs. προβολή και πολιτική υποστήριξη	Πιθανές δυσκολίες επίτευξης σημείων αναφοράς λόγω έλλειψης προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους και απορριμμάτων επεξεργασίας	Το σημείο αναφοράς ανακύκλωσης θα αναφέρεται μόνο σε εγχώρια ανακυκλωμένα υλικά ή σε ανακυκλωμένα υλικά γενικά (όπως τα απόβλητα επεξεργασίας από την Κίνα);
Τοπικές κοινότητες	Δημιουργία θέσεων εργασίας και οικονομική ανάπτυξη, συμπεριλαμβανομένης της κατάντη περιφερειακής βιομηχανίας	Πιθανές περιβαλλοντικές ζημιές και καταστροφή φυσικών οικοτόπων λόγω συντομεύσεων των χρόνων αδειοδότησης. πιθανή μετεγκατάσταση κοινοτήτων	Θα υπάρξει ένας επιτυχημένος διάλογος, συν-δημιουργία και εμπιστοσύνη μεταξύ των υπευθύνων χάραξης πολιτικής, των βιομηχανιών και των πληττόμενων κοινοτήτων;
Καταναλωτές	Υψηλότερη διαφάνεια. δυνατότητα για ενημερωμένες επιλογές των καταναλωτών όσον αφορά την προέλευση υλικού και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα· πιθανή πιο σταθερή μακροπρόθεσμη διαθεσιμότητα προϊόντων	Πιθανή αύξηση των τιμών μέσω του κόστους συμμόρφωσης. Λόγω πιθανώς αυξημένων εμπορικών εντάσεων, είναι πιθανές απροσδόκητες αλλαγές στη διαθεσιμότητα των προϊόντων	Πώς θα κοινοποιηθεί η προέλευση της πρώτης ύλης και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα; Θα το δουν οι καταναλωτές ως προστιθέμενη αξία;
Εθνικές κυβερνήσεις	Δημιουργία θέσεων εργασίας και οικονομική ανάπτυξη, συμπεριλαμβανομένης της κατάντη	Ανάγκη εξισορρόπησης των στόχων οικονομικής ανάπτυξης με περιβαλλοντικούς και	Θα υπάρχει οικονομική υποστήριξη και υποστήριξη σε επίπεδο ΕΕ για την κάλυψη

	περιφερειακής βιομηχανίας· ενίσχυση της πράσινης μετάβασης και αυξημένη αυτονομία σε επίπεδο ΕΕ	κοινωνικούς προβληματισμούς και διασφάλιση συντονισμού με άλλα κράτη μέλη της ΕΕ· ενδέχεται να θέσει σε μειονεκτική θέση τις οικονομικά ασθενέστερες περιοχές· αυξημένο φόρτο εργασίας που σχετίζεται με την παρακολούθηση και την εφαρμογή	των απαιτήσεων και του φόρτου εργασίας;
Παράγοντες εκτός ΕΕ	Πλεονεκτήματα της αγοράς για στρατηγικούς εταίρους	Αλλαγές στη δυναμική του εμπορίου και πιθανές εντάσεις, πίεση για την εκπλήρωση των απαιτήσεων διαφάνειας	Πόσο αυστηρός θα είναι ο διαχωρισμός μεταξύ στρατηγικών εταίρων και μη εταίρων χωρών και ενδέχεται τα σημεία αναφοράς να επεκταθούν και στους στρατηγικούς εταίρους (όπως ο νόμος για τη μείωση του πληθωρισμού των ΗΠΑ);
Επενδυτές	Νέες επενδυτικές ευκαιρίες σε στρατηγικά έργα. Οι αυξημένες δραστηριότητες Ε&Α μπορεί να βοηθήσουν τη μακροπρόθεσμη καινοτομία και την ανάπτυξη της αγοράς, επίσης σε άλλους τομείς	Ανάγκη πλοήγησης στην πιθανή αστάθεια της αγοράς και διαχείριση κινδύνων που σχετίζονται με ζητήματα συμμόρφωσης με τους κανονισμούς και βιωσιμότητας· ανάγκη προσαρμογής των κριτηρίων λήψης	Πώς θα καθοριστεί και θα μετρηθεί η βιωσιμότητα ή η ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας; Πώς θα παρακολουθείται η συμμόρφωση; Πώς θα επηρεάσει την ανταγωνιστικότητα

		αποφάσεων και επενδύσεων, ιδίως όσον αφορά το ESG· μεγαλύτερος χρονικός ορίζοντας για την απόδοση της επένδυσης λόγω τεχνικής και κανονιστικής πολυπλοκότητας	και την οικονομική ανάπτυξη;
--	--	---	------------------------------

Πίνακας 3: Επιλεγμένες ευκαιρίες, προκλήσεις και ανοιχτές ερωτήσεις για τα κύρια ενδιαφερόμενα μέρη του νόμου περί κρίσιμων πρώτων υλών

Ο CRMA θέτει ως στόχο να επιτευχθεί τουλάχιστον το 40% της ετήσιας κατανάλωσης στρατηγικών ορυκτών (SRM) στην ΕΕ να επεξεργάζεται εντός της ΕΕ έως το 2030. Ακόμη και χωρίς να υπολογιστεί η αναμενόμενη αύξηση της ζήτησης για αυτά τα υλικά, η διαφορά μεταξύ της τρέχουσας εγχώριας παραγωγής και των αναγκαίων επιπέδων για την ΕΕ είναι σημαντική για πολλά SRM. Η δυνατότητα επίτευξης του στόχου του 40% διαφέρει ανά υλικό. Για παράδειγμα, η επεξεργασία του 40% της ετήσιας κατανάλωσης μεταλλικού τιτανίου (περίπου 12 τόνοι σύμφωνα με τους Georgitzikis et al., 2022: 4) φαίνεται εφικτή (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2024γ). Αντίθετα, όσον αφορά το μαγνήσιο, η επίτευξη του στόχου επεξεργασίας 40% στην ΕΕ φαίνεται δύσκολη, όχι μόνο λόγω της αναμενόμενης αύξησης της ζήτησης, αλλά και επειδή η ΕΕ δεν έχει παράγει μαγνήσιο από το 2001. Οι εκτιμήσεις της βιομηχανίας δείχνουν ότι η παραγωγική ικανότητα θα φτάσει μόλις το 15% των απαιτήσεων της ΕΕ έως το 2030, εξαρτώμενη από μια επένδυση ύψους 1 έως 2 δισεκατομμυρίων ευρώ (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2022).

Παρόμοια με την εξόρυξη, η δράση CRMA επιτρέπει στα έργα παραγωγής να αναζητούν τον χαρακτηρισμό του Στρατηγικού Έργου, διευκολύνοντας τη διαδικασία αδειοδότησης. Ωστόσο, μπορεί να προκύψουν προκλήσεις που είναι παρόμοιες με αυτές που αντιμετωπίζουν οι εξορυκτικές δραστηριότητες. Ειδικότερα, τα έργα επεξεργασίας ενδέχεται να προκαλέσουν συγκρούσεις με τις τοπικές κοινότητες όσον αφορά τη χρήση γης, τη ρύπανση και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ένα παράδειγμα είναι η παραγωγή πυριτίου, στην οποία η Κίνα διατηρεί την κυριαρχία,

χρησιμοποιώντας άνθρακα για τη διαδικασία παραγωγής, η οποία είναι ενεργοβόρα. Οι προσπάθειες εγκατάστασης παραγωγής πυριτίου στην Ευρώπη υπήρξαν προσωρινά δύσκολες, καθώς οι τιμές ενέργειας το 2021 και το 2022 κατέστησαν την παραγωγή πυριτίου στην ΕΕ οικονομικά μη βιώσιμη (Gregoir/van Acker 2022: 64).

Έτσι, το κύριο εμπόδιο για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων επεξεργασίας στην ΕΕ φαίνεται να είναι το χαμηλότερο κόστος ενέργειας και εργασίας που απαιτείται για την επεξεργασία πρώτων υλών σε άλλες περιοχές. Η επεξεργασία πρώτων υλών στην Ευρώπη δεν είναι γενικά οικονομικά βιώσιμη, ιδίως δεδομένων των προοδευτικά αυστηρών περιβαλλοντικών κανονισμών που πρέπει να τηρούνται. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί το προτεινόμενο έργο εξόρυξης λιθίου στο Wolfsberg της Αυστρίας, το οποίο προγραμματίζει τη μεταφορά λιθίου στη Σαουδική Αραβία για τη διαδικασία διύλισης που απαιτεί υψηλή ενεργειακή κατανάλωση (Arnold 2023).

Το πρόγραμμα CRMA στοχεύει στο να διασφαλίσει ότι η ανακύκλωση θα αντιπροσωπεύει τουλάχιστον το 25% της ετήσιας κατανάλωσης στρατηγικών πρώτων υλών (SRM) στην ΕΕ μέχρι το 2030. Αυτός ο στόχος είναι ιδιαίτερα πιο φιλόδοξος από τον αρχικό στόχο του 15% που αναφέρθηκε στην πρόταση της Επιτροπής και από τον επόμενο στόχο του 20% που προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή των Περιφερειών (Ευρωπαϊκή Επιτροπή των Περιφερειών, 2023). Ωστόσο, μόνο τρία SRM έχουν αυτή τη στιγμή ποσοστά ανακύκλωσης στο τέλος του κύκλου ζωής τους που φτάνουν ή ξεπερνούν το 25%. Αντίθετα, για τέσσερα SRM, το ποσοστό ανακύκλωσης στο τέλος του κύκλου ζωής είναι αυτή τη στιγμή κάτω από το 1%. Για ορισμένα ορυκτά, η χρήση τους καθιστά την ανακύκλωση δύσκολη ή εξαιρετικά δαπανηρή. Για παράδειγμα, το βισμούθιο χρησιμοποιείται κυρίως σε φαρμακευτικά προϊόντα και άλλες χημικές ενώσεις, γεγονός που καθιστά απίθανη την ανακύκλωσή του. Ομοίως, το γάλλιο δεν ανακυκλώνεται σχεδόν καθόλου λόγω των δυσκολιών και του κόστους που σχετίζονται με την ανακύκλωσή του από τελικά προϊόντα υψηλής διασποράς (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2018).

Δεδομένων των διαφορών που παρατηρούνται μεταξύ των διάφορων SRM, η Επιτροπή έχει αναλάβει την υποχρέωση να παρέχει σημεία αναφοράς για την ικανότητα ανακύκλωσης των διαφορετικών SRM που είναι διαθέσιμα σε σχετικές ροές αποβλήτων μέχρι το 2027 (άρθρο 5, παράγραφος 3). Συγκεκριμένα, η Επιτροπή θα

επικεντρωθεί σε οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, μπαταρίες και άχρηστες μπαταρίες.

Στο πλαίσιο του CRMA, υπάρχουν λίγες διατάξεις που στοχεύουν στην επίτευξη των σημείων αναφοράς ανακύκλωσης, συμπεριλαμβανομένων των σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων (άρθρο 27) και του συστήματος επισήμανσης για μόνιμους μαγνήτες (άρθρο 29). Η ευθύνη για τα μέτρα κυκλικότητας ανατίθεται κυρίως στα κράτη μέλη (άρθρο 26). Ωστόσο, οι στόχοι διατυπώνονται με ασαφή γλώσσα και σπάνια συνοδεύονται από συγκεκριμένες ενέργειες. Συχνά προτείνονται μόνο γενικές δράσεις για την επίτευξη των στόχων (π.χ. άρθρο 26 (1) σημείο δ: «μέσω μέτρων όπως [...] ή [...]»). Ομοίως, η υποχρέωση στο άρθρο 27 για τα κράτη μέλη να «υιοθετήσουν και να εφαρμόσουν μέτρα για την προώθηση της ανάκτησης CRM από εξορυκτικά απόβλητα» (άρθρο 27, παράγραφος 5) στερείται σαφήνειας. Το επίπεδο φιλοδοξίας των κρατών μελών να εφαρμόσουν τέτοια εγχώρια μέτρα θα καθορίσει τελικά την αποτελεσματικότητά τους. Ένα παράδειγμα αυτής της κατάστασης είναι ο χαλκός, ο οποίος διαθέτει το υψηλότερο ποσοστό ανακύκλωσης από όλα τα SRM, όπως απεικονίζεται στο παραπάνω γράφημα. Ωστόσο, το σκραπ χαλκού εξάγεται εκτός Ευρώπης για ανακύκλωση, ενώ ο ακατέργαστος χαλκός εισάγεται στην ΕΕ. Εάν τα εσωτερικά μέτρα κατευθύνουν τα ρεύματα αποβλήτων που περιέχουν χαλκό σε εγχώριους ανακυκλωτές, η ζήτηση για εισαγωγή χαλκού «θα μειωνόταν σε μικρότερα επίπεδα μετά το 2040» (Gregoir/van Acker 2022: 64).

Πέρα από τα νομικά μέτρα, η δράση CRMA (ειδικότερα η συνοδευτική ανακοίνωση) επισημαίνει τα υπάρχοντα μέτρα που στηρίζουν και χρηματοδοτούν τις προσπάθειες έρευνας και καινοτομίας στην ανακύκλωση, όπως το πρόγραμμα Horizon Europe ή η επικείμενη κατ' εξουσιοδότηση πράξη της Επιτροπής σύμφωνα με τον Κανονισμό Ταξινόμησης, η οποία θα καλύπτει επίσης την ανακύκλωση και ενδεχομένως θα ενισχύσει τη βιωσιμότητα των επενδύσεων σε έργα ανακύκλωσης. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, ο CRMA δεν εισάγει νέες πηγές χρηματοδότησης. Έτσι, σε περιπτώσεις όπου η ανακύκλωση δεν είναι οικονομικά βιώσιμη, τα κίνητρα για αλλαγή είναι περιορισμένα.

Συνοπτικά, οι νομικές αλλαγές θα επηρεάσουν το ποσοστό ανακύκλωσης για τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται σε μόνιμους μαγνήτες. Για άλλες SRM, τα μελλοντικά ποσοστά ανακύκλωσης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα εθνικά μέτρα που θα θεσπιστούν από τα κράτη μέλη βάσει των άρθρων 26 και 27 του κανονισμού, τα οποία παρέχουν σημαντική ευχέρεια στα κράτη μέλη και καθορίζουν το επίπεδο φιλοδοξίας τους σε σχέση με άλλους σχετικούς κανονισμούς της ΕΕ (Tröster, Papatheophilou & Küblböck, 2024).

4.2 Προκλήσεις και οι πιθανές δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσει η εφαρμογή του προγράμματος

Η Ευρώπη δεν είναι φτωχή σε πρώτες ύλες, αλλά έχει έλλειψη παραγωγής. Διαθέτει σημαντικά κοιτάσματα χαλκού σε χώρες όπως η Πολωνία, η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Βουλγαρία και η Σουηδία, καθώς και κοιτάσματα ψευδάργυρου και μολύβδου στη Σουηδία, την Ιρλανδία και την Πολωνία. Επίσης, υπάρχουν σημαντικές ποσότητες κρίσιμων πρώτων υλών, όπως σπάνιες γαίες (Σουηδία), γραφίτης (Αυστρία, Τσεχία, Φινλανδία, Γερμανία, Σουηδία, Νορβηγία), βολφράμιο (Πορτογαλία) και βόριο (Σερβία). Η τρέχουσα ζήτηση για λίθιο έχει δημιουργήσει ανταγωνισμό για την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων του, τα οποία βρίσκονται σε χώρες όπως η Τσεχική Δημοκρατία, η Γερμανία, η Πορτογαλία, η Σερβία και η Ισπανία. Επιπλέον, το λίθιο μπορεί να εξαχθεί από άλμη σε χώρες όπως η Γαλλία και η Γερμανία μέσω υδροθερμικών έργων. Η σκανδιναβική περιοχή είναι γνωστή για το γεωλογικό της δυναμικό, αναδεικνύοντας τη σημασία της για την προμήθεια κρίσιμων πρώτων υλών στην ΕΕ. Ωστόσο, η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων στην Ευρώπη αντιμετωπίζει ανταγωνισμό από κοιτάσματα άλλων περιοχών που επιδιώκουν την προσέλκυση επενδύσεων για εξερεύνηση και ανάπτυξη. Παρά την προοπτική κοιτασμάτων νικελίου στη Φινλανδία που θα μπορούσαν να ενισχύσουν την αυτονομία της Ευρώπης από εισαγωγές, μεγάλα προγράμματα ανάπτυξης κοιτασμάτων και βιομηχανίας στην Ινδονησία δημιουργούν προκλήσεις για την ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης στην εξόρυξη κρίσιμων πρώτων υλών (Wittenberg & de Oliveira, 2023). Οι κύριες προκλήσεις του προγράμματος για τις κρίσιμες πρώτες ύλες είναι (www.slrconsulting.com):

1. Κοινωνική σύγκρουση: Η προτεραιότητα στα μεταλλευτικά έργα έναντι άλλων χρήσεων γης ενδέχεται να προκαλέσει κοινωνική αναταραχή και να διαταράξει την ισορροπία μεταξύ των διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών.
2. Αυτόχθονες κοινότητες: Υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με τις επιπτώσεις στα ανθρώπινα δικαιώματα, ιδιαίτερα όσον αφορά την τήρηση της ελεύθερης, προηγούμενης και ενημερωμένης συναίνεσης (FPIC). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές όπου τα έργα εξόρυξης επικαλύπτονται με τα εδάφη των αυτόχθονων κοινοτήτων, όπως οι Σάμι, επηρεάζοντας έτσι τις παραδοσιακές τους δραστηριότητες, όπως η εκτροφή ταράνδων.
3. Επιτρεπόμενη ταχύτητα: Η επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης ενδέχεται να οδηγήσει σε υποβάθμιση της ποιότητας των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ). Η βιασύνη στην ολοκλήρωση των εργασιών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα κακή λήψη αποφάσεων και, κατ' επέκταση, επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον.
4. Εθνικές δυνατότητες: Υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ όσον αφορά τη διακυβέρνηση και το ρόλο των Γεωλογικών Επιθεωρήσεων και των αρχών αδειοδότησης. Αυτή η ανισότητα μπορεί να επηρεάσει την πρόσβαση και τη διαθεσιμότητα δεδομένων εξερεύνησης, τις διαδικασίες αδειοδότησης και τα συστήματα διακυβέρνησης, οδηγώντας σε αποκλίσεις στην υλοποίηση των στόχων του CRMA.
5. Φιλοδοξίες και προθεσμίες του CRMA: Ο CRMA έχει φιλόδοξους στόχους με στενές προθεσμίες. Κάθε κράτος μέλος της ΕΕ θα πρέπει να αναπτύξει και να εφαρμόσει τα κατάλληλα συστήματα για να επιτύχει αυτούς τους στόχους, κάτι που θα αποτελέσει μια σκληρή πρόκληση. Ωστόσο, υπάρχει επίσης η δυνατότητα για στρατηγικά έργα ορυκτών εντός των κρατών μελών της ΕΕ να επιταχύνουν την αδειοδότηση και, σε συνεργασία με παγκόσμια έργα, να αποκτήσουν πρόσβαση σε συμφωνίες κεφαλαίου και εξαγοράς.
6. Αντιδράσεις από οργανώσεις: Ομάδες που ασχολούνται με θέματα περιβάλλοντος και ανθρώπινων δικαιωμάτων έχουν εκφράσει σφοδρές

αντιρρήσεις κατά του CRMA, επικαλούμενες περιβαλλοντικές και κοινωνικές ανησυχίες. Είναι κρίσιμο, λοιπόν, να σχεδιάζονται και να υλοποιούνται έργα με αρχές βιωσιμότητας που να είναι βαθιά ενσωματωμένες, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι βιομηχανικές δραστηριότητες δεν θα προκαλέσουν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, τις τοπικές κοινωνίες και τον ευρύτερο πληθυσμό.

Η νέα βιομηχανική στρατηγική της ΕΕ αναγνωρίζει τη σημασία των κρίσιμων υλικών (CRM) για τις μελλοντικές αλυσίδες εφοδιασμού της Ευρώπης και απαιτεί την ανάπτυξη ενός σχεδίου δράσης που να διασφαλίζει αξιόπιστη πρόσβαση σε αυτά τα υλικά. Ωστόσο, αυτή η πρωτοβουλία εγείρει σειρά αλληλένδετων ερωτημάτων. Η Ευρώπη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από διεθνείς αγορές για την προμήθεια κρίσιμων πρώτων υλών. Παρά την ύπαρξη κάποιων εγχώριων παραγωγικών ή επεξεργαστικών δραστηριοτήτων (όπως η παραγωγή κοβαλτίου στη Φινλανδία), οι περισσότερες ευρωπαϊκές αλυσίδες αξίας CRM ξεκινούν από τα στάδια διύλισης ή κατασκευής. Συγκεκριμένα, η ΕΕ εξαρτάται κατά περισσότερο από 95% από εισαγωγές για 15 CRM και κατά πάνω από 60% για άλλες επτά από τις 27 κατηγορίες υλικών που έχουν χαρακτηριστεί ως CRM από τον Μάρτιο του 2020. Η Κίνα αποτελεί τον μεγαλύτερο προμηθευτή της ΕΕ, καλύπτοντας το 62% των συνολικών εισαγωγών, ενώ άλλοι σημαντικοί προμηθευτές περιλαμβάνουν τις ΗΠΑ, τη Ρωσία, τη Βραζιλία και τη Νιγηρία. Αυτή η εξάρτηση δημιουργεί σοβαρούς κινδύνους για τη διακοπή των αλυσίδων εφοδιασμού, οι οποίοι ενισχύονται από τρεις κύριους παράγοντες:

1. Αυξημένη παγκόσμια ζήτηση: Η επιτάχυνση της τεχνολογικής καινοτομίας και η ανάπτυξη αναδυόμενων οικονομιών έχουν οδηγήσει σε αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης για CRM, προκαλώντας μεγαλύτερο ανταγωνισμό. Αυτό είναι ιδιαίτερα επιβλαβές για οικονομίες όπως αυτή της ΕΕ, οι οποίες εξαρτώνται από εισαγωγές. Κάποιοι παραγωγοί, όπως η Κίνα και η Ρωσία, επιβάλλουν περιορισμούς εξαγωγών για να διασφαλίσουν επάρκεια για τις δικές τους βιομηχανίες.
2. Συγκέντρωση της παραγωγής: Η παραγωγή CRM συγκεντρώνεται σε περιορισμένες χώρες, οι οποίες συχνά είναι ευάλωτες, όπως η Κίνα, η Βραζιλία, η Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό και οι ΗΠΑ. Για παράδειγμα, η Κίνα ελέγχει το 50-95% της παγκόσμιας παραγωγής πολλών CRM και το 85% της παγκόσμιας ικανότητας επεξεργασίας σπάνιων γαιών. Αυτή η συγκέντρωση

δημιουργεί σημεία αδυναμίας στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού, όπου τοπικές διαταραχές μπορούν να έχουν σοβαρές παγκόσμιες επιπτώσεις.

3. Γεωπολιτικοί κίνδυνοι: Η γεωπολιτικοποίηση του διεθνούς εμπορίου αυξάνει τον κίνδυνο οι κυρίαρχοι παραγωγοί να εκμεταλλευτούν τη θέση τους για να ασκήσουν πίεση στους εξαρτώμενους εισαγωγείς κρίσιμων πρώτων υλών, απειλώντας ή διακόπτοντας την προμήθειά τους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της τακτικής περιλαμβάνουν την προσπάθεια της Κίνας το 2010 να χρησιμοποιήσει την κυριαρχία της στην παραγωγή σπάνιων γαιών κατά τη διάρκεια μιας διπλωματικής σύγκρουσης με την Ιαπωνία, καθώς και τις πρόσφατες απειλές της στο πλαίσιο της εμπορικής της διαμάχης με τις ΗΠΑ. Αυτή η κατάσταση θα πρέπει να προκαλεί ανησυχία στην Ευρώπη, ιδιαίτερα λόγω της μεγάλης εξάρτησής της από έναν προμηθευτή που θεωρείται ταυτόχρονα οικονομικός και συστημικός ανταγωνιστής (Theodosopoulos, 2020).

Σύμφωνα με μια μελέτη του Κοινού Κέντρου Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τα σημεία συμφόρησης και οι κίνδυνοι εφοδιασμού για την ΕΕ εντοπίζονται κυρίως στις σπάνιες γαίες (REE), για τις οποίες η ΕΕ εξαρτάται σχεδόν εξ ολοκλήρου από την Κίνα. Οι REE είναι κρίσιμες για την παραγωγή αλυσίδων ανεμογεννητριών και κινητήρων έλξης, καθώς χρησιμοποιούνται σε μόνιμους μαγνήτες. Η ανάπτυξη μεταλλευτικών έργων, από την ανακάλυψη μέχρι την παραγωγή, απαιτεί κατά μέσο όρο πάνω από 16 χρόνια, ανεξάρτητα από τις διαδικασίες επιτάχυνσης αδειοδότησης. Οι ευρωπαϊκοί πόροι σπάνιων μετάλλων (SRM) είναι περιορισμένοι και συχνά χαμηλής ποιότητας, όπως με το λίθιο, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα της ΕΕ να καλύψει τις ανάγκες της εγχωρίως. Ως αποτέλεσμα, η ΕΕ θα συνεχίσει να εξαρτάται από ξένους προμηθευτές για CRM, καθιστώντας αναγκαία μια διεθνή προσέγγιση. Η πρωτοβουλία Global Gateway θα παίξει κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση των δυνατοτήτων εξόρυξης και επεξεργασίας σε τρίτες χώρες. Αυτή η στρατηγική είναι απαραίτητη για να ανταγωνιστεί η ΕΕ με στρατηγικούς αντιπάλους και να αντιμετωπίσει τις αλλαγές στην πολιτική των χωρών πλούσιων σε πόρους που προσαρμόζουν τις πολιτικές τους στις δικές τους βιομηχανικές ανάγκες (De Decker, 2022).

Ο Νόμος περί κρίσιμων πρώτων υλών (CRMA) στοχεύει να αντιμετωπίσει την έλλειψη ασφαλούς και βιώσιμης πρόσβασης σε κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM), αυξάνοντας την

πρόβλεψη και τον μετριασμό των κινδύνων εφοδιασμού, ενισχύοντας το εγχώριο δυναμικό CRM και προωθώντας βιώσιμες πρακτικές προμήθειας. Ωστόσο, οι προκλήσεις είναι σημαντικές:

1. Λανθασμένες εκτιμήσεις αποθεμάτων και υποκατάστασης: Η πεποίθηση ότι τα υπάρχοντα αποθέματα (π.χ. μαγνησίου) και οι δυνατότητες υποκατάστασης (π.χ. κοβαλτίου) ήταν επαρκή, οδήγησε σε εσφαλμένες εκτιμήσεις για τη μελλοντική επάρκεια, αποτρέποντας τη λήψη προληπτικών μέτρων.
2. Μεταβαλλόμενη ζήτηση λόγω τεχνολογικών αλλαγών: Οι τεχνολογικές εξελίξεις, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η ηλεκτροκίνηση, έχουν αυξήσει τη ζήτηση για συγκεκριμένες πρώτες ύλες, κάτι που δεν είχε ληφθεί υπόψη σε προηγούμενες εκτιμήσεις.
3. Ανάγκη στρατηγικής αυτονομίας: Η έννοια της «ανοικτής στρατηγικής αυτονομίας» υπογραμμίζει την ανάγκη της ΕΕ να διασφαλίσει την αυτοδυναμία της σε CRM, προκειμένου να μειώσει την εξάρτησή της από εξωτερικούς παράγοντες και να ενισχύσει την τεχνολογική και στρατιωτική της κυριαρχία.

Αυτές οι προκλήσεις αναδεικνύουν την επιτακτική ανάγκη για ένα στρατηγικό πλαίσιο και συνεργασίες στην προμήθεια κρίσιμων πρώτων υλών. Ενώ προηγούμενες πρωτοβουλίες στην ΕΕ επιδίωξαν την ασφάλεια εφοδιασμού μέσω της υποστήριξης της έρευνας και ανάπτυξης στην εξόρυξη, την ανακύκλωση και την υποκατάσταση, τα αποτελέσματα δεν ήταν επαρκή. Η δράση CRMA, επομένως, αποτελεί την πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια ρύθμισης της διαχείρισης κρίσιμων πρώτων υλών και καθοδήγησης σχετικών βιομηχανικών πρακτικών.(Hool, Helbig & Wierink, 2023).

Όπως αναφέρεται και στον πίνακα 3, προκύπτουν προκλήσεις σχετικά με την έννοια των «στρατηγικών πρώτων υλών» και την τήρηση σημείων αναφοράς, ιδίως όσον αφορά τη διαθεσιμότητα υλικών, τους στόχους ανακύκλωσης, τη διαφοροποίηση και την καθιέρωση των απαραίτητων δεξιοτήτων. Τα κενά δεδομένων, οι πιθανές εθνικές διαφορές, η συνοχή με την εθνική νομοθεσία, η μακροπρόθεσμη οικονομική βιωσιμότητα και η πιθανή πυροδότηση διεθνών εντάσεων θέτουν επίσης σημαντικές προκλήσεις για την αποτελεσματική εφαρμογή του CRMA. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και η αποδοχή των ευκαιριών που παρουσιάζονται από το CRMA είναι

κρίσιμα βήματα για την επίτευξη βιώσιμης διαχείρισης πόρων και την προώθηση των βιομηχανιών καθαρής τεχνολογίας της ΕΕ. Κατά τη διάρκεια της νομοθετικής διαδικασίας, μπορεί να προκύψουν ζητήματα όπως η παρακολούθηση της προόδου στα σημεία αναφοράς, η υλοποίηση πρακτικών όπως η αποθήκευση αποθεμάτων και οι κοινές αγορές, καθώς και η εξασφάλιση της απαραίτητης χρηματοδότησης. Η νέα δυναμική στον κλάδο θα περιλαμβάνει την εισαγωγή των στρατηγικών πρώτων υλών ως υποκατηγορία των κρίσιμων πρώτων υλών, με ειδικούς κανονισμούς. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε πιέσεις από τη βιομηχανία για να χαρακτηριστούν συγκεκριμένες πρώτες ύλες ως στρατηγικές, με στόχο να εξασφαλιστούν περισσότερα κονδύλια για σχετικά έργα, πιθανώς εις βάρος άλλων κρίσιμων πρώτων υλών.

Για την επιτυχία του CRMA, είναι αναγκαία η στενή συνεργασία μεταξύ πολιτικών, βιομηχανίας και ερευνητικών φορέων. Η προσθήκη της κατηγορίας των στρατηγικών πρώτων υλών πολιτικοποιεί την ανάλυση της κρισιμότητας των ορυκτών, καθιστώντας το τοπίο πιο ασταθές και απομακρύνοντάς το από τις παραδοσιακές μεθοδολογίες. Με την ανάδυση βιομηχανικών πολιτικών παγκοσμίως για τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα, ο ανταγωνισμός για κρίσιμες πρώτες ύλες εντείνεται. Οι στρατηγικές συνεργασίες και οι νέες μορφές συνεργασίας μεταξύ ομοϊδεατών χωρών ενδέχεται να ενισχύσουν τις παγκόσμιες τάσεις οικοδόμησης μπλοκ, μεταβάλλοντας το πολιτικό σκηνικό με απρόβλεπτες συνέπειες.

Μέχρι τον Ιούλιο του 2023, χώρες όπως η Γαλλία, η Γερμανία και η Ιταλία είχαν ήδη δεσμευτεί για ενίσχυση της συνεργασίας για την επίτευξη των στόχων του CRMA. Στα τέλη Ιουνίου 2023, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο υιοθέτησε τη διαπραγματευτική του θέση, προτείνοντας την αύξηση του μεριδίου της εγχώριας επεξεργασίας και ανακύκλωσης υλικών στην ΕΕ, καθώς και την προσθήκη του βωξίτη και του αλουμινίου στον κατάλογο των στρατηγικών πρώτων υλών. Προκύπτει πως η επίτευξη ουσιαστικής προόδου στη διαδικασία υλοποίησης του CRMA απαιτεί συνεχείς προσπάθειες και εποικοδομητικό διάλογο μεταξύ των κρατών μελών και δέσμευση και διαπραγμάτευση μεταξύ των ενδιαφερομένων για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των περιπλοκών που εμπλέκονται (Hool, Helbig & Wierink, 2023).

Οι προκλήσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα των κρίσιμων πρώτων υλών (CRM) προκύπτουν σε διάφορα στάδια, όπως η εξόρυξη, η επεξεργασία, η συναρμολόγηση

και η παραγωγή. Η πανδημία COVID-19 αποκάλυψε τις ευπάθειες αυτών των αλυσίδων, καθώς οι περιορισμοί επηρεάζουν αρνητικά τα διεθνή δίκτυα logistics, καθυστερώντας την παραγωγή και την οικονομική δραστηριότητα. Προτού την πανδημία, οι εμπορικές εντάσεις και ο προστατευτισμός είχαν ήδη αναδείξει τις αδυναμίες των παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού. Η αυξανόμενη ζήτηση για CRM, λόγω τεχνολογικών εξελίξεων και ανάπτυξης αναδυόμενων οικονομιών, έχει οδηγήσει σε περιορισμούς από παραγωγούς. Η συγκέντρωση της εξόρυξης και επεξεργασίας CRM σε λίγες χώρες καθιστά τις αλυσίδες εφοδιασμού ευάλωτες σε εμπορικούς φραγμούς και πολιτικές αναταράξεις. Η Κίνα, ως κυρίαρχος παραγωγός CRM, μπορεί να επηρεάσει τους εισαγωγείς, αναλόγως με την επιρροή του ΟΠΕΚ στις τιμές πετρελαίου. Η εξάρτηση της ΕΕ από την Κίνα τονίζει την ανάγκη διαφοροποίησης των πηγών εφοδιασμού, κάτι που είναι δύσκολο λόγω γεωγραφικών περιορισμών και χρονοβόρων διαδικασιών ανάπτυξης νέων πηγών. Επιπλέον, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες και οι αντιδράσεις κατά του ανοίγματος νέων ορυχείων περιορίζουν την ικανότητα της ΕΕ να αναπτύξει νέες πηγές, ενώ οι νέες εξορυκτικές δραστηριότητες μπορεί να μην είναι ανταγωνιστικές λόγω χαμηλότερων εργασιακών και περιβαλλοντικών προτύπων αλλού. Η υποκατάσταση των CRM με άλλα υλικά είναι επίσης δύσκολη, καθώς ενδέχεται να βλάψει την απόδοση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν CRM.

Η ανακύκλωση μπορεί να είναι μια λύση, αλλά οι υφιστάμενες διαδικασίες στην ΕΕ είναι ανεπαρκείς. Η προμήθεια CRM συνεπάγεται υψηλό κόστος έρευνας και κεφαλαίου, με αυξημένη αβεβαιότητα, καθιστώντας τις επενδύσεις σε αυτόν τον τομέα επικίνδυνες. Η ΕΕ εξαρτάται κυρίως από τη βιομηχανία για την εξερεύνηση και εξόρυξη CRM, με περιορισμένες κρατικές επενδύσεις. Από το 2007, η ΕΕ έχει προσπαθήσει να αναπτύξει μια ολοκληρωμένη πολιτική για τις πρώτες ύλες, επισημαίνοντας τη σημασία της διαφοροποίησης των προμηθευτών και της ενίσχυσης της εγχώριας παραγωγής. Η πρωτοβουλία για τις πρώτες ύλες, που καθιερώθηκε το 2008, στοχεύει στη μείωση της εξάρτησης από εξωτερικές πηγές μέσω στρατηγικών που προωθούν τη βιώσιμη εξόρυξη, την ανακύκλωση και την έρευνα σε όλη την αλυσίδα αξίας των πρώτων υλών (www.europarl.europa.eu/).

Η μεθοδολογία της ΕΕ παρουσιάζει αδυναμίες στο συνδυασμό στρατηγικών και κρίσιμων πρώτων υλών (SRM και CRM) καθώς και στην ασάφεια των υποκειμένων

παραγόντων. Αυτό σημαίνει ότι η αναλογία της σημασίας κάθε παραγόντα για κάθε CRM δεν είναι σαφής, γεγονός που καθιστά δύσκολη την εκτίμηση εάν η συμμετοχή σε δραστηριότητες όπως η εξόρυξη ή η ανακύκλωση εξυπηρετεί κλιματικές ή στρατιωτικές ανάγκες. Οι στρατιωτικές χρήσεις των υλικών, όπως οι αμυντικές ή επιθετικές εφαρμογές, προκαλούν αρνητικές συνέπειες για τη ζωή, το περιβάλλον και την κοινωνία, σε αντίθεση με τις κλιματικές φιλοδοξίες που αποσκοπούν στη βελτίωση αυτών των τομέων. Η συνύπαρξη των δύο στόχων σε μία ενιαία λίστα μπορεί να είναι προβληματική, καθώς οι διπλής χρήσης CRM ενδέχεται να προκαλέσουν γεωπολιτικές και οικονομικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, ένα κράτος μπορεί να επιβάλει εμπάργκο σε υλικά ανησυχώντας για πιθανή στρατιωτική χρήση τους, κάτι που είναι παρόμοιο με τους περιορισμούς στα ορυκτά από ζώνες σύγκρουσης για την αποτροπή συγκρούσεων χρηματοδοτούμενων από πόρους.

Η έλλειψη διαφάνειας και λογοδοσίας για τα υλικά διπλής χρήσης μπορεί να οδηγήσει σε κυρώσεις και συγκρούσεις. Για την αποφυγή εντάσεων και την ενίσχυση της διαφάνειας, είναι απαραίτητο να γίνουν σαφείς οι ορισμοί για τα υλικά, η αναλογία χρήσης και ο σκοπός τους. Επιπλέον, η δημοσιοποίηση της λογοδοσίας είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της συνεχούς διαφάνειας της αλυσίδας εφοδιασμού και για τη μείωση συγκρούσεων και κυρώσεων. Ένα αρνητικό αποτέλεσμα από τη δημιουργία λιστών CRM, συλλόγων και μπλοκ είναι η αυξανόμενη παγκόσμια συνειδητοποίηση για: (1) την αξία των πόρων, (2) την αξία της εθνικής αυτάρκειας, (3) την αθροιστική γεωπολιτική δύναμη των οικονομικών μπλοκ, και (4) τη σύνθεση μεταξύ ενεργειακών και υλικών αναγκών και εξωτερικών σχέσεων. Δεδομένου ότι η ενεργειακή ασφάλεια, ειδικά για τα αναπτυσσόμενα έθνη, απαιτεί μια συνεπή χρήση CRM μέσω τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών, αναμένεται να υπάρξει τόσο ανταγωνιστική όσο και αντιανταγωνιστική συμπεριφορά. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς η αλυσίδα αξίας ορυκτών έχει σχεδιαστεί για να είναι αποτελεσματική, αλλά είναι επίσης άκαμπτη, με αργή επέκταση της χωρητικότητας. Στην πράξη, καθώς περισσότερες χώρες καταρτίζουν λίστες CRM και προσπαθούν να προμηθευτούν αυτά τα υλικά, η αλυσίδα αξίας ορυκτών θα συμπεριφέρεται όλο και περισσότερο ως ένα σύστημα μηδενικού αθροίσματος ή κλειστό σύστημα. Σε αυτό το περιβάλλον, η συνεργασία θα παραχωρεί όλο και περισσότερο τη θέση της στον ανταγωνισμό, καθώς οι προμηθευτές μπορούν πάντα να βρουν αγοραστές. Οι επιπτώσεις σε επίπεδο συστήματος θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν (Zhang et al., 2023):

1. αυξημένες και/ή ασταθείς τιμές της αγοράς,
2. τυχαίες και σκόπιμες διακοπές στην προσφορά και τη ζήτηση,
3. γεωπολιτικές διαφορές όπως πόλεμοι και κυρώσεις, (4) εθνικοποίηση των πόρων, όπως στην περίπτωση της βιομηχανίας λιθίου της Χιλής (Villegas και Scheyder, 2023), και
4. έλλειψη πόρων για χώρες που δεν θεωρούν το CRM προτεραιότητα.

Η πολυπλοκότητα και ο διακρατικός χαρακτήρας των αλυσίδων αξίας των κρίσιμων πρώτων υλών καθιστούν αναγκαίο τον συντονισμό των εθνικών μέτρων, ώστε να διασφαλιστεί ο ασφαλής και βιώσιμος εφοδιασμός αυτών των υλικών. Εάν τα κράτη εφαρμόσουν ασυντόνιστα μέτρα, υπάρχει κίνδυνος να διαταραχθεί η λειτουργία της εσωτερικής αγοράς της ΕΕ. Οι κρίσιμες πρώτες ύλες εξορύσσονται συχνά σε συγκεκριμένες περιοχές, μεταφέρονται για επεξεργασία σε άλλες χώρες και εισάγονται και εξάγονται πολλαπλές φορές πριν καταλήξουν σε τελική χρήση. Αυτές οι πρώτες ύλες είναι θεμελιώδεις για πολλές βιομηχανίες, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η ψηφιακή βιομηχανία, η αεροδιαστημική και η άμυνα. Οποιαδήποτε διακοπή στον εφοδιασμό τους μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την οικονομία σε διασυνοριακό επίπεδο. Σε αυτό το πλαίσιο, οι ασυντόνιστες ενέργειες των κρατών μελών κινδυνεύουν να στρεβλώσουν τον ανταγωνισμό και να κατακερματίσουν την εσωτερική αγορά, επιβάλλοντας διαφορετικές ρυθμίσεις στις επιχειρήσεις και παρέχοντας άνιση πρόσβαση σε εργαλεία παρακολούθησης του κινδύνου εφοδιασμού. Παράλληλα, ενδέχεται να προσφέρουν διαφορετικά επίπεδα στήριξης σε εθνικά έργα ή να δημιουργούν εμπόδια στο διασυνοριακό εμπόριο κρίσιμων πρώτων υλών και συναφών αγαθών, υπονομεύοντας έτσι την ομαλή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς. Οι μεμονωμένες ενέργειες των κρατών μελών μπορεί να αποδειχθούν ανεπαρκείς ή λιγότερο αποτελεσματικές για την αποτροπή διακοπών στον εφοδιασμό αυτών των υλικών (Regulation (EU) 2024/1252).

Η δυνατότητα του CRMA (Κανονισμός για τις κρίσιμες πρώτες ύλες) να αυξήσει την εξόρυξη, επεξεργασία και ανακύκλωση εντός της ΕΕ αντιμετωπίζει επιπλέον, τις προκλήσεις:

1. Έλλειψη πληροφορίας: Η ανεπαρκής έμφαση στην έρευνα και εξερεύνηση έχει οδηγήσει σε περιορισμένη γνώση των αποθεμάτων ορυκτών, δυσκολεύοντας τη βιώσιμη ανάπτυξη έργων.
2. Κοινωνική αποδοχή: Η εξόρυξη συναντά χαμηλή κοινωνική αποδοχή, και η αύξηση της διαφάνειας μπορεί να μην αλλάξει αυτή την κατάσταση.
3. Ασαφείς υποχρεώσεις: Αν και οι στόχοι ανακύκλωσης είναι φιλόδοξοι, οι υποχρεώσεις των κρατών μελών παραμένουν ασαφείς.
4. Οικονομικές δυσκολίες: Οι υψηλές τιμές ενέργειας και εργασίας, καθώς και τα τεχνολογικά μειονεκτήματα, καθιστούν δύσκολη την επίτευξη των στόχων του CRMA.
5. Διοικητικές επιβαρύνσεις: Η εφαρμογή των υποχρεώσεων του CRMA επιφέρει σημαντικές διοικητικές και οικονομικές επιβαρύνσεις για τα κράτη μέλη, απαιτώντας λεπτομερή εξέταση των έργων λόγω σοβαρών περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων.
6. Ανθρώπινοι πόροι: Είναι αναγκαία η επαρκής στελέχωση, εξειδίκευση και χρηματοδότηση για την αποτελεσματική εποπτεία των διαδικασιών.
7. Πολιτική διαφάνεια: Ορισμένες πτυχές του CRMA προκαλούν ανησυχίες σχετικά με πολιτική επιρροή και έλλειψη διαφάνειας, καθώς δεν υπάρχουν σαφή κριτήρια για την επιλογή στρατηγικών πρώτων υλών (SRM) ή στρατηγικών έργων.
8. Μείωση χρήσης πόρων: Ένα σημαντικό κενό του CRMA είναι η περιορισμένη έμφαση στη μείωση της χρήσης πόρων, κάτι ανησυχητικό λόγω των κοινωνικών και οικολογικών επιπτώσεων της εξόρυξης και επεξεργασίας.

Συνολικά, ακόμα και αν το CRMA επιτύχει τους στόχους του, η ΕΕ θα παραμείνει εξαρτημένη από εξωτερικές πηγές για τις περισσότερες κρίσιμες πρώτες ύλες, εκτός αν υιοθετήσει αυστηρές πολιτικές για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και της χρήσης πόρων (Tröster, Papatheophilou & Küblböck, 2024).

Εν κατακλείδι, ο CRMA παρουσιάζει σημαντικές ευκαιρίες για την ενίσχυση της ασφάλειας εφοδιασμού στην ΕΕ, αλλά οι ερωτήσεις που προκύπτουν γύρω από την εφαρμογή του και οι επιπτώσεις του απαιτούν προσεκτική ανάλυση και διαχείριση.

4.3 Προτεινόμενες ενέργειες

Για να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη ενός κοινού πλαισίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση, το οποίο θα εγγυάται την ασφαλή και βιώσιμη προμήθεια κρίσιμων πρώτων υλών, ενισχύοντας ταυτόχρονα την οικονομική ανθεκτικότητα και τη στρατηγική αυτονομία της Ένωσης. Αυτό το πλαίσιο θα πρέπει να περιλαμβάνει τρεις βασικούς στόχους:

1. Αναγνώριση στρατηγικών και κρίσιμων πρώτων υλών: Ενίσχυση της ανθεκτικότητας των αλυσίδων εφοδιασμού μέσω στρατηγικών έργων και τεχνολογικών κινήτρων.
2. Παρακολούθηση και μείωση κινδύνων εφοδιασμού: Σχεδίαση μέτρων για την έγκαιρη ανίχνευση και αντιμετώπιση πιθανών κινδύνων στην προμήθεια.
3. Προώθηση κυκλικότητας και βιωσιμότητας: Εφαρμογή στρατηγικών που θα ενισχύσουν την κυκλική οικονομία και τη βιωσιμότητα των υλικών.

Επιπλέον, είναι αναγκαίο να καταρτιστούν σαφείς κατάλογοι στρατηγικών και κρίσιμων πρώτων υλών, διασφαλίζοντας τη διαφάνεια ώστε να καθοδηγούν και να συντονίζουν τις προσπάθειες των κρατών μελών. Για να εξασφαλιστεί η βιώσιμη προμήθεια κρίσιμων πρώτων υλών, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα δημιουργήσει έναν κοινό κατάλογο στρατηγικών πρώτων υλών που θα περιλαμβάνει υλικά με ιδιαίτερη σημασία για την πράσινη και ψηφιακή μετάβαση, καθώς και για τις αμυντικές και αεροδιαστημικές τεχνολογίες. Ο κατάλογος αυτός θα ανανεώνεται περιοδικά ώστε να αντανακλά τεχνολογικές και οικονομικές εξελίξεις. Ο κατάλογος κρίσιμων πρώτων υλών θα περιλαμβάνει στρατηγικές πρώτες ύλες καθώς και άλλες σημαντικές για την οικονομία υλικά, με υψηλό κίνδυνο διακοπής της προμήθειας. Τα μέτρα ενίσχυσης της κυκλικότητας και της βιωσιμότητας θα εφαρμόζονται σε όλες τις κρίσιμες πρώτες ύλες. Για την υλοποίηση στρατηγικών έργων και την εξασφάλιση προμήθειας κρίσιμων πρώτων υλών, θα συσταθεί το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Κρίσιμων Πρώτων Υλών. Αυτό το Συμβούλιο θα απαρτίζεται από εκπροσώπους των κρατών μελών και της Επιτροπής και θα υποστηρίζει τη χρηματοδότηση, παρακολούθηση και ανακύκλωση κρίσιμων πρώτων υλών, με τη συμμετοχή ειδικών και παρατηρητών. Αν και οι συμβουλές του δεν θα είναι δεσμευτικές, θα καθοδηγούν την Επιτροπή στις ενέργειές της.

Στόχος είναι η ενίσχυση της παραγωγής και επεξεργασίας στρατηγικών πρώτων υλών στην ΕΕ, με επιδίωξη κάλυψης τουλάχιστον 10% της κατανάλωσης από εσωτερικές πηγές, 40% μέσω εγχώριας επεξεργασίας και 25% μέσω ανακύκλωσης έως το 2030. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από μία μόνο χώρα για την προμήθεια ορισμένων κρίσιμων πρώτων υλών, γεγονός που ενέχει κινδύνους για τη σταθερότητα του εφοδιασμού και την αγορά. Για να περιοριστεί αυτή η εξάρτηση και να ενισχυθεί η οικονομική ανθεκτικότητα, η ΕΕ στοχεύει να μειώσει την εξάρτησή της από μία τρίτη χώρα σε ποσοστά κάτω του 65% έως το 2030, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή σε στρατηγικές συνεργασίες με χώρες που έχουν σημαντικές σχέσεις με την ΕΕ. Η Επιτροπή, με τη βοήθεια του διοικητικού συμβουλίου, θα παρακολουθεί την πρόοδο προς αυτούς τους στόχους και, εάν χρειαστεί, θα προτείνει πρόσθετα μέτρα (Regulation (EU) 2024/1252).

Μια προτεινόμενη λύση για την ενίσχυση της διαφάνειας στην αλυσίδα ζήτησης είναι η ανάπτυξη ενός πλαισίου διαφάνειας, ανάλογου με εκείνο της αλυσίδας εφοδιασμού. Αυτό το πλαίσιο θα διευκολύνει την αναγνώριση των ηθικών επενδύσεων και συναλλαγών, επιτρέποντας στους ενδιαφερόμενους να παρακολουθούν τις επιπτώσεις των επενδύσεών τους. Η συμπερίληψη κριτηρίων στρατηγικής σημασίας, πέρα από τα οικονομικά, θα μπορούσε να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των παραγόντων που επηρεάζουν την κρισιμότητα των πρώτων υλών. Ωστόσο, η επίτευξη αυτής της διαφάνειας παραμένει αβέβαιη λόγω των γεωπολιτικών αντιπαλοτήτων που εμποδίζουν τη στρατιωτική διαφάνεια. Πιθανόν, η λύση να βρίσκεται στις αποκαλύψεις της αγοράς, καθώς η αυξανόμενη δραστηριότητα στον τομέα της πολιτικής και στρατιωτικής προμήθειας μπορεί να συμβάλει στην οικοδόμηση εμπιστοσύνης και στην προώθηση της παγκόσμιας ειρήνης (Poast, 2019).

Επιπλέον, η αναγνώριση των κρίσιμων πρώτων υλών (CRM) παρέχει κίνητρα στις χώρες εξαγωγής να διαχειρίζονται τους πόρους τους με στόχο τη μέγιστη κερδοφορία ή την αποφυγή γεωπολιτικών εντάσεων, όπως οι κυρώσεις. Αυτή η δυναμική μπορεί να αναλυθεί μέσω της θεωρίας παιγνίων, όπου η κρισιμότητα των υλικών καθορίζει τους στόχους και τις στρατηγικές για τη μεγιστοποίηση των ωφελειών από την αλυσίδα αξίας των CRM. Παρόμοια με την περίπτωση του πετρελαίου, όπου ο ΟΠΕΚ συντονίζει τις πολιτικές του για να αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, ενδέχεται να δημιουργηθούν οργανισμοί για CRM που θα εξασφαλίσουν κοινωνικά, οικονομικά

και γεωπολιτικά οφέλη. Για παράδειγμα, η Αργεντινή, η Βολιβία και η Χιλή, ως σημαντικοί παραγωγοί λιθίου, θα μπορούσαν να σχηματίσουν έναν οργανισμό χωρών εξαγωγής λιθίου για τον έλεγχο της παγκόσμιας προσφοράς. Η ενσωμάτωσή τους στη θεωρία παιγνίων, καθώς και η αναγνώριση της γεωπολιτικής σημασίας των CRM, είναι καίρια ζητήματα που επηρεάζουν την αξία και την εξέλιξη των καταλόγων CRM, όπως αποδεικνύεται από τις αλλαγές στις σχετικές λίστες της ΕΕ (Palle, 2021; Zhang et al., 2023).

Για την ενίσχυση της ασφάλειας εφοδιασμού της ΕΕ με κρίσιμες πρώτες ύλες και τη μείωση της εξάρτησης από εξωτερικές προμήθειες, προκειμένου να διασφαλιστεί η βιώσιμη ανάπτυξη και η οικονομική ευημερία της περιοχής, ο Theodosopoulos, (2020), προτείνει τα εξής:

Ενίσχυση εσωτερικής παραγωγής:

1. Αύξηση των επενδύσεων στην εγχώρια παραγωγή CRM μέσω ενισχυμένων χρηματοδοτικών προγραμμάτων.
2. Συμπλήρωση της χαρτογράφησης ορυκτών πόρων στην ΕΕ για να αναγνωριστούν και να αξιοποιηθούν οι διαθέσιμοι πόροι.

Προώθηση ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης:

1. Επένδυση στην έρευνα και την ανάπτυξη για την αύξηση της αποδοτικότητας των πόρων και την αποδοτική ανάκτηση δευτερευουσών πρώτων υλών.
2. Ανάπτυξη προγραμμάτων που ενθαρρύνουν την ανακύκλωση και τη χρήση υποκατάστατων υλικών.

Δημιουργία πολυμερών συμφωνιών:

1. Εδραίωση συνεργασιών με χώρες που διαθέτουν CRM, όπως η Αυστραλία, ο Καναδάς, η Ιαπωνία και οι ΗΠΑ, για την ανάπτυξη στρατηγικών συνεργασιών και την αναδιαμόρφωση της παγκόσμιας προσφοράς.

2. Στρατηγικές συνεργασίες με χώρες πλούσιες σε CRM στην Αφρική και τη Γροιλανδία για την ανάπτυξη βιώσιμων και οικονομικά αποδοτικών λύσεων.

Διαφοροποίηση προμηθευτών:

1. Επένδυση στη διαφοροποίηση των προμηθευτών CRM για τη μείωση της εξάρτησης από συγκεκριμένες χώρες και την αύξηση της ασφάλειας του εφοδιασμού.
2. Δημιουργία συνεργασιών με νέους παραγωγούς για την εξασφάλιση σταθερής ροής προμηθειών.

Επένδυση σε τεχνολογία και έρευνα:

1. Αυξημένη χρηματοδότηση σε Έρευνα και Ανάπτυξη (E&A) για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών επεξεργασίας και διύλισης CRM, ώστε να προστεθεί αξία στη διαδικασία παραγωγής.
2. Υποστήριξη και προώθηση προγραμμάτων όπως το Horizon 2020 και το EIT RawMaterials για την ενίσχυση της καινοτομίας.

Εκπαίδευση και ανάπτυξη ανθρωπίνου κεφαλαίου:

1. Δημιουργία προγραμμάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης για την ανάπτυξη δεξιοτήτων στον τομέα των CRM.
2. Στρατηγικές για την προσέλκυση ταλέντων και τη διασφάλιση του ανθρωπίνου κεφαλαίου στον τομέα.

Προώθηση βιώσιμης παραγωγής:

1. Διασφάλιση ότι οι διαδικασίες παραγωγής CRM πληρούν περιβαλλοντικά υπεύθυνα πρότυπα.
2. Υποστήριξη βιώσιμων πρακτικών στην εξόρυξη και παραγωγή CRM για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Αναζωογόνηση διμερών σχέσεων:

1. Επανεξέταση και ενίσχυση των σχέσεων με χώρες όπως η Γροιλανδία, για την ανάπτυξη συνεργειών στον τομέα των CRM.
2. Παροχή βοήθειας και υποστήριξης στις χώρες παραγωγής CRM, όπως η χαρτογράφηση πόρων και η χρηματοδότηση βιώσιμων έργων.

Δημιουργία πολυεθνικών συμπράξεων:

1. Σύσταση πολυεθνικών συμπράξεων δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για την ενίσχυση της ικανότητας παραγωγής CRM στην ΕΕ.
2. Ανάπτυξη στρατηγικών συνεργασιών με φορείς του ιδιωτικού τομέα για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας.

Το 2020, η Επιτροπή von der Leyen ενέκρινε μια νέα βιομηχανική στρατηγική της ΕΕ, η οποία ήταν ένα σημαντικό βήμα προς μια ισχυρότερη και αναζωογονημένη κοινή πολιτική για τα CRM. Αναγνώρισε ότι η δίδυμη οικολογική και ψηφιακή μετάβαση καθορίζει το μέλλον της ΕΕ και θα επηρεάσει κάθε τμήμα της οικονομίας και της κοινωνίας της. Η πολιτική της ΕΕ για τα κρίσιμα πρώτα υλικά (CRM) διαμορφώνεται από τις μεγαλύτερες τάσεις που καθορίζουν την κατεύθυνση της Ένωσης, κυρίως την επιδίωξη στρατηγικής αυτονομίας. Με την αύξηση της παγκόσμιας αστάθειας και την αμφισβήτηση της διεθνούς τάξης από χώρες όπως η Κίνα και η Ρωσία, καθώς και από παραδοσιακούς συμμάχους όπως οι ΗΠΑ, η ΕΕ προσανατολίζεται προς την ενίσχυση της αυτονομίας και της ανθεκτικότητάς της. Η ΕΕ επιδιώκει μια «ανοιχτή στρατηγική αυτονομίας», σύμφωνα με τον Επίτροπο Εσωτερικής Αγοράς Thierry Breton, η οποία περιλαμβάνει:

1. Αύξηση της εγχωρίας ικανότητας: Ενίσχυση της ικανότητας της ΕΕ να προμηθεύεται τόσο πρωτογενείς (μέσω εξόρυξης) όσο και δευτερογενείς πρώτες ύλες (μέσω κυκλικότητας και ανακύκλωσης).
2. Επισκευή αλυσίδων αξίας: Αντιμετώπιση προβλημάτων στην αλυσίδα αξίας, όπως η ανεπαρκής τεχνολογική ικανότητα επεξεργασίας CRM.
3. Διαφοροποίηση και ασφάλεια πρόσβασης: Εξασφάλιση διαφοροποιημένης και ασφαλούς πρόσβασης στις παγκόσμιες αγορές πρώτων υλών, ενώ προωθούνται υψηλά πρότυπα περιβαλλοντικής προστασίας, βιοποικιλότητας και ασφαλών συνθηκών εργασίας διεθνώς. Με αυτόν τον

τρόπο, η ΕΕ στοχεύει σε μια ισχυρή, ανεξάρτητη και βιώσιμη στρατηγική για τα CRM, διατηρώντας ταυτόχρονα την προώθηση της πολυμέρειας και του ανοιχτού εμπορίου (europarl.europa.eu/).

Στο πλαίσιο του νόμου για τις κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM), η ΕΕ επιδιώκει να ενισχύσει τις σχέσεις της με χώρες πλούσιες σε πόρους, καθώς και με κράτη που αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις στη ζήτηση, όπως η Ιαπωνία και οι ΗΠΑ. Η συνεργασία αυτή διαμορφώνεται μέσω της δημιουργίας της «Λέσχης Κρίσιμων Πρώτων Υλών», η οποία στοχεύει στον συντονισμό των προσπαθειών για την προμήθεια και επεξεργασία αυτών των υλικών. Η υπουργός Οικονομικών των ΗΠΑ, Τζάνετ Γέλεν, έχει προτείνει την ανανέωση των εμπορικών διαπραγματεύσεων με την ΕΕ και την Ιαπωνία για την κάλυψη των αναγκών σε ορυκτά και υπαινίχθηκε ότι ορισμένες από αυτές τις συμφωνίες θα μπορούσαν στο μέλλον να αναγνωριστούν ως συμφωνίες ελεύθερου εμπορίου. Η «Λέσχη Κρίσιμων Πρώτων Υλών» θα μπορούσε να λειτουργήσει ως ενιαία πλατφόρμα συνεργασίας για τις χώρες μέλη της, επιτρέποντάς τους να συντονίσουν την προμήθεια κρίσιμων υλικών από διάφορους προμηθευτές, όπως από χώρες της Αφρικής και της Νότιας Αμερικής. Αυτός ο μηχανισμός θα διασφαλίσει αξιόπιστη πρόσβαση στις πρώτες ύλες, θα αποτρέψει τον επιζήμιο ανταγωνισμό μεταξύ των χωρών της G-7 και θα προσφέρει στις χώρες που διαθέτουν πλούσιους φυσικούς πόρους μια βιώσιμη εναλλακτική στην κυριαρχία της Κίνας στην αγορά (De Decker, 2022).

5. Συμπεράσματα και προοπτικές

Το CRMA απορρέει από την ανάγκη της Ευρώπης να διασφαλίσει σταθερή παροχή κρίσιμων πρώτων υλών (CRM), απαραίτητων για την υλοποίηση του πράσινου και ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς και για τις στρατιωτικές βιομηχανίες της ΕΕ, στηριζόμενο σε παραγωγή εντός της Ένωσης. Αναγνωρίζεται η ανεπάρκεια της εξάρτησης από εισαγωγές, ιδιαίτερα υπό την πίεση της αυξανόμενης ζήτησης, του εντεινόμενου ανταγωνισμού και των γεωπολιτικών εντάσεων. Καθώς η Ευρώπη είναι η μόνη περιοχή όπου η εξόρυξη έχει μειωθεί τις τελευταίες δεκαετίες, η ΕΕ αντιμετωπίζει την πρόκληση της αντιστροφής αυτής της τάσης. Αν και παραδοσιακά είχε αναθέσει την παραγωγή πρώτων υλών σε τρίτες χώρες, επιβαρύνοντας αυτές με περιβαλλοντικές επιπτώσεις και κακές συνθήκες εργασίας, το CRMA προσπαθεί να αναστρέψει αυτή την πορεία.

Ωστόσο, η αναβίωση της εξόρυξης και της μεταποίησης στην Ευρώπη συνοδεύεται από πολλές προκλήσεις. Το υψηλό κόστος ενέργειας και εργασίας, σε συνδυασμό με το ανταγωνιστικό μειονέκτημα στην τεχνολογική τεχνογνωσία, δημιουργούν σημαντικά εμπόδια. Επιπλέον, οι εξορυκτικές δραστηριότητες συχνά συναντούν χαμηλή κοινωνική αποδοχή, κυρίως σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Η έλλειψη έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες έχει επίσης αφήσει ελλείψεις στις πληροφορίες για τα ορυκτά αποθέματα της ΕΕ, περιορίζοντας τη δυνατότητα ανάπτυξης βιώσιμων έργων.

Οι προσπάθειες του CRMA για την επιτάχυνση των αδειοδοτήσεων ενδέχεται να μην επιφέρουν δραματική μείωση των συνολικών χρόνων υλοποίησης έργων, καθώς αυτές οι διαδικασίες αποτελούν μικρό μέρος του συνόλου του απαιτούμενου χρόνου προετοιμασίας. Παράλληλα, η μείωση του χρόνου διαβούλευσης για περιβαλλοντικές αξιολογήσεις περιορίζει τη συμμετοχή ΜΚΟ και πολιτών στις διαδικασίες αδειοδότησης, γεγονός που θα μπορούσε να ενισχύσει την αντίσταση προς τέτοια έργα, ειδικά σε μια Ευρώπη που διατηρεί υψηλά πρότυπα περιβαλλοντικής προστασίας.

Οι στόχοι του CRMA για την ενίσχυση της μεταποίησης και της ανακύκλωσης στην Ευρώπη αντιμετωπίζουν επίσης σημαντικές προκλήσεις, όπως η έλλειψη κινήτρων και το υψηλό κόστος ενέργειας που καθιστούν τα επενδυτικά σχέδια λιγότερο ελκυστικά. Ο φιλόδοξος στόχος του 40% επεξεργασίας των πρώτων υλών θεωρείται μη

ρεαλιστικός υπό τις παρούσες συνθήκες, ενώ στην ανακύκλωση παραμένουν σημαντικά εμπόδια, τα οποία απαιτούν πολιτικές πέρα από το CRMA.

Η εφαρμογή των διατάξεων του CRMA συνεπάγεται διοικητικά και οικονομικά βάρη για τα κράτη μέλη, καθώς απαιτούνται εξειδικευμένο προσωπικό και πόροι για την ορθή εποπτεία των αδειοδοτήσεων και της εξερεύνησης. Εγείρονται επίσης ανησυχίες για την πολιτική επιρροή και τη διαφάνεια, καθώς η επιλογή των κρίσιμων πρώτων υλών από την Επιτροπή μπορεί να εξυπηρετεί συγκεκριμένα συμφέροντα εις βάρος ευρύτερων κοινωνικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων.

Επιπλέον, το πρόγραμμα CRMA επικεντρώνεται στην αύξηση της κατανάλωσης CRM στην ΕΕ, χωρίς να αντιμετωπίζει επαρκώς τη βιωσιμότητα αυτής της αυξανόμενης ζήτησης, παρά το σημαντικό κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος που συνδέεται με την εξόρυξη. Χρειάζεται μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση στη βιωσιμότητα, με έμφαση στη μείωση της κατανάλωσης και στην προώθηση της κυκλικής οικονομίας. Παρά τις φιλοδοξίες του, το CRMA δεν προβλέπει νομικά δεσμευτικούς στόχους, αφήνοντας την ΕΕ να βασίζεται σε εξωτερικές πηγές για την κάλυψη των αναγκών της σε πρώτες ύλες.

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η ανάλυση της έννοιας των κρίσιμων πρώτων υλών και του ρόλου τους στην παγκόσμια οικονομία και βιομηχανία, η περιγραφή του ευρωπαϊκού σχεδίου για τις κρίσιμες πρώτες ύλες, των στόχων και των στρατηγικών του καθώς και η αξιολόγηση των προκλήσεων και των προοπτικών που αντιμετωπίζει η Ευρώπη όσον αφορά τη βιώσιμη προμήθεια των κρίσιμων πρώτων υλών. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που έλαβε χώρα, κατέληξε στο ότι, η συνεχιζόμενη κρίση της πανδημίας ανέδειξε τη στρατηγική σημασία των Κρίσιμων Πρώτων Υλών (CRM) για την ΕΕ, αποκαλύπτοντας τις ευπάθειες των παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού και την ανάγκη για μια πιο ανθεκτική οικονομική στρατηγική. Οι κρίσιμες πρώτες ύλες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην πράσινη και ψηφιακή μετάβαση, που αποτελεί στρατηγική προτεραιότητα για την ΕΕ. Η πρόσβαση σε αυτά τα υλικά είναι κρίσιμη για την παραγωγή προηγμένων τεχνολογιών και την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην οικονομική ανάπτυξη και την ενίσχυση της γεωπολιτικής επιρροής της ΕΕ.

Η στρατηγική του Κανονισμού Κρίσιμων Πρώτων Υλών (CRMA) αποτελεί μια μετασχηματιστική κίνηση της ΕΕ για τη διαφοροποίηση των πηγών προμήθειας και

την ανάπτυξη κυκλικών και βιώσιμων πρακτικών. Ωστόσο, η επίτευξη αυτών των στόχων θα απαιτήσει συνεργασία με διεθνείς εταίρους, όπως οι ΗΠΑ και η Ιαπωνία, αλλά και στρατηγικές επενδύσεις σε φιλικές τρίτες χώρες, προκειμένου να μειωθεί η εξάρτηση από γεωπολιτικούς παράγοντες, όπως η Κίνα.

Παρά τις σημαντικές ευκαιρίες που προσφέρει η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την πράσινη τεχνολογία, οι προκλήσεις παραμένουν: η ανάγκη για ειδικευμένο εργατικό δυναμικό, οι επενδύσεις σε υποδομές και οι αυξανόμενες γεωπολιτικές πιέσεις. Η επιτυχής εφαρμογή της νομοθεσίας απαιτεί πολιτική βούληση, σαφή χρηματοδοτικά πλαίσια και συνεκτική συνεργασία μεταξύ κρατών μελών και ιδιωτικών φορέων.

Η ΕΕ πρέπει να προχωρήσει με μια ολοκληρωμένη στρατηγική που συνδυάζει την ανάπτυξη των εγχώριων δυνατοτήτων επεξεργασίας και διύλισης, με την ενίσχυση των συνεργασιών στον Παγκόσμιο Νότο, εξασφαλίζοντας παράλληλα ότι η μετάβαση δεν θα δημιουργήσει νέες εξαρτήσεις. Με τον αυξανόμενο ανταγωνισμό για τις κρίσιμες πρώτες ύλες, η ΕΕ θα πρέπει να ενισχύσει τη γεωπολιτική της προσέγγιση, προστατεύοντας τα στρατηγικά της συμφέροντα, ενώ παράλληλα διατηρεί την ανταγωνιστικότητά της στην παγκόσμια αγορά. Αν η ΕΕ καταφέρει να διαχειριστεί αυτές τις προκλήσεις, θα μπορέσει να διασφαλίσει τη βιωσιμότητα των πόρων της και να αναδειχθεί ως ηγέτης στην πράσινη και ψηφιακή μετάβαση, συμβάλλοντας παράλληλα στην οικονομική της κυριαρχία.

6. Βιβλιογραφία

- Allianz Research (2023): Critical raw materials: Is Europe ready to go back to the future?
- Angerer, T., Kemp, A. I., Hagemann, S. G., Witt, W. K., Santos, J. O., Schindler, C., & Villanes, C. (2018). Source component mixing controls the variability in Cu and Au endowment along the strike of the Eastern Andean Cordillera in Peru. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 173, 1-34.
- Bertrand, G., Cassard, D., Arvanitidis, N., Stanley, G., & EuroGeoSurvey Mineral Resources Expert Group. (2016). Map of critical raw material deposits in Europe. *Energy Procedia*, 97, 44-50.
- Blengini, Gian Andrea; Nuss, Philip; Dewulf, Jo; Nita, Viorel; Peirò, Laura Talens; Vidal-Legaz, Beatriz; Latunussa, Cynthia; Mancini, Lucia; Blagoeva, Darina; Pennington, David; Pellegrini, Mattia; Van Maercke, Alexis; Solar, Slavko; Grohol, Milan; Ciupagea, Constantin (2017). EU methodology for critical raw materials assessment: Policy needs and proposed solutions for incremental improvements. *Resources Policy*, 53(), 12–19.
- Bobba, S., Carrara, S., Huisman, J., Mathieux, F., & Pavel, C. (2020). Critical raw materials for strategic technologies and sectors in the EU. A Foresight Study.
- Consiglio, E. (2023). Raw materials, strategic autonomy and European industrial policy.
- Coulomb, R., Dietz, S., Godunova, M., & Nielsen, T. B. (2015). Critical minerals today and in 2030: an analysis for OECD countries.
- CRIRSCO Bridging document (CRIRSCO, 2024): CRIRSCO Bridging Document 2024 - https://unece.org/sites/default/files/2024=04/CRIRSCO_Template_UNFC_BD_ECE_ENERGY_GE.3_2024_5_ENG.pdf
- Critical Raw Materials Act (2024): Regulation - EU - 2024/1252 - EN - EUR-Lex (europa.eu) - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1252&qid=1715612182632>
- David, M., Lyth, S. M., Lindner, R., Harrington, G. F., David, M., Lyth, S. M., ... & Harrington, G. F. (2021). Critical Raw Materials. Future-Proofing Fuel Cells: Critical Raw Material Governance in Sustainable Energy, 15-33.
- De Decker, V. (2022). CRM Act in a Global Perspective. Egmont Institute.
- Dittrich, M., Giljum, S., Lutter, S., & Polzin, C. (2012). Green economies around the world. Implications of resource use for development and the environment, 43.

- DOI. (2018). Final list of critical minerals 2018. A notice by the interior department on 05/18/2018. U.S. Department of Interior (DOI). Ανακτήθηκε από: <https://www.federalregister.gov/documents/2018/05/18/2018-10667/fnal-list-of-critical-minerals-2018>.
- Domaracka, L., Matuskova, S., Tausova, M., Senova, A., & Kowal, B. (2022). Efficient use of critical raw materials for optimal resource management in EU countries. *Sustainability*, 14(11), 6554.
- Entr, D. (2014). Report on critical raw materials for the EU. European Commission: Brussels, Belgium.
- EU Commission. (2011). Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials. Brussels: European Commission.
- EU Commission. (2020). Critical raw materials. Ανακτήθηκε από: https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specifc-interest/critical_en.
- European Commission (2008, November 4). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL The raw materials initiative — meeting our critical needs for growth and jobs in Europe {SEC(2008) 2741}. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0699:FIN:en:PDF>.
- European Commission, (2023). Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report.
- European Commission. (2008, November 4). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL The raw materials initiative — meeting our critical needs for growth and jobs in Europe {SEC(2008) 2741}. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0699:FIN:en:PDF>.
- European Commission. (2020, September 3). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474>.
- European Commission. (2023, March 16). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013,

- (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/1020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0160#document2>.
- Ferro, P., & Bonollo, F. (2019). Materials selection in a critical raw materials perspective. *Materials & Design* 177, 107848. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.107848>
- Gambogi, J. (2020). Mineral commodity summaries: Rare earths. US Geological Survey, Washington, DC <https://www.usgs.gov/centers/nmic/rare-earths-statistics-and-information>. Accessed, 14.
- Georgitzikis, K., D'ELIA, E., & Eynard, U. (2022). Titanium metal: Impact assessment for supply security.
- Gregoir, Liesbet/van Acker, Karel (2022): Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge. Leuven: KU Leuven.
- Gregoir, Liesbet/van Acker, Karel (2022): Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge. Leuven: KU Leuven.
- UNFCCC. (2015). Paris agreement. FCCC/CP/2015/L.9/Rev1. Online verfügbar unter <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>.
- Grilli, M. L., Bellezze, T., Gamsjäger, E., Rinaldi, A., Novak, P., Balos, S., ... & Ruello, M. L. (2017). Solutions for critical raw materials under extreme conditions: A review. *Materials*, 10(3), 285.
- Herrington, R., & Gordon, S. (2024). Delivering critical raw materials: Ecological, ethical, and societal issues. In *Geoethics for the Future* (pp. 235-247). Elsevier.
- Herrington, R., & Gordon, S. (2024). Delivering critical raw materials: Ecological, ethical, and societal issues. In *Geoethics for the Future* (pp. 235-247). Elsevier.
- Hodgkinson, J. H., & Smith, M. H. (2021). Climate change and sustainability as drivers for the next mining and metals boom: The need for climate-smart mining and recycling. *Resources Policy*, 74, 101205.
- Hofmann, M., Hofmann, H., Hagelüken, C., & Hool, A. (2018). Critical raw materials: A perspective from the materials science community. *Sustainable Materials and Technologies*, 17, e00074.
- Hofmann, M., Hofmann, H., Hagelüken, C., & Hool, A. (2018). Critical raw materials: A perspective from the materials science community. *Sustainable Materials and Technologies*, 17, e00074.
- Hool, A., Helbig, C., & Wierink, G. (2023). Challenges and opportunities of the European Critical Raw Materials Act. *Mineral Economics*, 1-8.

- [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/690606/EPRS_BRI\(2021\)690606_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/690606/EPRS_BRI(2021)690606_EN.pdf)
- Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T. P., Laing, T., & Drexhage, J. (2023). Minerals for climate action: The mineral intensity of the clean energy transition.
- Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T. P., Laing, T., & Drexhage, J. (2023). Minerals for climate action: The mineral intensity of the clean energy transition.
- Hund, L., & Schroeder, B. (2020). A causal perspective on reliability assessment. *Reliability Engineering & System Safety*, 195, 106678.
- IEA. (2019). The future of hydrogen. Seizing today's opportunities. Report prepared by the IEA for the G20, Japan. International Energy Agency. Paris. Ανακτήθηκε από: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>.
- Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. (2022). Sustainable energy transition for renewable and low carbon grid electricity generation and supply. *Frontiers in Energy research*, 9, 743114.
- Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. (2022). Sustainable energy transition for renewable and low carbon grid electricity generation and supply. *Frontiers in Energy research*, 9, 743114.
- Kyriakopoulos, G. L., Streimikiene, D., & Baležentis, T. (2022). Addressing challenges of low-carbon energy transition. *Energies*, 15(15), 5718.
- LGI, M. A. M., & ABDERRAHIM, A. A. (2018). Report on major trends affecting future demand for critical raw materials.
- Mobili, A., Tittarelli, F., Revel, G. M., & Wall, P. (2018). VERAM, for a sustainable and competitive future for EU Raw Materials. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 329, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- MOTIE (2023) Strategies to secure core minerals to become a global powerhouse in high-tech industries. Ανακτήθηκε από: <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156554864>.
- Nicoletopoulos, V. (2014, September). European policies on critical raw materials, including REE. In *Proceedings of the 1st European Rare Earth Resources Conference*.
- Oberle, B., Bringezu, S., Hatfeld-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., Clement, J., ... & Zhu, B. (2019). *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We want*, United Nations Environment Programme.

- Oberle, B., Bringezu, S., Hatfield-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., & Clement, J. (2019). Global resources outlook: 2019. International Resource Panel, United Nations Envio, Paris, France.
- OECD. (2015). Critical Minerals Today and in 2030. Ανακτήθηκε από: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/critical-minerals-today-and-in2030_5jrtknwm5hr5-en.
- Pommeret, A., Ricci, F., & Schubert, K. (2022). Critical raw materials for the energy transition. *European Economic Review*, 141, 103991.
- Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1020 (Text with EEA relevance) Study on the EU's list of Critical Raw Materials - Final Report”, 2020, p.6. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c0d5292a-ee54-11ea-991b-01aa75ed71a1/language-en>.
- Secretariat, U. N. E. P. (2019). Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want: summary for policymakers: note/by the secretariat.
- Sovacool, B. K. (2014). Environmental issues, climate changes, and energy security in developing Asia. *Asian development bank economics working paper series*, (399), 17-14.
- SZCZEPANSKI, M. (2021). Critical raw materials in EU external policies: Improving access and raising global standards.
- Theodosopoulos, V. (2020). The Geopolitics of Supply: towards a new EU approach to the security of supply of critical raw materials?. *Institute for European Studies Policy Brief*.
- Tröster, B., Papatheophilou, S., & Küblböck, K. (2024). In search of critical raw materials: What will the EU Critical Raw Materials Act achieve. An analysis of legal and factual implications of the CRMA.
- United Nations Framework Classification latest version (UN, 2019): UNFC-2019 - https://unece.org/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/publ/UNFC_ES61_Update_2019.pdf
- Van de Graaf, T., Overland, I., Scholten, D., & Westphal, K. (2020). The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen. *Energy Research & Social Science*, 70, 101667.
- Vidal-Legaz, B., Mancini, L., Blengini, G. A., Pavel, C., Marmier, A., Blagoeva, D., ... & Pennington, D. (2016). Raw materials scoreboard.
- Wittenberg, A., & de Oliveira, D. (2023). Critical Raw Material Resource Potentials in Europe. *Materials Proceedings*, 15(1), 24.

Zhang, S. E., Bourdeau, J. E., Nwaila, G. T., & Ghorbani, Y. (2023). Emerging criticality: Unraveling shifting dynamics of the EU's critical raw materials and their implications on Canada and South Africa. *Resources Policy*, 86, 104247.