

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Κατασκευή μπαταριών για ηλεκτροκίνητα οχήματα: Ποιο το τίμημα
εύρεσης των μετάλλων που απαιτούνται;»**

Ιωάννης Τσαρτσάλης

ΒΟΛΟΣ 2023

UNIVERSITY OF THESSALY
DEPARTMENT OF ICHTHIOLOGY AND AQUATIC ENVIRONMENT
AND DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION



JOINT POSTGRADUATED PROGRAMME
"EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE ENVIRONMENT"

JOINT POSTGRADUATED MASTER'S THESIS

**"Making batteries for electric vehicles: What is the forfeit of finding
the metals needed?"**

Ioannis Tsartsalis

Volos 2023

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Έτος 2023 Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: «Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον» και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Σοφοκλής Δρίτσας, Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***.

Ματσιώρη Στεριανή, Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

Παρασκευόπουλος Στέφανος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον κύριο Σοφοκλή Δρίτσα, για την σημαντική βοήθεια που μου παρείχε για την πραγματοποίηση της εργασίας αλλά και για το ότι μαζί με όλους τους διδάσκοντες μου έδειξαν ένα διαφορετικό τρόπο σκέψης για το περιβάλλον και την εκπαίδευση. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και την πρώην μου διευθύντρια Νίκη Χατζηκυριάκου που με ενεργοποίησε στον δρόμο της αειφορίας.

Πάνω απ' όλα όμως ευχαριστώ την σύζυγό μου Μαρία Μιχαήλ, η οποία μου συμπαραστάθηκε ηθικά αλλά και σπατάλησε δικό της προσωπικό χρόνο, για να καλύψει την δική μου απουσία σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια αυξάνεται συνεχώς η χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων EV. Σε πολλές χώρες οι κυβερνήσεις επιδοτούν και ενισχύουν με διάφορους τρόπους την αγορά τους. Καθώς όμως η χρήση τους αυξάνεται δημιουργούνται ερωτήματα και ανησυχίες για τα μέταλλα που χρειάζεται το βασικό εξάρτημα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, η μπαταρία τους. Η εξόρυξη των μετάλλων που απαιτούνται για την κατασκευή τους προκαλεί πολλές αρνητικές επιπτώσεις στους εργαζόμενους, τις τοπικές κοινωνίες αλλά και ανακατατάξεις στις διεθνείς σχέσεις. Εμφανίζονται έτσι περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα, προβλήματα υγείας αλλά και επικίνδυνες διεθνείς εξαρτήσεις. Επίσης η αυξημένη ζήτηση τους θέτει σε κίνδυνο τα αποθέματα μετάλλων για τις επόμενες γενιές. Έτσι υπάρχει μία έντονη δραστηριοποίηση της διεθνούς κοινότητας για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών. Δημιουργείται όμως μία αντίφαση, τα EV που ο σκοπός ύπαρξής τους είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής όλων των ανθρώπων, να είναι σήμερα αλλά και πολύ πιθανόν και στο μέλλον εξαιρετικά επιβλαβή για μία σημαντική μερίδα ανθρώπων. Το ερώτημα λοιπόν που τίθεται λογικά είναι, πόσο μεγάλο είναι αυτό το τμήμα εύρεσης των μετάλλων μπαταριών και αν αξίζει η ανθρωπότητα να το πληρώσει. Στην έρευνα που έγινε σε 60 μαθητές της Β' Γυμνασίου φαίνονται και οι είναι απόψεις των παιδιών για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αλλά και γενικότερα για την κλιματική κρίση.

«Λέξεις κλειδιά» : Ηλεκτρικό όχημα (EV), Όχημα με συμβατικό κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICEV), εξόρυξη βιοτεχνικής και μικρής κλίμακας (ASM), Μπαταρία ιόντων λιθίου LIB)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ...	4
1.1. Επίδραση των βαρέων μετάλλων.....	5
1.2. Επιπτώσεις σε νερό.....	6
1.3. Ρύπανση στο έδαφος.....	8
1.4. Πιθανές επιπτώσεις στο οικοσύστημα.....	8
1.5. Ρύπανση σε καλλιέργειες.....	9
1.6. Διαφορά περιβαλλοντικών αποτελεσμάτων ανάλογα του τύπου μπαταρίας.....	10
2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ.....	13
2.1. Δηλητηρίαση από βαρέα μέταλλα.....	13
2.1.1. Πώς συμβαίνει.....	13
2.1.2. Τι προκαλεί.....	15
2.2. Επίδραση εξόρυξης ορυχείων σε υγεία εργαζομένων	16
2.2.1. Σωματικοί κίνδυνοι.....	17
2.2.2. Κίνδυνοι ασθενειών.....	20
2.2.3. Ψυχοκοινωνικοί κίνδυνοι εργαζομένων.....	20
2.3. Κίνδυνοι υγείας των γειτονικών σε ορυχεία κατοίκων.....	22
2.4. Μόλυνση ανάλογα τύπου μπαταριών	23
3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ.....	24
3.1. Εξόρυξη βιοτεχνική και μικρής κλίμακας (ASM)	25
3.2. Παιδική εργασία	27
3.2.1. Το πρόβλημα της παιδικής εργασίας στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό.....	29
3.3. Παραβιάσεις ανθρωπίνων δικαιωμάτων	30
3.3.1. Δικαίωμα στην κατοικία.....	31
3.3.2 Δικαίωμα στην εκπαίδευση	32
3.3.3. Δικαίωμα ισότητας ενώπιον του νόμου.....	33
3.4. Παραβιάσεις εργατικών δικαιωμάτων.....	34
3.5. Κέρδη και προβλήματα για τις τοπικές κοινωνίες.....	36
3.6. Άνιση κατανομή πλούτου.....	38
3.7. Ο ρόλος των εταιριών..	39

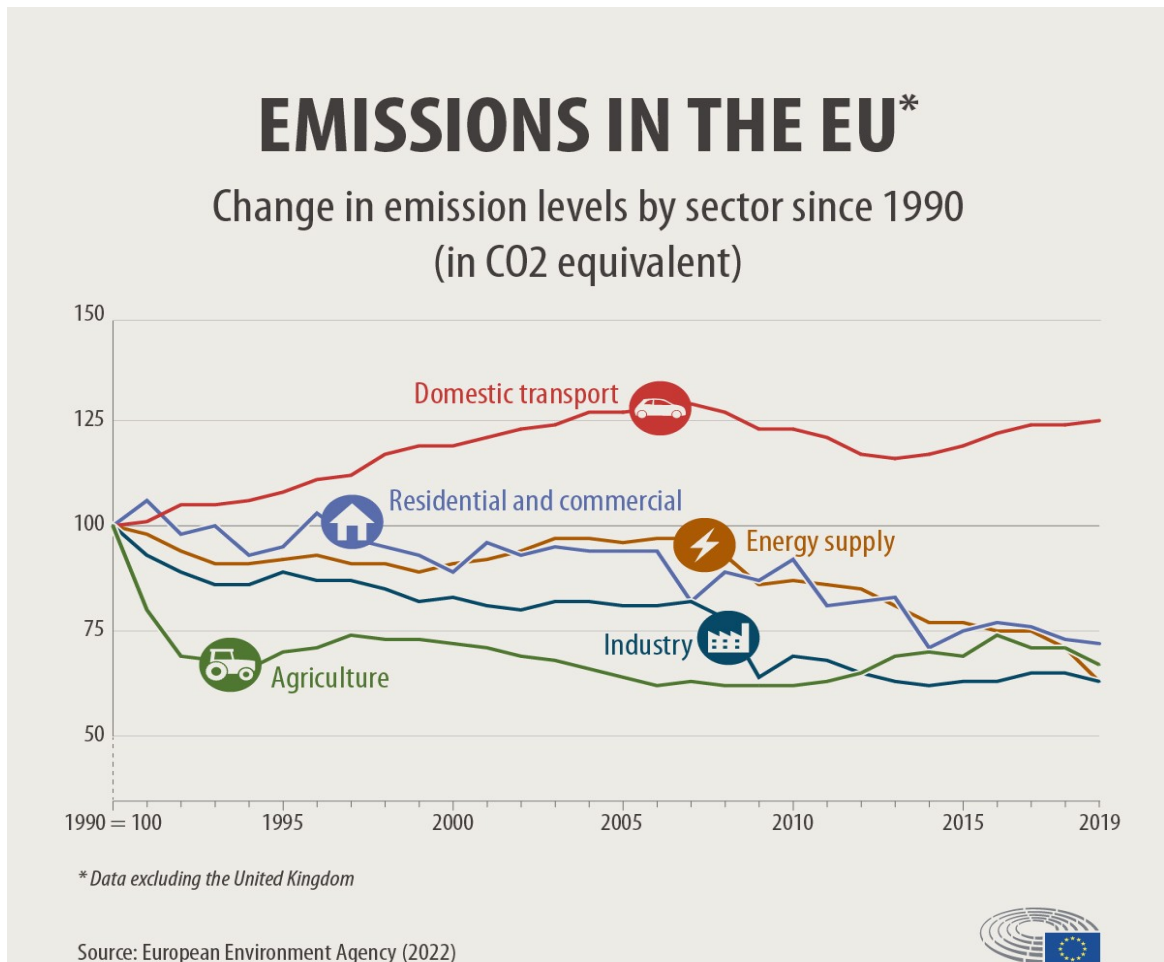
3.8. Το πρόβλημα της διαφθοράς	40
3.9. Ασφάλεια και συγκρούσεις στις περιοχές εξόρυξης.....	43
3.10. Πορνεία και καταχρήσεις.....	45
3.11. Ανισότητα των φύλων στην εξόρυξη	46
3.12. Η θέση των Ιθαγενών.....	47
4. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	50
4.1 Ανάγκες σε μέταλλα των μπαταριών ηλεκτρικών αυτοκινήτων.....	50
4.2. Έλλειψη μετάλλων & ορυχείων	51
4.3. Ανταγωνισμός με άλλες τεχνολογίες για την εύρεση υλικών	52
4.4 Η πολιτική αστάθεια κίνδυνος για την παραγωγή	53
4.5. Οικονομικό κόστος μπαταριών.....	54
4.5.1. Πιθανή πτώση του κόστους των μπαταριών.....	55
4.5.2. Πιθανή άνοδος του κόστους των μπαταριών	56
4.6. Ενεργειακό κόστος.....	57
4.7. Περιβαλλοντικό κόστος.....	58
4.8. Η ανακύκλωση και τα προβλήματα της	59
5. ΔΙΕΘΝΗ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	62
5.1. Προβλήματα σε αναπτυσσόμενες χώρες	62
5.2. Προβλήματα σε χώρες παραγωγής ορυκτών καυσίμων.....	63
5.3. Πρόβλημα ελέγχου της αγοράς από λίγες χώρες.....	64
5.3.1. Η κυριαρχία της Κίνας.....	66
5.3.2. Διεθνείς ανησυχίες από κυριαρχία Κίνας.....	67
5.3.3. Κίνδυνοι συγκέντρωσης παραγωγής.....	68
6. ΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ	70
6.1. Οι δράσεις των επιστημόνων	71
6.2. Οι δράσεις των κυβερνήσεων.....	74
6.3. Διεθνείς οργανισμοί και πρωτοβουλίες	78
6.4. Ο ρόλος των ΜΚΟ.....	81
6.5. Οι δράσεις των εταιριών	84
7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ.....	92
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	118

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	124
ABSTRACT	139

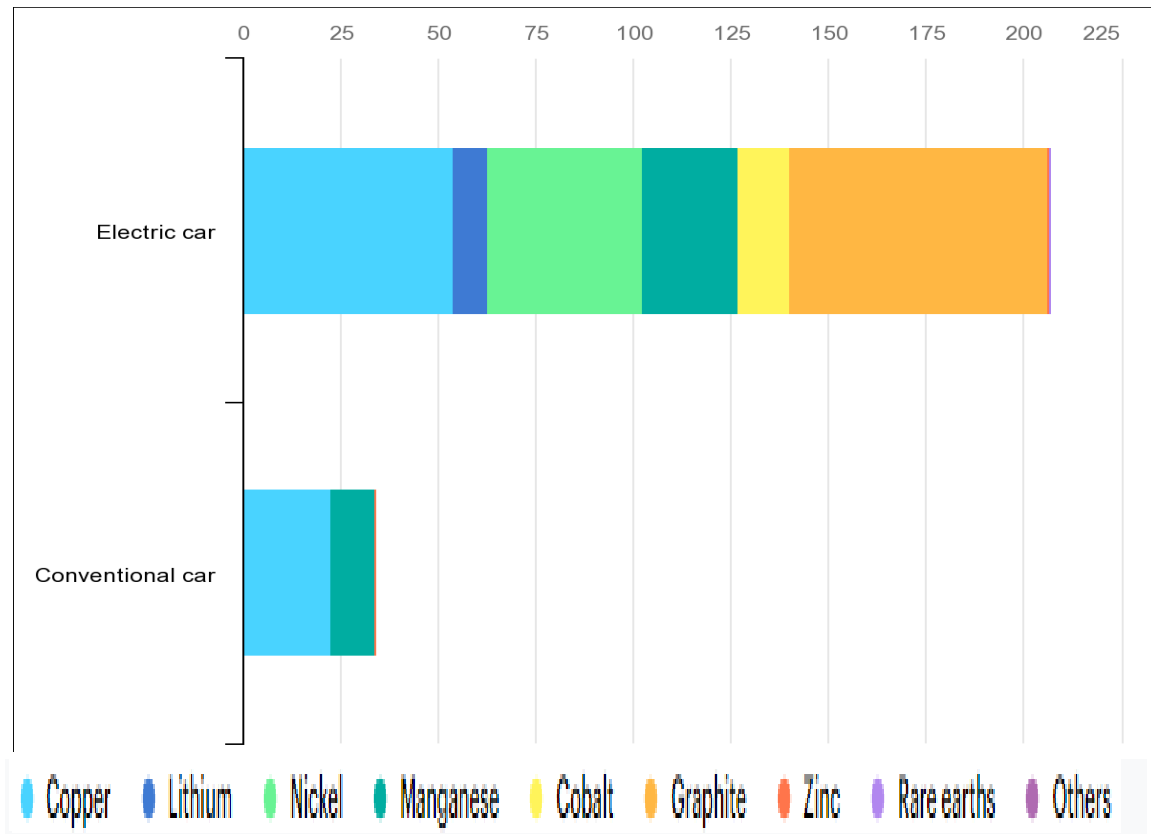
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα (EV) έχουν πολλά οφέλη σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα με κινητήρες εσωτερικής καύσης (ICEV). Δημιουργούν σχεδόν μηδενικούς ρύπους κατά την χρήση τους, έχουν μικρό κόστος συντήρησης και είναι αθόρυβα. Δίνουν επίσης την δυνατότητα σε χώρες χωρίς ορυκτά καύσιμα να απελευθερωθούν από την πίεση που προσκαλεί η έλλειψη τους. Ορυκτά καύσιμα που ούτως η άλλως σε μερικά χρόνια θα εξαντληθούν. Το βασικότερο όφελος τους όμως είναι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, ενός προβλήματος που πλήττει όλη την ανθρωπότητα. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα σε αντίθεση με τα συμβατικά, όταν λειτουργούν δεν εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το βασικό αέριο του θερμοκηπίου. Οι μεταφορές είναι ο μόνος τομέας στη ΕΕ που δεν υπάρχει υποχώρηση στην παραγωγή CO_2 , Σχήμα 1. Επειδή προφανώς το ίδιο ισχύει και για τον υπόλοιπο κόσμο, χρειάζεται επείγοντως αντικατάσταση των συμβατικών αυτοκινήτων, εάν θέλουμε να αντιμετωπίσουμε την κλιματική αλλαγή. Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι προς παρόν η κυρίαρχη εναλλακτική λύση, αλλά απαιτούν ένα ευρύτερο φάσμα ορυκτών σε σύγκριση με τα συμβατικά αυτοκίνητα (Lipman, et al., 2021). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, σε αντίθεση με τα συμβατικά αυτοκίνητα που λειτουργούν με κινητήρες εσωτερικής καύσης (ICEV), τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα (EV) βασίζονται σε τεράστιες μπαταρίες για την τροφοδοσία του αυτοκινήτου. Η μπαταρία είναι το βασικό και απαραίτητο εξάρτημα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, αλλά για την κατασκευή της απαιτούνται πολλά μέταλλα. Για την απόδοση της μπαταρίας, τη μακροζωία και την ενεργειακή πυκνότητα της είναι απαραίτητα το λίθιο, το νικέλιο, το κοβάλτιο, το μαγγάνιο και ο γραφίτης, μαζί με μικρές ποσότητες άλλων υλικών. Δεδομένου ότι ο γραφίτης είναι το κύριο υλικό ανόδου για τις μπαταρίες EV, είναι επίσης το μεγαλύτερο συστατικό κατά βάρος. Αν

και υλικά όπως το νικέλιο, το μαγγάνιο, το κοβάλτιο και το λίθιο είναι μικρότερα συστατικά ξεχωριστά, μαζί συνθέτουν την κάθοδο, η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην τελική απόδοση των ηλεκτρικών οχημάτων. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι ότι ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο μπορεί να περιέχει έως και έξι φορές περισσότερα ορυκτά από ένα όχημα εσωτερικής καύσης, καθιστώντας τα κατά μέσο όρο 340 κιλά βαρύτερα, Σχήμα 2. Η αύξηση της εξόρυξης για την εύρεση αυτών των περισσότερων μετάλλων είναι αυτή που προκαλεί και τη μεγαλύτερη επίδραση στο περιβάλλον, τους ανθρώπους, στις κοινωνίες και στα κράτη.



Σχήμα 1: Παραγωγή CO₂ ανά οικονομικό τομέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση



Σχήμα 2: Κιλά μετάλλων ανά κατηγορία οχήματος (Δεν περιλαμβάνονται ατσάλι, αλουμίνιο)
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/minerals-used-in-electric-cars-compared-to-conventional-cars/> IEA(International Energy Agency -Διεθνής Οργάνωση Ενέργειας)

1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ.

Κάθε μία από τις διαδικασίες εξόρυξης υλικών μπαταριών, προκαλεί σημάδια στο τοπίο, καταστρέφει τον υδροφόρο ορίζοντα και μολύνει τη γη και τις τοπικές πηγές νερού (Dehghani-Sani et al., 2019). Υπάρχουν βασικά δύο ειδών περιβαλλοντικοί ρύποι που εκπέμπονται κατά την εξόρυξη των μετάλλων των μπαταριών.

Πρώτον οι περιβαλλοντικοί ρύποι που προκαλούν τα απόβλητα των βαρέων μετάλλων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μπαταριών. Σε αντίθεση με τις οργανικές χημικές ουσίες, τα μέταλλα είναι μη αποικοδομήσιμα, πολύ ανθεκτικά και η συσσώρευσή τους στο περιβάλλον συνεχίζεται. Πιο επικίνδυνα όμως είναι τα απόβλητα και οι τοξικές αναθυμιάσεις που παράγονται κατά την επεξεργασία τους. Ιδιαίτερα τοξικό είναι το κάδμιο με κύρια πηγή μόλυνσης την παραγωγή μπαταριών νικελίου/καδμίου (Ni/Cd), η οποία μπορεί να μεταφέρει τόσο κάδμιο όσο και νικέλιο στα υπόγεια ύδατα μέσω των μη επεξεργασμένων υδατικών απόβλητων αλλά και ο μόλυβδος με την ανεξέλεγκτη απόρριψη χρησιμοποιημένων μπαταριών του (Vasudevan et al., 2014).

Δεύτερον, οι περιβαλλοντικοί ρύποι που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των ορυχείων. Έτσι παράγονται αέρια του θερμοκηπίου (οι μπαταρίες ιόντων λιθίου παράγουν περίπου 70 kg CO₂ ανά kWh) που οδηγούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη αλλά και οξείδια του θείου και του αζώτου (SO_x, NO_x) που μολύνουν τον αέρα, το έδαφος και τα φυτά και προκαλούν όξινη βροχή και ευτροφισμό (Chordia et al., 2021). Τα SO_x και NO_x όταν ενώνονται με το νερό δημιουργούν οξέα και είναι οι βασικοί συντελεστές της όξινης βροχής, ενώ όταν ενώνονται με άλλες ουσίες με την παρουσία φωτός δίνουν τους

δευτερογενείς ρύπους, όζον, περοξυακετυλικό άζωτο (PAN) και αιθαλομίχλη. Το καφέ-κίτρινο χρώμα της αιθαλομίχλης οφείλεται στα οξείδια του αζώτου. Οι ρύποι αυτοί είναι ιδιαίτερα επιβαρυντικοί για το περιβάλλον. Η όξινη βροχή μάλιστα μπορεί να καταστρέψει ολόκληρα δάση.

Τα ορυχεία παράγουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων επειδή το μέταλλευμα είναι μόνο ένα μικρό κλάσμα του συνολικού όγκου του εξορυσσόμενου υλικού. Τα επόμενα χρόνια το πρόβλημα των αποβλήτων θα γίνει πιο έντονο, καθώς η αυξανόμενη ζήτηση θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη παραγωγή ορυκτών αλλά και αποβλήτων τους. Επίσης όσα χρόνια περνούν και τα κοιτάσματα εξαντλούνται οι άνθρωποι αναγκάζονται να χρησιμοποιούν κοιτάσματα χαμηλότερης ποιότητας μεταλλεύματος. Αυτό συνεπάγεται φυσικά και σημαντική αύξηση του όγκου των αποβλήτων από εξορυκτικές δραστηριότητες.

1.1. Επίδραση των βαρέων μετάλλων

Ως βαρέα μέταλλα (HMs) αναφέρονται συνήθως τα μέταλλα εκείνα που έχουν μεγάλη ατομική μάζα και πυκνότητα μεγαλύτερη από 5,0 g/cm³, είναι δηλαδή σχετικά πυκνά, όπως το κάδμιο, ο κασσίτερος, το κοβάλτιο, ο μόλυβδος, ο χαλκός, ο χρυσός, ο ψευδάργυρος, το μαγγάνιο, το νικέλιο, ο μόλυβδος και άλλα. Αρκετά από αυτά είναι σημαντικά για την κατασκευή των μπαταριών αυτοκινήτων (το κοβάλτιο, ο χαλκός, το μαγγάνιο, το νικέλιο, ο μόλυβδος). Τα βαρέα μέταλλα βρίσκονται στο φυσικό περιβάλλον και είναι ζωτικής σημασίας για την επιβίωση. Εάν όμως αυξηθεί η συγκέντρωσή τους είναι επικίνδυνα για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Αυτό που κάνει τα βαρέα μέταλλα να είναι επικίνδυνοι ρύποι είναι η τοξικότητά τους, η μακροζωία τους στην ατμόσφαιρα και η ικανότητά τους να συσσωρεύονται στο ανθρώπινο σώμα μέσω της βιοσυσσώρευσης. Έτσι η ρύπανση των χερσαίων και

υδάτινων οικοσυστημάτων με τοξικά βαρέα μέταλλα προκαλεί σημαντική περιβαλλοντική ανησυχία. Τα βαρέα μέταλλα μπορούν να γίνουν έντονα τοξικά με την ανάμειξη με διαφορετικά περιβαλλοντικά στοιχεία, όπως το νερό, το έδαφος και ο αέρας, και οι άνθρωποι και άλλοι ζωντανοί οργανισμοί μπορούν να εκτεθούν σε αυτά μέσω της τροφικής αλυσίδας (Mitra et al., 2022). Κάποια είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα όπως το χρώμιο και το νικέλιο που συνδέονται με καρκίνους σε εκτεθειμένους ανθρώπινους πληθυσμούς (Mahurpawar, 2015).

1.2. Επιπτώσεις σε νερό

Σωροί απορριμμάτων πετρωμάτων που εναποτίθενται και αποθηκεύονται γύρω από τοποθεσίες εξόρυξης, αλλά και τοξικά απόβλητα που παράγονται κατά την διάρκεια της εξόρυξης, για παράδειγμα μέσω της όξινης αποστράγγισης ορυχείων, μπορούν να μολύνουν τη γύρω γη και τις λεκάνες απορροής. Πολύ συχνά τα φράγματα που προορίζονται να περιορίσουν τα νερά καταρρέουν, προκαλώντας σπατάλη νερού αλλά και ευρύτερη ρύπανση στα επιφανειακά νερά. Ακόμη και όταν ένα φράγμα παραμένει άθικτο, τα βαρέα μέταλλα στα απορρίμματα μπορούν να μολύνουν τη γύρω βλάστηση, τη γεωργική γη και τα υπόγεια ύδατα (Yu, 2023). Με την κινητικότητα του όμως το νερό μπορεί να βρεθεί σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις. Στην Νεβάδα βρέθηκαν επιπτώσεις στα ψάρια έως και 150 μίλια (περίπου 240 χιλιόμετρα) μακριά από μια επιχείρηση επεξεργασίας λιθίου (Dehghani-Sani et al., 2019). Τα απόβλητα αυτά περιέχουν πολύ συχνά επικίνδυνες χημικές ουσίες λόγω της επεξεργασίας των μεταλλευμάτων αλλά και λόγω της φυσικής παρουσίας κάποιων στο έδαφος. Η απελευθέρωση βαρέων μετάλλων δημιουργεί αλλαγές στις φυσικές συνθήκες στο υδάτινο περιβάλλον, όπως αλλαγές στο pH του νερού, την οργανική περιεκτικότητα του υποστρώματος και το μέγεθος των σωματιδίων στο νερό. Έτσι υπάρχει συχνά και ο

κίνδυνος του ευτροφισμού ,με ουσίες που βοηθούν στην απότομη ανάπτυξη των υδρόβιων φυτών. Αυτή η ανάπτυξη όμως μετά από σύντομο χρονικό διάστημα και την δράση των αποικοδομητών οδηγεί και στην απότομη μείωση του οξυγόνου του νερού. Σαν συνέπεια έχουμε τον θάνατο από ασφυξία των ψαριών και την επιβάρυνση όλου του υδάτινου οικοσυστήματος. Τέτοιος ευτροφισμός φαίνεται ότι προκαλείται έντονα από σπάνιες γαίες, χαλκό και νικέλιο και λίγο λιγότερος από το λίθιο. Σημαντική πηγή μόλυνσης των υδάτων όμως είναι ακόμη και τα εγκαταλειμμένα ορυχεία όταν σταματήσει η εξόρυξη μεταλλεύματος . Αυτά περιέχουν πολλές επικίνδυνες ουσίες και δεν υπάρχει κάποιος να τις διαχειριστεί (Punia et.al, 2021).

Εκτός όμως από την ρύπανση των υδάτων σημαντικό πρόβλημα είναι και η υπερκατανάλωση νερού , ιδιαίτερα για την παραγωγή του σημαντικού για τις σημερινές μπαταρίες, λιθίου. Στη Νότια Αμερική, το τρίγωνο λιθίου της ηπείρου, που καλύπτει τμήματα της Αργεντινής, της Βολιβίας και της Χιλής, κατέχει περισσότερη από τη μισή παγκόσμια παραγωγή του μετάλλου κάτω από τις αλυκές του. Είναι επίσης ένα από τα πιο ξηρά μέρη στη γη. Στο Salar de Atacama της Χιλής, οι εξορυκτικές δραστηριότητες κατανάλωναν το 65 % του νερού της περιοχής (Katwala, 2018). Και όλο αυτό σε μία από τις πιο άνυδρες περιοχές της Γης. Ο κύκλος του νερού επιβαρύνεται επίσης από τις αλλαγές στη χρήση γης και την κάλυψη γης λόγω ορυχείων που διαταράσσουν την ικανότητα πλήρωσης και αδειάσματος των υδροφόρων οριζόντων κάτι που οδηγεί σε υποβάθμιση της ποιότητας του νερού και αλλαγές στις διεργασίες του κύκλου του νερού. Τέλος όπως συμβαίνει με οποιαδήποτε περιβαλλοντική ζημιά, υπάρχει κόστος που συνδέεται με την προσπάθεια εξεύρεσης λύσης στο πρόβλημα. Μόνο στην περιοχή των Απαλαχίων της Δυτικής Βιρτζίνια, για παράδειγμα, το κόστος διόρθωσης

προβλημάτων που σχετίζονται με την αποστράγγιση όξινων ορυχείων με τη σημερινή τεχνολογία υπολογίζεται σε 5– 15 δις, δολάρια (Bench et al., 2000).

1.3. Ρύπανση στο έδαφος

Το κοβάλτιο και το νικέλιο είναι από τα μέταλλα που δημιουργούν τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση στο έδαφος. Το κοβάλτιο είναι πολύ τοξικό σε αντίθεση με τα περισσότερα μέταλλα, τα οποία δεν είναι τοξικά όταν βρεθούν στο έδαφος. Η σκόνη που απελευθερώνεται από μηχανική εκσκαφή ή τη θραύση βράχων με το χέρι, στα ορυχεία κοβαλτίου μπορεί να περιέχει επίσης τοξικά μέταλλα συμπεριλαμβανομένου του ουρανίου που προκαλεί σημαντική επιβάρυνση όχι μόνο στον άνθρωπο , αλλά και σε όλους του οργανισμούς του κοντινού οικοσυστήματος. Παρόμοιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις με την εξόρυξη κοβαλτίου έχει και η εξόρυξη γραφίτη. Η σκόνη που απελευθερώνεται στην παραγωγή φυσικού γραφίτη έχει σημαντικό αντίκτυπο στις κοινότητες που βρίσκονται κοντά σε εργοστάσια. Επιπλέον, τα εδάφη μπορεί να μολυνθούν ως αποτέλεσμα διαρροής σκόνης γραφίτη και αυτό μπορεί να έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στην πανίδα και τη χλωρίδα (Amui, 2020). Αλλά και όλο το τοπίο αλλάζει σε μία περιοχή εξόρυξης. Η αποψίλωση των δασών, οι αλλαγές στις ροές ρεμάτων και ποταμών, οι τρύπες εξόρυξης, τα βουνά απορριμμάτων καταστρέφουν την όλη αισθητική του τόπου. Η εγκατάλειψη μάλιστα των ορυχείων αφήνει πίσω της ένα «πληγωμένο» τοπίο που θέλει πολλή προσπάθεια για να αποκατασταθεί.

1.4. Πιθανές επιπτώσεις στο οικοσύστημα

Η ρύπανση του νερού του αέρα και του εδάφους έχει σαν αποτέλεσμα επιβάρυνση όλων των οργανισμών που ζουν κοντά στα ορυχεία. Οι τοξικές ουσίες είτε άμεσα, είτε έμμεσα με τα φαινόμενα που προκαλούν (όξινη βροχή) δυσκολεύουν την διαβίωση τους, εμποδίζουν την ανάπτυξη και την αναπαραγωγική τους ικανότητα. Προκαλούνται

ασθένειες σε φυτά και ζώα που πολλές φορές οδηγούν τον θάνατο τους. Η αποψίλωση των δασών και η καταστροφή της άγριας ζωής είναι μια άλλη περιβαλλοντική ανησυχία, καθώς πολλές επιχειρήσεις πραγματοποιούνται γύρω ή μέσα σε δάση. Επίσης οι σήραγγες που σκάβονται για εξορυκτικούς σκοπούς οδηγούν σε διάβρωση και αστάθεια του εδάφους (Nalule et al., 2020). Ιδιαίτερα ανησυχητικό είναι ότι τα ορυχεία υλικών που απαιτούν οι «πράσινες» τεχνολογίες (όπως των μπαταριών) βρίσκονται πολύ κοντά ή μέσα σε προστατευόμενες περιοχές για την άγρια ζωή και μάλιστα σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από τα υπόλοιπα ορυχεία. Αυτό δείχνει ότι με την αυξημένη ζήτηση για κρίσιμα μέταλλα για μπαταρίες EV η βιοποικιλότητα θα διατρέξει μεγάλο κίνδυνο (Murdock et al., 2021). Για παράδειγμα τα φλαμίνγκο αλλά και όλοι οι οργανισμοί των οικοσυστημάτων έχουν επηρεαστεί αρνητικά από την γειτνίαση τους με τις περιοχές εξόρυξης λιθίου της Νοτίου Αμερικής (Agusdinata et al., 2018). Η αυξανόμενη ζήτηση για νέα υλικά θα μετατοπίζει συνεχώς τις εξορυκτικές δραστηριότητες σε πιο απομακρυσμένες περιοχές (Sonter et al., 2018). Έτσι περιοχές ανέγγιχτες από τον άνθρωπο με μεγάλη βιοποικιλότητα θα υποστούν μεγάλη πίεση.

1.5. Ρύπανση σε καλλιέργειες

Η ρύπανση από βαρέα μέταλλα σε ένα γεωργικό έδαφος είναι ένα σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα, λόγω της ευρείας κατανομής των βαρέων μετάλλων στο περιβάλλον και των επιπτώσεων της (οξείας και χρόνιας) στην ανάπτυξη του φυτού. Στην πραγματικότητα, αναμφισβήτητες παρενέργειες της βλαβερότητας των βαρέων μετάλλων περιλαμβάνουν χλώρωση, γήρανση, σήψη φύλλων, χαμηλή παραγωγή βιομάζας, συρρίκνωση και παρεμπόδιση της ανάπτυξης, περιορισμένες ποσότητες σπόρων και σε βάθος χρόνου, εξαφάνιση (Vardhan et al., 2019). Τα βαρέα μέταλλα που περιέχουν τα απόβλητα ορυχείων επηρεάζουν περισσότερο τις καλλιέργειες που

βρίσκονται σε σχετικά κοντινές με τα ορυχεία περιοχές. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο για συγκεκριμένες καλλιέργειες. Για παράδειγμα στην μελέτη των Cobb et al. (2000) σε καλλιέργειες κοντά σε ορυχεία με απόβλητα μολύβδου, καδμίου και ψευδάργυρου βρέθηκε ότι η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στα φύλλα μαρουλιού και στις ρίζες από το ραπανάκι ήταν πολύ μεγάλη και η κατανάλωση τους προκαλούσε αυξημένη συγκέντρωση των μετάλλων αυτών και στους ανθρώπους που τα κατανάλωναν. Υπάρχει επίσης και διαφορετική απορρόφηση των διάφορων βαρέων μετάλλων. Στην έρευνα των Liu et al. (2017) μελετήθηκε η παρουσία των βαρέων μετάλλων σε εδάφη καλλιεργήσιμης γης και σε σπόρους (σιτάρι, καλαμπόκι και ρύζι). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυξημένες ήταν οι συγκεντρώσεις καδμίου, χαλκού, μολύβδου και ψευδαργύρου στα εδάφη. Οι μέσες συγκεντρώσεις καδμίου, μολύβδου και ψευδαργύρου στους σπόρους σιταριού και οι συγκεντρώσεις καδμίου και χρωμίου στους σπόρους αραβοσίτου υπερέβησαν τα ανώτερα επιτρεπόμενα όρια.. Η μόλυνση από κάδμιο αποτελεί σοβαρή απειλή για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, επειδή το κάδμιο θεωρείται ένα από τα πιο τοξικά και καρκινογόνα βαρέα μέταλλα. Υπάρχει τέλος και η μειωμένη παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Στην Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (ΛΔΚ) ο πολλαπλασιασμός της εξόρυξης κοβαλτίου έχει μειώσει τις αποδόσεις των καλλιεργειών και την διαθεσιμότητα προϊόντων στις τοπικές αγορές, αναγκάζοντας τους κατοίκους να προμηθεύονται το μεγαλύτερο μέρος του φαγητού τους από τη γειτονική Ζάμπια.

1.6. Διαφορά περιβαλλοντικών αποτελεσμάτων ανάλογα του τύπου μπαταρίας.

Σήμερα, υπάρχουν πολλοί τύποι μπαταριών EV. Οι μπαταρίες αυτές αποτελούνται από διαφορετικά υλικά και άρα έχουν και διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ολική περιβαλλοντική αξιολόγηση όλων των μπαταριών είναι πολύ δύσκολη, λόγω των

πολλών τύπων υφιστάμενων μπαταριών αλλά και της συνεχούς δημιουργίας νέων με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την αύξηση των αναγκών, αλλά και του διαφορετικού τομέα του περιβάλλοντος που η καθεμία επηρεάζει. Έτσι στην αξιολόγηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των μπαταριών λαμβάνεται υπόψη η υπερθέρμανση του πλανήτη, ο ευτροφισμός, η τοξικότητα των υδάτων του γλυκού νερού αλλά και της θάλασσας και του εδάφους που προκαλούν. Οι μπαταρίες υδριδίου μετάλλου νικελίου (NiMH) και ιόντων λιθίου (LIB) είναι οι πιο ενεργοβόρες μπαταρίες που παράγονται. Με βάση τα υλικά που απαιτούνται στην παραγωγή μπαταριών, οι μπαταρίες LIB έχουν τη σημαντικότερη συμβολή στα αέρια του θερμοκηπίου και στην εξάντληση μετάλλων. Οι μπαταρίες NiMH έχουν όμως σημαντικότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε σύγκριση με τις μπαταρίες LIB, λόγω της μεγάλης συνολικής ζήτησης ενέργειας αλλά και, λόγω της χρήσης σχετικά μεγάλων ποσοτήτων τοξικών χημικών ουσιών στην παραγωγή τους (McManus, 2012). Από την άλλη για τις μπαταρίες νικελίου καδμίου (NiCd), η εξόρυξη, η σύνθλιψη, ο καθαρισμός και η επεξεργασία του καδμίου που χρειάζονται, ενέχει κινδύνους για τα υπόγεια ύδατα, τη μόλυνση των τροφίμων και τους εργαζόμενους που εκτίθενται σε αυτές τις επικίνδυνες χημικές ουσίες. Από την σύγκριση των μπαταριών μολύβδου οξέος (LAB), της μαγγανίου λιθίου (LMB) και φωσφορικού σιδήρου λιθίου (LIPB), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διαδικασία παραγωγής LAB έχει τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίπτωση, η διαδικασία παραγωγής LIPB έχει τη μικρότερη περιβαλλοντική επίπτωση και η LMB έχει μέτρια περιβαλλοντική επίπτωση (Wang et al., 2018). Ενώ η αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον κύκλο ζωής της μπαταρίας LiFePO_4 και της μπαταρίας $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$, έδειξε οι μπαταρίες LiFePO_4 είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον στη φάση της παραγωγής, ενώ οι μπαταρίες $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ είναι πιο

φιλικές προς το περιβάλλον στη φάση εφαρμογής και μεταφοράς. Παρόλα αυτά, οι μπαταρίες LiFePO_4 είναι γενικά πιο φιλικές προς το περιβάλλον από τις μπαταρίες $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ από την άποψη ολόκληρου του κύκλου ζωής (Shu, et al., 2021). Μία πιο συνολική περιβαλλοντική κατάταξη για τις μπαταρίες που χρησιμοποιούνται πιο πολύ στα EV που έγινε από τους Van den Bossche et al. (2006) τοποθετεί τις μπαταρίες στην εξής σειρά, ξεκινώντας από την μπαταρία εκείνη που έχει τις λιγότερες επιπτώσεις και πηγαίνοντας σε εκείνη που έχει τις μεγαλύτερες: του χλωριούχου νάτριου-νικελίου, των ιόντων λιθίου, του υδριδίου νικελίου-μετάλλου, του νικελίου-καδμίου και τελευταία του μόλυβδου-οξέως.

Όλες οι έρευνες φαίνεται να συμφωνούν ότι οι πιο επιβλαβείς, είναι οι μπαταρίες LAB. Αυτές περιέχουν θειικό οξύ και μεγάλες ποσότητες μεταλλικού μόλυβδου. Το οξύ είναι εξαιρετικά διαβρωτικό και επίσης διαλύει τον μόλυβδο και άλλα μέταλλα. Ο μόλυβδος είναι ένα εξαιρετικά τοξικό βαρύ στοιχείο που μπορεί να συσσωρευτεί στο περιβάλλον και να προκαλέσει μια σειρά από δυσμενείς επιπτώσεις σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Από την άλλη οι μπαταρίες λιθίου προκαλούν μάλλον την μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση.

2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ.

Αφού η εξόρυξη των υλικών των μπαταριών βλάπτει το περιβάλλον, είναι λογικό να βλάπτει και την ανθρώπινη υγεία (Carmo et al., 2020). Υπάρχουν άμεσες επιπτώσεις στην υγεία που συνδέονται με τη δραστηριότητα εξόρυξης και υπάρχουν ενδείξεις για ευρύτερες, έμμεσες επιπτώσεις στην υγεία από την επιδείνωση του κοινωνικού, φυσικού και οικονομικού περιβάλλοντος (Mactaggart et al., 2016). Πιο επικίνδυνες είναι οι βλάβες που προκαλούν τα μέταλλα και τα απόβλητα τους όταν έρχονται σε απευθείας επαφή με τον άνθρωπο. Σημαντικές όμως είναι και οι επιπτώσεις από τις αέριες ουσίες που παράγονται από την καύση των ενώσεων άνθρακα για την παραγωγή ενέργειας στα ορυχεία. Αυτές όταν ενωθούν με νερό και άλλες ουσίες παράγουν τους δευτερογενείς ρύπους (όζον, PAN, αιθαλομίχλη), όλους πολύ επικίνδυνους για την ανθρώπινη υγεία.

2.1. Δηλητηρίαση από βαρέα μέταλλα

2.1.1. Πώς συμβαίνει

Τα βαρέα μέταλλα σε μικρές ποσότητες είναι χρήσιμα ή έστω ακίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Όταν όμως οι συγκεντρώσεις αυξηθούν αρκετά γίνονται επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. Γενικά η στοματική οδός είναι ένα κοινό μέσο εισόδου βαρέων μετάλλων στον οργανισμό (Mitra et al., 2022), ιδιαίτερα μέσω της τροφικής αλυσίδας (Wang et al., 2021). Τα βαρέα μέταλλα που ελευθερώνονται σε μία εξόρυξη πολύ συχνά διοχετεύονται στα υπόγεια ύδατα, κινούνται κατά μήκος των υδάτινων δρόμων και τελικά εναποτίθεται στο υδροφόρο ορίζοντα, ή ξεπλένονται από την απορροή στα επιφανειακά ύδατα με αποτέλεσμα τη ρύπανση του εδάφους και του

νερού. Εκεί απορροφούνται από τους μικροοργανισμούς και σταδιακά μέσω της τροφικής αλυσίδας φθάνουν στους ανώτερους καταναλωτές (όπως ο άνθρωπος) σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, αφού δεν διασπώνται (βιοσυσσώρευση). Έτσι επηρεάζονται συχνότερα άτομα που τρώνε πολλά τρόφιμα που περιέχουν αυτά τα μέταλλα (π.χ. ψάρια). Τα παιδιά επίσης διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο δηλητηρίασης από βαρέα μέταλλα επειδή το σώμα τους αναπτύσσεται ακόμη και είναι πιο ευαίσθητα στις βλαβερές συνέπειες των βαρέων μετάλλων, ενώ έχουν και την τάση να βάζουν στο στόμα τους διάφορα υλικά. Μόλις εισέλθουν στο σώμα, τα μέταλλα βρίσκονται στο αίμα και από εκεί σε κάθε κύτταρο του ανθρώπινου σώματος. Όταν αυξηθεί η συγκέντρωση τους γίνονται τοξικά καθώς καταστρέφουν ή εμποδίζουν τα κύτταρα του ανθρώπινου σώματος, τα ένζυμα και τις πρωτεΐνες να εκτελούν τις λειτουργίες τους, που είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της λειτουργίας των οργάνων. Μερικές φορές δρουν ως ψευδοστοιχεία του σώματος, ενώ σε ορισμένες στιγμές μπορεί ακόμη και να παρεμβαίνουν στις μεταβολικές διεργασίες. Με αυτό τον τρόπο τα όργανά δεν είναι σε θέση να κάνουν τη δουλειά τους και εμφανίζεται η δηλητηρίαση από βαρέα μέταλλα που μπορεί να είναι απειλητική για τη ζωή, χωρίς την κατάλληλη θεραπεία (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8078867/>, NIH (National Library of Medicine- Εθνική Βιβλιοθήκη Ιατρικής ΗΠΑ)). Επίσης τα HMs εξασθενούν την αντιοξειδωτική άμυνα και δημιουργούν ελεύθερες ρίζες προκαλώντας οξειδωτικό στρες. Τα τοξικά μέταλλα μπορούν να δημιουργήσουν γενετικές αλλοιώσεις που μπορούν να επηρεάσουν την έκφραση των γονιδίων. Τα ελαττώματα στην επιδιόρθωση του DNA μετά την πρόκληση οξειδωτικού στρες και η βλάβη του DNA από τα βαρέα μέταλλα έχουν θεωρηθεί ως η κύρια αιτία της πρόκλησης καρκίνου. Έτσι τα βαρέα μέταλλα είναι επικίνδυνα ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις επηρεάζοντας την

υγεία ζώων και ανθρώπων (Zaynab et al., 2022). Εκτός όμως από την κατάποση μπορούν να εισέρθουν στον άνθρωπο και με άλλους τρόπους, όπως η εισπνοή, η επαφή με το δέρμα ή και τα μάτια. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι γενικά απορροφούν μόλυβδο (Pb) μέσω της κατάποσης, της εισπνοής και της δερματικής απορρόφησης, κάδμιο (Cd) με κατάποση και εισπνοή και υδράργυρο μέσω εισπνοής, κατάποσης και επαφή με το δέρμα. Μέσω εισπνοής σκόνης λιθίου ή ενώσεων λιθίου ερεθίζονται οι αναπνευστικές οδοί, ενώ η παρατεταμένη έκθεση στο λίθιο μπορεί να προκαλέσει συσσωρευμένο υγρό στους πνεύμονες, που οδηγεί σε πνευμονικό οίδημα. Και αυτά δεν μπορούν συμβούν μόνο κοντά στα ορυχεία αλλά και πολύ μακρύτερα αφού τα HMs λόγω της ανθεκτικότητάς τους και των δυνατοτήτων τους για παγκόσμια ατμοσφαιρική μεταφορά, μπορούν επηρεάζουν ακόμη και τις πιο απομακρυσμένες περιοχές (Joint & World Health Organization, 2007).

2.1.2. Τι προκαλεί

Η τοξικότητα φυσικά των μετάλλων είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως ο τρόπος και η συχνότητα έκθεσης, η απορροφούμενη δόση και το είδος του μετάλλου. Η επίδραση επίσης εξαρτάται επίσης από την ηλικία του ανθρώπου, το φύλο, τη γενετική και τη διατροφική κατάσταση. Οι κίνδυνοι για την υγεία είναι πιο σοβαροί σε πληθυσμούς με υψηλά ποσοστά διαβήτη, παχυσαρκίας και χρήσης καπνού. Στα άτομα που τρώνε μολυσμένα ψάρια μπορεί να δημιουργηθεί εξάντληση αλλά και να επηρεαστεί ο εγκέφαλος, οι πνεύμονες, τα νεφρά, το συκώτι, το αίμα και άλλα ζωτικά όργανα. Η οξεία έκθεση σε μόλυβδο (Pb) μπορεί να προκαλέσει απώλεια όρεξης, πονοκεφάλους, υπέρταση, στομαχική δυσφορία, νεφρική δυσλειτουργία, κόπωση, αϋπνία, αρθρίτιδα, παραισθήσεις και ίλιγγο (Zaynab et al., 2022). Η δηλητηρίαση από βαρέα μέταλλα προκαλεί επίσης αναπνευστικά προβλήματα, όπως ερεθισμό των διόδων

αέρα, απόφραξη των αεραγωγών και αναπνευστικές ασθένειες όπως ρινίτιδα, βρογχίτιδα και άσθμα (Al Osman et al., 2019). Τα υπερβολικά επίπεδα βαρέων μετάλλων μπορούν να προκαλέσουν όμως σημαντική βλάβη σε κάθε όργανο του σώματος και μπορεί να οδηγήσουν στην εμφάνιση νευρολογικών διαταραχών, απόφραξη του γαστρεντερικού σωλήνα, οστεοπόρωση, τοξικότητα στα νεφρά και το ήπαρ ,ανοσολογική τοξικότητα, αναπαραγωγική και αναπτυξιακή τοξικότητα και τοξικότητα δέρματος και γονιδίων (Jaishankar et al., 2014). Έχει βρεθεί επίσης ότι η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων μπορεί να μειώσει τα επίπεδα ενέργειας και να βλάψει τη λειτουργία του εγκεφάλου, των πνευμόνων, της σύνθεσης του αίματος και άλλων σημαντικών οργάνων. Η μακροχρόνια έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε σταδιακά εξελισσόμενες σωματικές, μυϊκές και νευρολογικές εκφυλιστικές διεργασίες που μιμούνται ασθένειες όπως η σκλήρυνση κατά πλάκας, η νόσος του Πάρκινσον, η νόσος του Αλτσχάιμερ και η μυϊκή δυστροφία. Η μελέτη των Duan et al., (2020) προτείνει μια πιθανή θετική συσχέτιση για τις συγκεντρώσεις πολλών βαρέων μετάλλων στο αίμα και στα ούρα με τη συνολική θνησιμότητα από καρδιαγγειακή νόσο και καρκίνο με βάση ένα μεγάλο δείγμα του γενικού πληθυσμού των ΗΠΑ. Ιδιαίτερα το Cd και ο Pb έχουν την υψηλότερη συμβολή . Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το οξειδωτικό στρες που προκαλούν στον οργανισμό, δημιουργώντας φλεγμονές και την καρδιαγγειακή νόσο .Το ότι η κυτταρική απόκριση που προκαλείται από το οξειδωτικό στρες μετά από έκθεση σε βαρέα μέταλλα συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο νεοπλασμάτων, νευρολογικών διαταραχών, διαβήτη, στειρότητας, αναπτυξιακών διαταραχών, νεφρικής ανεπάρκειας και καρδιαγγειακών παθήσεων, το δείχνει και η έρευνα των Paithankar et al. (2021).

2.2. Επίδραση εξόρυξης ορυχείων σε υγεία εργαζομένων

Οι μεγάλες ανάγκες σε μέταλλα μπαταριών για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα οδηγούν αναπόφευκτα και σε αύξηση των εξορύξεων. Η εξόρυξη όμως ήταν πάντα από τα πιο επικίνδυνα επαγγέλματα και με την αυξανόμενη ζήτηση για ορυκτά η ασφάλεια στα ορυχεία αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία . Εκτός από τα προβλήματα στην υγεία τους που προκαλεί η μεγάλη επαφή με επικίνδυνες ουσίες, κάθε χρόνο, χιλιάδες μεταλλωρύχοι πεθαίνουν σε ατυχήματα και πολλοί άλλοι τραυματίζονται, ιδιαίτερα στις διαδικασίες εξόρυξης σκληρών πετρωμάτων. Τα ατυχήματα μπορεί να προκαλούνται από εκρήξεις αερίου, δηλητηριάσεις αερίων, ακατάλληλη χρήση εκρηκτικών, ηλεκτρικά εγκαύματα, πυρκαγιές, κατάρρευση κατασκευών ορυχείων, πτώσεις βράχων από στέγες και πλευρικούς τοίχους, πλημμύρες, πτώσεις εργαζομένων ή σφάλματα από δυσλειτουργία ή ακατάλληλη χρήση εξοπλισμού εξόρυξης (Elgstrand et al., 2013). Είναι αλήθεια ότι υπάρχουν αναλυτικές διατάξεις για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων στα ορυχεία στις διάφορες νομοθεσίες εξόρυξης , αλλά στην πραγματικότητα, λιγότερο από το 10% των μεταλλωρύχων γνωρίζουν και εφαρμόζουν αυτούς τους. Μεταλλωρύχοι και στις μικρές «βιοτεχνικές» εταιρίες εξόρυξης αλλά και στις μεγαλύτερες λειτουργούν χωρίς βασικό προστατευτικό εξοπλισμό όπως γάντια, μπότες και γυαλιά, ενώ γίνεται και χρήση επικίνδυνων χημικών ουσιών για την εξαγωγή του μεταλλεύματος (Nalule et al., 2020). Υπάρχουν λοιπόν για τους εργαζόμενους κίνδυνοι σωματικοί, ασθενειών αλλά και ψυχοκοινωνικοί.

2.2.1. Σωματικοί κίνδυνοι

Ο σημαντικότερος σωματικός κίνδυνος είναι ο τραυματισμός που μπορεί να είναι από ασήμαντος έως μοιραίος. Τα σημαντικότερα ορυχεία εξόρυξης ορυκτών μπαταριών βρίσκονται σε αναπτυσσόμενες χώρες και εκεί ο κίνδυνος από κατολίσθηση είναι μόνιμος, ενώ ο κίνδυνος ατυχήματος αυξάνεται κατά την περίοδο των βροχών .Οι

θάνατοι και οι τραυματισμοί στα ορυχεία είναι συνηθισμένοι (Frankel et al., 2016). Ο ακριβής αριθμός των ατυχημάτων είναι άγνωστος, καθώς δεν υπάρχει αναλυτική αναφορά, πιθανότατα λόγω του φόβου ότι θα μπορούσαν να κλείσουν τα ορυχεία. Η πρώτη αιτία θανάτου είναι η κατολίσθηση, ακολουθούμενη από την ασφυξία και τον πνιγμό (Tsurukawa et al., 2011). Στα ορυχεία λιθίου υπάρχει επίσης μεγάλος κίνδυνος πυρκαγιάς. Η πυρκαγιά μπορεί να προκαλέσει και βλάβες λόγω της θερμότητας που αναπτύσσεται αλλά και δηλητηρίαση από καπνό που απελευθερώνεται (Li et al., 2022). Η χρήση εκρηκτικών για την εύρεση γραφίτη, μπορεί να οδηγήσει στην απελευθέρωση σκόνης και λεπτών σωματιδίων στην ατμόσφαιρα που μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα υγείας όταν εισπνέονται (Amui, 2020).

Επίσης, λόγω του τρόπου εργασίας τους οι μεταλλωρύχοι εμφανίζουν μυοσκελετικές διαταραχές (σε αρθρώσεις, φλεγμονή τένοντα ή μυών, προβλήματα στην πλάτη) ανάλογα του τύπου των εργασιών. Οι εργασίες στα υπόγεια ορυχεία και η ανάρτηση σωλήνων και ηλεκτρικών καλωδίων μπορεί να προκαλέσουν ή να επιδεινώσουν διαταραχές του ώμου. Το ανώμαλο έδαφος που χαρακτηρίζει τα ορυχεία μπορεί να προκαλέσει τραυματισμούς στον αστράγαλο και στο γόνατο. Η δόνηση ολόκληρου του σώματος που παρατηρείται συνήθως κατά τον χειρισμός κινητού εξοπλισμού αλλά και σε φορτηγά, ξύστρες και εκσκαφείς μπορεί να προκαλέσει ή να επιδεινώσει προϋπάρχουσες διαταραχές της σπονδυλικής στήλης. Οι κακοσυντηρημένοι δρόμοι και τα οχήματα συμβάλλουν στο πρόβλημα. Παρατηρείται επίσης το σύνδρομο της δόνησης χεριού-βραχίονα με τη χρήση δονούμενων εργαλείων όπως τρυπάνια. Το πρόβλημα είναι πιο έντονο στα βιοτεχνικά ορυχεία στη ΛΔ του Κονγκό. Για παράδειγμα, πολλές σήραγγες είναι μεγαλύτερες από 30 μέτρα. Εκατοντάδες ή και χιλιάδες ανθρακωρύχοι μπορούν να σκάβουν σε μικροσκοπικούς λάκκους, χωρίς

συντονισμό, ούτε γνώση σχετικά με προηγούμενες εργασίες που μπορεί να επηρεάσουν τη σταθερότητα του εδάφους . Στα βαθιά υπόγεια ορυχεία που βρίσκονται σε τροπικές τοποθεσίες , οι θερμοκρασίες των πετρωμάτων και του αέρα αυξάνονται με το βάθος και μαζί με την υγρασία δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα στους εργαζόμενους. Αυτό μπορεί να προκαλέσει κούραση, αδυναμία και μυϊκές κράμπες, σωματική κόπωση και υπερβολική εφίδρωση λόγω της έκθεσης στη θερμότητα μέχρι και εγκεφαλικά επεισόδια , αλλά και μία ιδιαίτερη μορφή ψώρας (ψώρα του Μούκερ) (Nunfam, 2021). Αυτά επηρεάζουν και την προσοχή και κρίση των εργαζομένων στα ορυχεία με αποτέλεσμα τραυματισμούς μεταλλωρύχων. Η βαρομετρική πίεση είναι αυξημένη σε βαθιά υπόγεια ορυχεία και σε ορυχεία σε μεγάλο υψόμετρο στη Νότια Αμερική προκαλώντας προβλήματα στους εργαζόμενους , ενώ η χρόνια έλλειψη οξυγόνου έχει αναφερθεί ότι προκαλεί οξεία ασθένεια του βουνού (AMS) σε εργάτες ορυχείων. Τα περισσότερα ορυχεία λειτουργούν 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα, έτσι η εργασία με βάρδιες είναι πολύ συνηθισμένη. Οι απογευματινές και νυχτερινές βάρδιες προκαλούν επιπλέον κόπωση σε σχέση με τις πρωινές. Προβλήματα ύπνου που παρατηρούνται σε πιο θερμές τοποθεσίες, έχουν έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν γνωστικές και κινητικές βλάβες επηρεάζοντας την απόδοση μεταξύ των οδηγών . Ο θόρυβος είναι σχεδόν πανταχού παρών στην εξόρυξη. Παράγεται από διάτρηση, ανατινάξεις, κοπή, χειρισμός υλικών, εξαερισμός, σύνθλιψη, μεταφορά και επεξεργασία μεταλλεύματος και μπορεί να οδηγήσει σε μικρή ως μεγάλη απώλεια της ακοής. Η ηλιακή υπεριώδης έκθεση σε εργασίες εξόρυξης στην επιφάνεια είναι πιθανό να συμβάλλουν στην εμφάνιση μελανώματος στο δέρμα. Τέλος οι βιοτέχνες μεταλλωρύχοι στην Αφρική αντιμετωπίζουν και ιδιαίτερους κινδύνους. Εκείνοι που

παρανομοούν κρυφά σε παραχωρήσεις τη νύχτα μπορούν να πυροβοληθούν από φύλακες ασφαλείας εάν πιαστούν ή να πνιγούν σε ένα πλημμυρισμένο λάκκο στο σκοτάδι.

2.2.2. Κίνδυνοι ασθενειών

Στους πρόχειρους καταυλισμούς με τις ελλιπείς συνθήκες υγιεινής εξαπλώνονται εύκολα οι μεταδοτικές ασθένειες (Donoghue, 2004). Σε αυτούς δεν κατασκευάζονται αποχωρητήρια, η ποιότητα του νερού είναι κακή και η διαχείριση των ανθρώπινων αποβλήτων γίνεται συνήθως πρόχειρα και χωρίς καμία οργάνωση. Η κατάχρηση αλκοόλ, τα ναρκωτικά και η πορνεία είναι συχνά. Κατά συνέπεια, η γενική κατάσταση της υγείας των ανθρακωρύχων είναι πολύ κακή. Το προσδόκιμο ζωής είναι μικρό, υπάρχει υψηλό ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας, ενώ είναι συχνά η διάρροια, η ηπατίτιδα, η μηνιγγίτιδα, η χολέρα, ο τύφος, ο τέτανος, ο τύφος, η ελονοσία, ο κίτρινος και ο δάγκειος πυρετός, η φυματίωση, οι αναπνευστικές διαταραχές και οι πονοκέφαλοι (Tsurukawa et al., 2011). Η λεπτοσπείρωση και η αγκυλοστομίαση είναι συχνές σε ορυχεία. Το νερό που χρησιμοποιείται για την ψύξη των μηχανημάτων κινδυνεύει από μόλυνση από το βακτήριο της *Legionella*. Τα ποσοστά AIDS είναι πολύ ψηλά στον τοπικό πληθυσμό. Ο ιός (HIV) έχει πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα και στην ανάπτυξη της φυματίωσης. Στη Νότια Αφρική, η φυματίωση προκαλεί περισσότερους θανάτους σε εργάτες ορυχείων από τα ατυχήματα ορυχείων (Elgstrand et al., 2013). Στις γυναίκες υπάρχει αυξημένος κίνδυνος αποβολής και βλάβη στα ωάρια από τους ρύπους. Αλλά οι γιατροί ανησυχούν ιδιαίτερα και για πιθανές συνδέσεις με γενετικές ανωμαλίες. Από μελέτες γιατρών των τοπικών πανεπιστημίων, βρέθηκε αυξημένος κίνδυνος να γεννηθεί ένα μωρό με ορατό εκ γενετής ελάττωμα εάν ο πατέρας εργαζόταν στη βιομηχανία εξόρυξης του Κονγκό (Frankel et al., 2016).

2.2.3. Ψυχοκοινωνικοί κίνδυνοι εργαζομένων

Το περιβάλλον εξόρυξης μπορεί να επηρεάσει και την ψυχική υγεία, προκαλώντας άγχος, εργασιακό στρες, κατάθλιψη, διαταραχές ύπνου, ψυχική κόπωση και άλλα (Pizarro et al., 2021). Το εργασιακό άγχος έχει αποδειχθεί ότι είναι και η κύρια αιτία εξουθένωσης και εξάντλησης στο χώρο εργασίας (Nel et al., 2017). Σημαντικοί παράγοντες για αυτό, είναι το επικίνδυνο περιβάλλον (κίνδυνοι ατυχημάτων και ασθενειών), η οργάνωση εργασίας (π.χ. προγράμματα εργασίας με βάρδιες) και οι διαπροσωπικές σχέσεις. Δυστυχώς, θανατηφόρα και σοβαρά τραύματα εμφανίζονται στην εξόρυξη και συχνά έχουν ένα βαθύ αντίκτυπο στο ηθικό. Διαταραχές μετατραυματικού στρες αναπτύσσονται μερικές φορές σε μάρτυρες, συναδέλφους και διαχειριστές. Οι διευθυντές συχνά αισθάνονται προσωπικά υπεύθυνοι για τέτοιους τραυματισμούς, ακόμη και αν δεν υπάρχει αμέλεια και αντιμετωπίζουν τη δοκιμασία των κυβερνητικών ερευνών και των σχετικών νομικών διαδικασιών. Η υψηλή προσπάθεια που συνδυάζεται με χαμηλή ανταμοιβή, οι υψηλές απαιτήσεις εργασίας, οι συγκρούσεις εργασίας-οικογένειας, η βία στην εργασία και η χαμηλή κοινωνική υποστήριξη επιβαρύνουν περισσότερο την κακή ψυχική υγεία και συνεπώς την ποιότητα ζωής. Εργαζόμενοι νοιώθουν πολύ αγχωμένοι από τους προϊστάμενους τους και έτσι εμφανίζουν υψηλό ή πολύ υψηλά επίπεδα αγωνίας. Πολλοί εργαζόμενοι έχουν οικονομικό άγχος και ανησυχούν για το πρόγραμμα βαρδιών και την κοινωνική απομόνωση. Η κατάχρηση ναρκωτικών και οινόπνευματος και τσιγάρου είναι ένα συνηθισμένο πρόβλημα στις εξορύξεις. Η εξόρυξη χαρακτηρίζεται από τη μεγαλύτερη παρουσία ανδρών εργαζομένων και εκτίθενται σε υψηλό φόρτο εργασίας και δυσμενείς συνθήκες (π.χ. υπόγεια εξόρυξη) κάτι που τους κάνει πιο επιρρεπείς στην χρήση αυτών των ουσιών. Η ελλιπής σχέση μεταξύ των ανθρακωρύχων με τις οικογένειές αποτελεί

μία επιπλέον πηγή άγχους. Τα ορυχεία είναι συνήθως απομακρυσμένα, έτσι πολλοί υπάλληλοι ορυχείου είναι χωρισμένοι από τις οικογένειες και τις κοινότητές τους κατά τη διάρκεια περιόδους εργασίας. Αυτή η κοινωνική απομόνωση δημιουργεί πάντα προβλήματα ψυχικής υγείας. Για παράδειγμα η ψυχική ασθένεια είναι σημαντικά μεγαλύτερη στο εργατικό δυναμικό εξόρυξης και κατασκευών που εργάζεται σε ορυχεία μακριά από τις οικογένειες του σε σχέση με τον υπόλοιπο πληθυσμό της Αυστραλίας (Bowers et al., 2018).

2.3. Κίνδυνοι υγείας των γειτονικών σε ορυχεία κατοίκων

Η εξόρυξη δεν επηρεάζει μόνο τους εργαζόμενους αλλά και τους κατοίκους των κοντινών πόλεων. Η μελέτη των Ndilila et al. (2014) έδειξε αυξημένες συγκεντρώσεις μετάλλων σε κατοίκους που ζουν κοντά σε ορυχεία χαλκού σε σχέση με κατοίκους πόλεων που δεν εξορύσσεται χαλκός στη Ζάμπια. Όλα τα μέταλλα (κάδμιο, κοβάλτιο, χαλκός, μόλυβδος, ψευδάργυρος, αρσενικό, νικέλιο) που είχαν αυξημένες συγκεντρώσεις σχετίζονται με την εξόρυξη χαλκού. Η κατοικία κοντά στην περιοχή εξόρυξης, το πόσιμο νερό, η σκόνη και οι συγκεντρώσεις μετάλλων του εδάφους ήταν οι πιο σημαντικοί παράγοντες που συνέβαλαν στην αυξημένη συγκέντρωση μετάλλων. Μελέτες διαπιστώνουν ότι οι κάτοικοι που ζουν κοντά σε ορυχεία ή μεταλλουργία στο νότιο Κονγκό είχαν συγκεντρώσεις κοβαλτίου στα ούρα που ήταν 43 φορές υψηλότερες, επίπεδα μολύβδου πέντε φορές υψηλότερα και επίπεδα καδμίου και ουρανίου τέσσερις φορές υψηλότερα από αυτές μιας ομάδας ελέγχου. Τα επίπεδα ήταν ακόμη υψηλότερα στα παιδιά (Frankel et al., 2016). Υπάρχουν επίσης και προβλήματα ασφαλείας. Λόγω των εκρήξεων βράχοι μπορεί να χτυπήσουν τα σπίτια των γύρω κατοίκων, βάζοντας σε κίνδυνο τις ζωές τους, (Scheele et al., 2016). Επίσης κοντά σε επιχειρήσεις εξόρυξης οι κάτοικοι διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο να πέσουν σε φρεάτια

ορυχείων . Η βία στους καταυλισμούς των μεταλλωρύχων κοβαλτίου είναι πολύ συνηθισμένη και επηρεάζει αρνητικά τις συνθήκες διαβίωσης. Υπάρχουν λεκτικές αλλά και σωματικές συγκρούσεις μεταξύ διαφορετικών εθνοτικών ομάδων, ιδιαίτερα μεταξύ μεταναστών μεταλλωρύχων και κάτοικων των χωριών (Bamana et al., 2021). Εμφανίζεται επίσης κατάρρευση των σχέσεων και έλλειψη κοινωνικής συνοχής. Ενώ στην περίπτωση άσχημων επιδόσεων στην εξόρυξη ή πτώσης των τιμών , εργαζόμενοι μπορεί να οδηγηθούν τους σε κλοπή ή βία, για να συντηρήσουν τους εαυτούς τους και τις οικογένειες τους. Το πρόβλημα γίνεται πιο έντονο γιατί οι εξορύξεις γίνονται κοντά σε αγροτικές κοινότητες που παντού στο κόσμο αντιμετωπίζουν τα μεγαλύτερα εμπόδια στην πρόσβαση σε υπηρεσίες υγείας. Έτσι οι ανισότητες στην υγεία μπορεί να επιδεινωθούν περαιτέρω από τη δραστηριότητα εξόρυξης, η οποία μπορεί να επηρεάσει το κοινωνικό, φυσικό και οικονομικό περιβάλλον στο οποίο κατοικούν οι αγροτικές κοινότητες.

2.4. Μόλυνση ανάλογα τύπου μπαταριών

Στις μπαταρίες νικελίου-καδμίου, το κάδμιο μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του πνεύμονα και νεφρική βλάβη , έτσι η εξάλειψη των μπαταριών που περιέχουν κάδμιο εξετάζεται στενά σε ορισμένες χώρες (Zhao et al., 2021). Από την άλλη οι πιο συνηθισμένες μπαταρίες είναι οι ιόντων λιθίου (LIB). Σε αυτές ο μεγαλύτερος κίνδυνος προέρχεται από τους υγρούς ηλεκτρολύτες που περιέχουν. Οι πιο συνηθισμένοι τέτοιοι ηλεκτρολύτες περιέχουν εξαφθοροφωσφορικό άλας λιθίου (LiPF₆) , ουσία που είναι γνωστό ότι προκαλεί συστηματική τοξικότητα, αναπνευστική ανεπάρκεια, καρδιακή ανακοπή και θάνατο ακόμη και με μικρή φυσική επαφή με την ένωση . Το LiPF₆ αντιδρά επίσης εύκολα με τους βλεννογόνους ιστούς και αντιδρά στο νερό για να απελευθερώσει επικίνδυνο υδροφθορικό οξύ με τον ταυτόχρονο

σηματισμό πολύ τοξικών προϊόντων αποδόμησης φωσφόρου. Επιπλέον, το LiPF_6 είναι τυπικά διαλυμένο σε οργανικούς ανθρακικούς διαλύτες που είναι εύφλεκτοι και τοξικοί.

3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ.

Από την ανασκόπηση των Mancini et al. (2018) προέκυψε ότι οι επιπτώσεις της εξόρυξης σχετίζονται κυρίως με τρεις τομείς: την χρήση γης, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα ανθρώπινα δικαιώματα. Η εκμετάλλευση λοιπόν των πρώτων υλών έχει και κοινωνικές επιπτώσεις. Αυτές μπορεί να είναι θετικές ή αρνητικές, κάτι που εξαρτάται και από την οπτική γωνία μελέτης τους. Σε εθνικό επίπεδο υπάρχουν γενικά θετικές επιπτώσεις στο εισόδημα και την απασχόληση ενώ σε τοπικό επίπεδο περισσότερες αρνητικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τη χρήση γης, το περιβάλλον και την υγεία. Επίσης συμβαίνουν σε διαφορετικό βαθμό σε διάφορες χώρες. Για παράδειγμα η Αυστραλία έχει την υψηλότερη συχνότητα θετικών επιπτώσεων, κυρίως όσον αφορά το εισόδημα και την απασχόληση (δηλαδή, τους οικονομικούς λόγους). Αντίθετα στην Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (ΛΔΚ) υπάρχουν μεγάλες αρνητικές κοινωνικές επιπτώσεις. Η εξόρυξη των μετάλλων που χρειάζονται οι μπαταρίες, ιδιαίτερα του κοβάλτιου είναι η βασικότερη αιτία για αυτό. Το μεγαλύτερο μέρος του κοβάλτιου που παρέχεται στην παγκόσμια αγοράς προέρχεται από τη ΛΔΚ, εκ των οποίων το 20 τοις εκατό προέρχεται από τη βιοτεχνικά ορυχεία που έχουν σοβαρά προβλήματα παιδικής εργασίας και ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Υπολογίζονται ότι έως και 40.000 παιδιά εργάζονται σε εξαιρετικά επικίνδυνες συνθήκες, με ανεπαρκείς εξοπλισμούς ασφαλείας, για πολύ λίγα χρήματα στα τοπικά ορυχεία. Τα παιδιά εκτίθενται σε πολλαπλούς σωματικούς κινδύνους και ψυχολογικές πιέσεις μόνο για να κερδίσουν ένα πενιχρό εισόδημα για τη συντήρησή των οικογενειών τους (Amui,

2020). Επίσης στην Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (ΛΔΚ) για περισσότερο από μια δεκαετία, η εξόρυξη κοβαλτίου και χαλκού έχει συνδεθεί με συγκρούσεις, παραβιάσεις των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και διαφθορά (Minister, 2004). Φυσικά οι αρνητικές κοινωνικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την εξόρυξη δεν περιορίζονται στην Λ.Δ.Κ.. Βία, παιδική εργασία και κλιμάκωση των ανισοτήτων μεταξύ των φύλων παρατηρούνται και σε πολλές ακόμη περιοχές του κόσμου (Nalule et al., 2020).

Οι κοινωνικές επιπτώσεις της εξόρυξης μπορούν να βιωθούν σε ατομικό, οικογενειακό ή κοινοτικό επίπεδο και σε διάφορους τομείς της ζωής, συμπεριλαμβανομένου του πολιτισμού, των κοινοτήτων, των πολιτικών συστημάτων, του περιβάλλοντος, της υγείας, του τρόπου ζωής, των ατομικών δικαιωμάτων και των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας. Επιπλέον, οι κοινωνικές επιπτώσεις μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των διαφορετικών ομάδων που ζουν στην περιοχή εξόρυξης. Έτσι, οι επιπτώσεις μπορεί να κατανεμηθούν άνισα, δημιουργώντας «νικητές και ηττημένους» (Mononen et al., 2022). Υπάρχουν τέλος και οι επιπτώσεις που σχετίζονται με τη δημογραφία, ιδίως όσον αφορά τη μετανάστευση και την ανισορροπία των φύλων στις εξορυκτικές κοινότητες.

3.1. Εξόρυξη βιοτεχνική και μικρής κλίμακας (ASM)

Η εξόρυξης βιοτεχνικής και μικρής κλίμακας (ASM) ή πιο απλά βιοτεχνική εξόρυξη δημιουργεί τις περισσότερες αρνητικές επιπτώσεις. Είναι μία μορφή εξόρυξης που συναντάται σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες , ιδιαίτερα δε στην εξόρυξη του κοβαλτίου στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (Mucha & Frankel, 2018). Η ανάγκη εύρεσης φθηνών μετάλλων για τις μπαταρίες EV και η σχετικά εύκολη πρόσβαση στα μέταλλα αυτά σε κάποιες αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου, οδήγησε τους φτωχούς κατοίκους τους στην ASM. Η λέξη βιοτεχνική εξόρυξη είναι μάλλον ένας ευφημισμός.

Στην ουσία δεν υπάρχει κάποια οργανωμένη εργασία, αλλά ομάδες ανθρώπων που σκάβουν με υποτυπώδη μέσα σε περιοχές κοντά σε επίσημα ή σε εγκαταλειμμένα ορυχεία προσπαθώντας να συγκεντρώσουν τα μέταλλα από αυτοσχέδιες τρύπες στο έδαφος (Mancini et al., 2021). Οι βιοτέχνες μεταλλωρύχοι εργάζονται χρησιμοποιώντας εργαλεία χειρός, σε εξαιρετικά επικίνδυνες συνθήκες, συνήθως χωρίς κανένα εξοπλισμό ασφαλείας και σε κακώς αεριζόμενους υπόγειους χώρους όπου υπάρχουν θερμοκρασίες εξαιρετικά υψηλές. Εκτίθενται σε σειρά κινδύνων για την υγεία, όπως πτώση βράχων και εισπνοή σκόνης. Κάθε χρόνο δεκάδες οι μεταλλωρύχοι πεθαίνουν ή τραυματίζονται σοβαρά σε ατυχήματα, όταν καταρρέουν φρέατα ορυχείων. Οι μεταλλωρύχοι συχνά δεν έχουν νομικά δικαιώματα για τα εδάφη που εξορύσσουν, έτσι σκάβουν κοντά ή σε ακίνητα μεγάλων εταιρειών εξόρυξης. Μόνο, ορισμένες οικιστικές κοινότητες (π.χ. Kasulu) βρίσκονται σε κοιτάσματα ορυκτών, τα οποία μπορούν οι βιοτεχνικοί μεταλλωρύχοι να προσπαθήσουν να εξάγουν από την γη, αν και η διαδικασία πάλι δεν είναι νόμιμη (Bamana et al., 2021). Για τον λόγο αυτό υφίστανται απειλές, σωματικές επιθέσεις και κακομεταχείριση στους χώρους ορυχείων από την αστυνομία ή τους φρουρούς ιδιωτικής ασφάλειας που εργάζονται για όσους ελέγχουν τις τοποθεσίες. Αμείβονται συχνά πολύ λίγο για τα ορυκτά που εξάγουν και αντιμετωπίζουν συστηματικά εκμετάλλευση. Συχνά αναγκάζονται να πουλήσουν τα ορυκτά σε συγκεκριμένα άτομα ή εταιρείες όταν απειλούνται να στερηθούν την πρόσβαση στην τοποθεσία εξόρυξης στο μέλλον, επηρεάζοντας την ικανότητά τους να εξοικονομήσουν τα προς το ζην (Minister et al., 2004).

Η ASM επηρεάζει μεγάλο κομμάτι του τοπικού πληθυσμού. Το 2013, η Παγκόσμια Τράπεζα ανέφερε ότι 100 εκατομμύρια άνθρωποι ασχολούνταν άμεσα με τη βιοτεχνική και μικρής κλίμακας εξόρυξη (ASM) σε σύγκριση με τα 7 εκατομμύρια άτομα που

εργάζονταν στην επίσημη εξόρυξη μεγάλης κλίμακας (LSM) .Η βιοτεχνική -μικρής κλίμακας εξόρυξη (ASM) έχει σημαντικό αντίκτυπο στην προσφορά ορυκτών. Με την ASM εξάγονται περισσότερα από 30 ορυκτά από πρωτογενή και δευτερογενή μεταλλεύματα συμβάλλοντας συνολικά από 15 έως 20% στην παγκόσμια παραγωγή ορυκτών και μετάλλων. Ο ρόλος της λοιπόν στην εφοδιαστική αλυσίδα των κρίσιμων ορυκτών για την «πράσινη μετάβαση» είναι πολύ σημαντικός (Lee et al., 2020). Πολλές από τις περιβαλλοντικές αλλά και κοινωνικές επιπτώσεις εύρεσης των μετάλλων οφείλονται σε αυτή την μορφή εξόρυξης, ιδιαίτερα δε η παιδική εργασία. Η άτυπη φύση της ASM επιδεινώνει τα προβλήματα , αφού για τις κυβερνήσεις δεν υπάρχει, δίνοντας τους δικαιολογία για να μην επέμβουν αποτελεσματικά (Tsurukawa et al., 2011). Ενώ η μεγάλης κλίμακας εξόρυξη (LSM) συμβάλλει σημαντικά στα φορολογικά έσοδα του κράτους, η ASM δραστηριοποιείται στο περιθώριο και επομένως δεν φορολογείται, και έτσι συνεισφέρει περισσότερο σε τοπική κλίμακα. Η αλήθεια είναι όμως ότι πολλές φορές οι δύο μορφές εξόρυξης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους τόσο εμπορικά όσο και φυσικά .Οι μεγάλες εταιρείες συνεργάζονται πολύ συχνά με υπεργολάβους που προμηθεύονται τα μεταλλεύματα από μικρούς βιοτέχνες παραγωγούς. Έτσι οι εταιρίες μειώνουν το κόστος εργασίας , περιορίζουν τις νομικές τους υποχρεώσεις και εμποδίζουν τους εργαζομένους τους από τη συμμετοχή σε συνδικάτα.

3.2. Παιδική εργασία

Το πρόβλημα της παιδικής εργασίας είναι ένα από τα ζητήματα που απασχολούν συχνά την κοινή γνώμη και συνδέεται ιδιαίτερα με την εξόρυξη των πρώτων υλών για την κατασκευή των μπαταριών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Φυσικά δεν μπορούν να θεωρηθούν όλες οι εργασίες που αναλαμβάνονται από παιδιά ως παιδική εργασία,

ειδικά εάν αυτές περιλαμβάνουν τη βοήθεια των γονέων τους σε μικρές εργασίες και οικογενειακές επιχειρήσεις . Το άρθρο 3 της Σύστασης αριθ. 190 της ILO (International Labour Organization - Διεθνής Οργάνωση Εργασίας) ορίζει τα κριτήρια για τον καθορισμό των επικίνδυνων συνθηκών εργασίας των παιδιών σε εθνικό επίπεδο (Nalule et al., 2020). Αυτά συμπεριλαμβάνουν:

1^{ov} Εργασία που εκθέτει τα παιδιά σε σωματική, ψυχολογική ή σεξουαλική κακοποίηση.

2^{ov} Εργασία υπόγεια, υποβρύχια, σε επικίνδυνα ύψη ή σε περιορισμένους χώρους.

3^{ov} Εργασία με επικίνδυνα μηχανήματα, εξοπλισμό και εργαλεία ,που περιλαμβάνει χειροκίνητο χειρισμό ή μεταφορά βαρέων φορτίων.

4^{ov} Εργασία σε ανθυγιεινό περιβάλλον που μπορεί, για παράδειγμα, να εκθέσει τα παιδιά σε επικίνδυνες ουσίες και διεργασίες , σε ακραίες θερμοκρασίες και επίπεδα θορύβου ή σε κραδασμούς που βλάπτουν την υγεία τους.

5^{ov} Εργασία κάτω από ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες, όπως πολύωρη εργασία, εργασία κατά τη διάρκεια της νύχτας ή εργασία όπου το παιδί είναι αδικαιολόγητα περιορισμένο στις εγκαταστάσεις του εργοδότη.

Με απλά λόγια, η «παιδική εργασία» ορίζεται συχνά ως εργασία που στερεί από τα παιδιά την παιδική τους ηλικία, τις δυνατότητές τους και την αξιοπρέπειά τους και που είναι επιβλαβής για τη σωματική και πνευματική τους ανάπτυξη. Η παιδική εργασία όμως δεν επηρεάζει μόνο άμεσα την υγεία των παιδιών. Τα παιδιά συχνά εμπλέκονται σε δραστηριότητες που μπορεί να μην επηρεάσουν άμεσα την υγεία τους, αλλά τους δημιουργούν προβλήματα μακροπρόθεσμα. Η φτώχεια, ακολουθούμενη από κοινωνικούς κανόνες, είναι ο κύριος λόγος που οδηγεί τα παιδιά να εργάζονται στον τομέα των ορυχείων. Τα νοικοκυριά τέτοιων παιδιών είναι κατά μέσο όρο φτωχότερα,

έχουν περισσότερα παιδιά, είναι πιο πιθανό να έχουν έναν ενήλικα που εργάζεται στα ορυχεία, έχουν λιγότερη εκπαίδευση από τους συνομηλίκους τους και είναι λιγότερο πιθανό να εγγραφούν κάποια στιγμή στο σχολείο, βιώνουν μεγαλύτερο άγχος, είναι πιο δεισιδαίμονες και ζουν κοντά σε μια τοποθεσία εξόρυξης (Faber et al., 2017). Υπάρχει επίσης η πίεση των συνομηλίκων από φίλους που φαίνεται να είναι ένα ισχυρό κίνητρο για την ενασχόληση με τη δραστηριότητα εξόρυξης που θεωρείται «σχεδόν κοινωνική δραστηριότητα». Το 93% των παιδιών ισχυρίστηκαν ότι θα σταματούσαν αν υπήρχε κάτι άλλο να κάνουν. Το πρόβλημα της παιδικής εργασίας είναι πιο έντονο στην εξόρυξη κοβαλτίου στην ΛΔΚ, αλλά παιδική εργασία έχει βρεθεί και στις μεταλλευτικές βιομηχανίες μετάλλων μπαταριών EV, στη Μαδαγασκάρη, την Γουινέα, την Βολιβία, την Κολομβία, τις Φιλιππίνες και την Ινδονησία (SERIES, G. E. (2017).

3.2.1. Το πρόβλημα της παιδικής εργασίας στην Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (ΛΔΚ)

Η ΛΔΚ είναι ο κύριος παγκόσμιος προμηθευτής κοβαλτίου. Αυτό το υλικό είναι απαραίτητο για την κατασκευή των μπαταριών των EV. Περίπου το 70% της παγκόσμιας προσφοράς κοβαλτίου προέρχεται από τη ΛΔΚ, με μεγάλο ποσοστό να παράγεται στα βιοτεχνικά ορυχεία. Έως και 40.000 παιδιά εργάζονται σε εξαιρετικά επικίνδυνες συνθήκες στα ορυχεία αυτά για πενιχρό εισόδημα (UNCTAD -United Nations Conference on Trade and Development - Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Εμπόριο και την Ανάπτυξη, <https://unctad.org/news/demand-raw-materials-electric-car-batteries-set-rise-further>), προκειμένου να εξασφαλίσουν την επιβίωση για τον εαυτό τους και τις οικογένειές τους (Murdock et al., 2021). Τα παιδιά κάνουν χειρωνακτική εξόρυξη για πολλές ώρες καθημερινά χωρίς καν τον βασικό εξοπλισμό ασφαλείας. Τα παιδιά (πολλά από τα οποία είναι ορφανά) εκτίθενται συχνά σε τοξική σκόνη κοβαλτίου για παρατεταμένες χρονικές περιόδους, οδηγώντας σε αυξημένο

κίνδυνο των αναπνευστικών παθήσεων και των βλαβών οργάνων (Sharma et al., 2020). Συχνά τα παιδιά κουβαλούν σάκους μεταλλεύματος που ζυγίζουν περισσότερο από ότι μπορούν να κουβαλήσουν και εκτίθενται επίσης σε σωματική κακοποίηση και ξυλοδαρμούς, μαστιγώματα και απόπειρες πνιγμού από τους φρουρούς ασφαλείας, ενώ συχνή είναι η χρήση ναρκωτικών και η σεξουαλική κακοποίηση . Πολλά παιδιά εγκαταλείπουν το σχολείο και εργάζονται στο ύπαιθρο, σε υψηλές θερμοκρασίες, στη βροχή, και αναφέρουν συχνά αρρώστιες και πόνους (Lee et al., 2020). Τα παιδιά γίνονται πολύ συχνά αντικείμενο οικονομικής εκμετάλλευσης από εμπόρους και αφεντικά που τους πληρώνουν υποτυπώδεις και χαμηλότερες τιμές από την πραγματική αξία του κοβαλτίου. Μερικά μάλιστα δεν πληρώνονται για να εργαστούν, αλλά απλώς για να επιβιώσουν ενώ λαμβάνουν μόνο τη βασική διατροφή ως πληρωμή. Σύμφωνα λοιπόν με τα κριτήρια της Διεθνούς Οργάνωσης Εργασίας η εξόρυξη κοβάλτιου από παιδιά είναι μία από τις χειρότερες μορφές παιδικής εργασίας.

3.3. Παραβιάσεις ανθρωπίνων δικαιωμάτων

Εκτός όμως από την παιδική εργασία , τα περισσότερα ανθρώπινα δικαιώματα κινδυνεύουν στις τοποθεσίες εξόρυξης, ιδιαίτερα της βιοτεχνικής. Τα ανθρώπινα δικαιώματα είναι τα θεμελιώδη δικαιώματα που κάθε άτομο δικαιούται από τη στιγμή της γέννησής του, απλώς και μόνο επειδή είναι ανθρώπινο ον. Περιλαμβάνουν δικαιώματα όπως το δικαίωμα στη ζωή και την ελευθερία, την ελευθερία της σκέψης και της έκφρασης, αλλά και την ισότητα ενώπιον του νόμου, το δικαίωμα στην εργασία, το δικαίωμα στην υγεία, το δικαίωμα στην τροφή, το δικαίωμα στην κατοικία, την ιατρική περίθαλψη, την εκπαίδευση και το δικαίωμα συμμετοχής στον πολιτισμό. Οι παραβιάσεις των ανθρωπίνων δικαιωμάτων σε χώρες που παράγουν ορυκτά κρίσιμα για την παραγωγή των μπαταριών EV είναι πολύ συχνές. Έτσι η πλειοψηφία των

παραβιάσεων στην Αφρική το 2021 συνδέονταν με εξόρυξη χαλκού και κοβαλτίου στη ΛΔΚ και τη Ζάμπια ενώ στη Νότια Αμερική συνδέονταν κυρίως με ορυχεία χαλκού στο Περού (Brinn , 2023). Προβλήματα όμως δεν υπάρχουν μόνο στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η μελέτη των Murdock et al. (2021) έδειξε σημαντικές παραβιάσεις των ανθρώπινων δικαιωμάτων στην παραγωγή μετάλλων μπαταριών και στην Κίνα.

3.3.1. Δικαίωμα στην κατοικία

Τα ανθρώπινα δικαιώματα των κατοίκων στις περιοχές εξόρυξης επηρεάζονται με διάφορους τρόπους. Πολύ συχνά καθώς η ζήτηση για διάφορα μέταλλα αυξάνει ανοίγουν νέα ορυχεία ενώ άλλα ορυχεία κλείνουν λόγω της μείωσης της ζήτησης. Το άνοιγμα νέων ορυχείων οδηγεί σε αναγκαστική μετεγκατάσταση των κατοίκων της περιοχής για να επιτραπεί η επέκτασης της εξόρυξης. Ενώ και το κλείσιμο τους οδηγεί στην απομάκρυνση τους για λόγους βιοπορισμού ή στην κατοίκηση παλαιών περιοχών εξόρυξης. Και στις δύο περιπτώσεις η μειωμένη ποιότητα της γης, αφήνει βαθιές κοινωνικές και υγειονομικές επιπτώσεις στην τοπική κοινωνία. Αρκετές φορές οι απομακρύνσεις των κατοίκων γίνονται βίαια, καθώς οι πολυεθνικές εξορυκτικές εταιρείες αναγκάζουν τους βιοτέχνες μεταλλωρύχους να απομακρυνθούν από τις τοποθεσίες εξόρυξης. Το ίδιο ισχύει και για τους κατοίκους και τους τοπικούς καλλιεργητές που αντιμετωπίζουν εξώσεις για να ανοίξει ο δρόμος για εξόρυξη με τρόπο που πολύ συχνά παραβιάζει το διεθνές δίκαιο και τα διεθνή πρότυπα. Σε πολλές περιπτώσεις οι κοινότητες μετακινούνται χωρίς επαρκή αποζημίωση, χωρίς να τους παραχωρηθεί νέα γη και στέλλονται σε περιοχές με φτωχό έδαφος , χωρίς βασικές υποδομές ή πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Οι κάτοικοι για να πάρουν αποζημίωση πρέπει να αποδείξουν ότι κατέχουν την γη, κάτι δύσκολο στην Αφρική που κυριαρχεί πολλές φορές το εθιμικό δίκαιο (Bamana et al., 2021). Πολλές φορές οι εργασίες του ορυχείου

αποκλείουν την πρόσβαση σε δρόμους που χρησιμοποιούν οι κάτοικοι για να έχουν πρόσβαση στα χωράφια τους και στις πηγές νερού , αναγκάζοντας τους να διανύουν πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις. Εκτός από τις κατοικημένες περιοχές, η γεωργική γη και η δασοκομία υφίστανται επίσης υποβάθμιση λόγω της επέκτασης του ορυχείου (Murdock et al., 2021). Ο συνδυασμός της αναγκαστικής έξωσης με ανεπαρκή αποζημίωση και της επακόλουθης απώλειας βιοπορισμού έχει σοβαρή συνέπειες για τα άτομα που βρίσκονται ήδη σε εύθραυστη οικονομική κατάσταση. Η ρύπανση που προκαλείται από τα λύματα από την εξόρυξη μπορεί να μολύνει τη γη και το νερό, αλλά και η ίδια η εξόρυξη απαιτεί επίσης τεράστιες επιφάνειες γης και τεράστιες ποσότητες νερού για τις λειτουργίες του. Αυτές οι απαιτήσεις γης και νερού για εξόρυξη είχαν ως αποτέλεσμα την απώλεια των μέσων διαβίωσης των πληγέντων κοινοτήτων. Στην Χιλή η εξάντληση των υδάτινων αποθεμάτων από τα ορυχεία άλμης λιθίου αναγκάζει τους καλλιεργητές κινόα αλλά και τους εκτροφείς λάμα σε μετεγκατάσταση σε άλλες περιοχές για να έχουν πρόσβαση στο απαραίτητο για τις εργασίες τους νερό.

3.3.2. Δικαίωμα στην εκπαίδευση

Τα ορυχεία μπορεί να συμβάλλουν οικονομικά στην ίδρυση νέων σχολείων αλλά σε γενικές γραμμές υποβαθμίζουν την παρεχόμενη εκπαίδευση. Αρκετοί μαθητές εγκαταλείπουν το σχολείο για να ασχοληθούν με την εξόρυξη. Σε σχετικές μελέτες σε περιοχές εξόρυξης της ΛΔΚ, αποκαλύφθηκε ότι το 45% των μεταλλωρύχων απολάμβανε κάποια δευτεροβάθμια ή πανεπιστημιακή εκπαίδευση. Ωστόσο, τα δύο τρίτα των ερωτηθέντων στην έρευνα είπαν ότι τα παιδιά τους δεν θα πήγαιναν ή θα πήγαιναν μόνο κατά διαστήματα στο σχολείο (Nalule et al., 2020). Σε πολλές περιπτώσεις τα παιδιά ασχολούνται με τη εξόρυξη για να πληρώσουν τα δίδακτρα εκπαίδευσης. Έτσι παρακολουθούν το σχολείο με πλήρες ωράριο (4 ώρες την ημέρα)

και εργάζονται πριν ή μετά το σχολείο, τα σαββατοκύριακα και τις αργίες . Επίσης πολύ συχνά κακοπληρωμένοι δάσκαλοι ζητούν από τους μαθητές να εργάζονται 2 ημέρες την εβδομάδα στη φάρμα τους ή στο μικρό τους ορυχείο. Τελικά όμως πολλοί έφηβοι, εκτεθειμένοι στο αλκοόλ, τα ναρκωτικά και την πορνεία στους καταυλισμούς των μεταλλωρύχων συχνά εγκαταλείπουν σπουδές. Το 30% των μαθητών εγκαταλείπουν το σχολείο μεταξύ 1ης και 6ης τάξης δημοτικού σχολείου (Tsurukawa et al., 2011). Τέλος και η ποιότητα της εκπαίδευσης είναι χαμηλή αφού πολλοί εκπαιδευτικοί συμπληρώνουν τους μισθούς τους με μερική απασχόληση στα ορυχεία κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς ή με πλήρη απασχόληση το καλοκαίρι (Bamana et al., 2021).

3.3.3. Δικαίωμα της ισότητας ενώπιον του νόμου

Η αυξημένη διαφθορά και οι καταπατήσεις των δικαιωμάτων ιδιαίτερα των ιθαγενών δείχνουν ότι δεν υπάρχει για όλους τους κατοίκους των περιοχών εξόρυξης ισότητα ενώπιον του νόμου .Ειδικά για τη ΛΔΚ η έρευνα των Scheele et al. (2016) δείχνει ότι το κράτος του Κονγκό παραμελεί σοβαρά τα καθήκοντά του για την προστασία των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και του περιβάλλοντος. Το κράτος χρησιμοποιεί τις χειρότερες μορφές βίας και σκοτώνει τους ίδιους τους πολίτες του. Οι αστυνομικές δυνάμεις είναι ένοχες για σκόπιμους πυροβολισμούς και δολοφονίες μεταλλωρύχων που εισέρχονται παράνομα σε παραχωρημένα σε μεγάλες εταιρίες ορυχεία, τραυματίζουν και σκοτώνουν αθώους περαστικούς σε παρακείμενα χωριά ενώ κακομεταχειρίζονται τους μεταλλωρύχους. Εκατοντάδες σπίτια έχουν κατεδαφιστεί παράνομα από αστυνομικές δυνάμεις, αναγκάζοντας τους κάτοικους να μετακομίσουν σε σκηνές και να μην αποζημιωθούν ποτέ. Το Υπουργείο Μεταλλείων έχει χορηγήσει παραχωρήσεις σε εταιρείες εξόρυξης σε προστατευόμενες φυσικές περιοχές. Υπάρχει

επίσης εκμετάλλευση των μεταλλωρύχων ASM από την κυβέρνηση, την αστυνομία, ακόμη και από άλλους παράγοντες της εξόρυξης, όπως εμπόρους ή συνεταιρισμούς πολλές φορές με την απειλή ή με την χρήση βίας (Sonacool 2021). Οι μεταλλωρύχοι για να επιβιώσουν πρέπει να βάλουν την ζωή τους σε κίνδυνο κάθε μέρα, αφού στις περιοχές τους δεν υπάρχουν άλλες εναλλακτικές πηγές εισοδήματος και βιοπορισμού. Παρόμοια και οι εταιρίες εξόρυξης παραβιάζουν πολύ συχνά τα ανθρώπινα δικαιώματα. Οι τοποθεσίες ορυχείων φυλάσσονται από ιδιωτικούς φρουρούς ασφαλείας που πολλές φορές ξυλοκοπούν μεταλλωρύχους που παρανομούν και έχουν την εξουσία να τους κρατούν σε κελιά (Minister & Patterson, 2004).

3.4. Παραβιάσεις εργατικών δικαιωμάτων

Και ενώ υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για την ασφάλεια και την υγεία στην εργασία (για παράδειγμα παιδική εργασία και καταναγκαστική εργασία), δίνεται περιορισμένη προσοχή σε άλλους τομείς των εργατικών δικαιωμάτων, όπως οι μισθοί διαβίωσης, ο κοινωνικός διάλογος και η κοινωνική προστασία. Όσον αφορά τις συνθήκες εργασίας, οι εταιρείες συχνά δηλώνουν ότι συμμορφώνονται με τους τοπικούς νόμους και κανονισμούς και κάνουν δηλώσεις για την ελευθερία του συνεταιρίζεσθαι, τους μισθούς και τις ώρες εργασίας. Δηλώσεις που σπάνια ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, ενώ δεν δίνουν ιδιαίτερη προσοχή σε περιθωριοποιημένες ομάδες, όπως οι γυναίκες, οι μετανάστες εργάτες και αυτόχθονες πληθυσμοί (Quiroz et al., 2022). Έτσι για να αντιμετωπίσουν τα πολλά προβλήματα της εξόρυξης και την εκμετάλλευση από τις εταιρίες πολλοί μεταλλωρύχοι συνεταιρίζονται. Ένας συνεταιρισμός είναι μια ομάδα βιοτεχνών μεταλλωρύχων που εξορύσσουν νόμιμα σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Τα μέλη των συνεταιρισμών υποχρεούνται να ακολουθούν τα ελάχιστα πρότυπα ασφαλείας που ορίζονται και να συμμορφώνονται με

τους ειδικούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς (Bamana et al., 2021). Παρόλα αυτά οι μελέτες δείχνουν ότι αυτά σπάνια τηρούνται , ενώ σπάνια επιβάλλονται και ποινές. Επίσης ενώ οι συνεταιρισμοί γίνονται για να προστατεύσουν τα δικαιώματα των εργαζομένων, πολλές έρευνες δείχνουν ότι πολύ συχνά μπορεί να γίνουν εργαλεία που προάγουν την εκμετάλλευση των μεταλλωρύχων από εκείνους που έχουν την εξουσία και την δύναμη (Lee et al., 2020). Στην Κατάνγκα της ΛΔΚ υπάρχουν δύο συνδικαλιστικές οργανώσεις που οργανώνουν βιοτέχνες μεταλλωρύχους και λειτουργούν ως σωματεία, η EMAK και το CMKK . Και οι δύο έχουν κατηγορηθεί για καταχρήσεις ηγεσίας και των συνδρομών των μελών . Μάλιστα η EMAK είχε και μια δική της δύναμη ασφαλείας, η οποία αποσπούσε χρήματα από τους μεταλλωρύχους. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι οι απογοητευμένοι μεταλλωρύχοι να είναι επιρρεπείς στο να εκφράσουν τη δυσαρέσκειά τους, με αποτέλεσμα συγκρούσεις με τις δυνάμεις ασφαλείας που προκαλούν συχνά θύματα (Tsurukawa et al., 2011). Έτσι πολλοί μεταλλωρύχοι προτιμούν να είναι ανεξάρτητοι για να έχουν μεγαλύτερη διαπραγματευτική δύναμη πουλώντας παράνομα τα προϊόντα τους στην αγορά.

Στη ΛΔΚ κάθε μεταλλωρύχος όπως κάθε υπάλληλος στην χώρα μπορεί να εγγραφεί στο Εθνικό Ινστιτούτο Κοινωνικής Ασφάλισης που παρέχει ιατρική κάλυψη, οικογενειακό επίδομα και επαγγελματική σύνταξη. Οι βιοτεχνικοί όμως ανθρακωρύχοι δεν έχουν κοινωνική ασφάλιση. Δεν έχουν πρόσβαση στις κοινωνικές παροχές και στην υγειονομική περίθαλψη και δεν παίρνουν αποζημίωση εάν καταστούν ανάπηροι. Το ίδιο ισχύει και για τις οικογένειες, που σε περίπτωση θανάτου του μεταλλωρύχου κατά την εργασία δεν λαμβάνουν ποτέ κάποια αποζημίωση (Scheele et al., 2016). Αν και υπάρχει επιθεώρηση εργασίας , αυτή πολλές φορές δεν προστατεύει τα ανθρώπινα δικαιώματα των επίσημων ή άτυπων εργαζομένων. Οι εργαζόμενοι δεν χρησιμοποιούν

τα ένδικα μέσα, καθώς δεν εμπιστεύονται την αμεροληψία των αρχών ή των δικαστηρίων. Η κατάσταση των μεταλλωρύχων δεν διαφέρει από αυτή του 70 έως 80% του πληθυσμού του Κονγκό που εργάζεται στην άτυπη οικονομία και οι εργαζόμενοι που έχουν ανάγκη μπορούν να βασίζονται μόνο στην οικογενειακή αλληλεγγύη ή την επαγγελματική αλληλεγγύη σε περιόδους δυσκολίας. Αλλά αυτό το άτυπο σύστημα δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες όλων των περίπτωση γενικής κρίσης μειωμένης απασχόλησης (Tsurukawa, et al., 2011).

3.5. Κέρδη και προβλήματα για τις τοπικές κοινωνίες

Η ύπαρξη ενός ορυχείου είναι κάτι που πολλοί κάτοικοι επιζητούν λόγω των ωφελειών από την ύπαρξη του. Έτσι και με την εξόρυξη των ορυκτών μπαταριών ΕV δημιουργούνται θέσεις εργασίας στα ορυχεία και σε διάφορες δραστηριότητες που εξαρτώνται από αυτά. Πολλές κατασκευαστικές και μηχανολογικές βιομηχανίες, εμπορικές επιχειρήσεις όπως τράπεζες, εστιατόρια και καταστήματα χονδρικής και λιανικής στην πόλη, εξυπηρετούν τους μεταλλωρύχους και τους γειτονικούς κατοίκους (Asare et al., 2001 , Zabré et al., 2021 ,Manley et al., 2022 και Hancock et al., 2018). Οι υποδομές εξάλλου που δημιουργούνται για τις αυξανόμενες ανάγκες των ορυχείων (δρόμοι, σιδηρόδρομοι , αεροδρόμια και καλές τηλεπικοινωνίες) ωφελούν τελικά και τους κατοίκους.

Στα παραπάνω οφέλη όμως έρχονται να προστεθούν και τα πολλά προβλήματα που δημιουργεί η ύπαρξη ενός ορυχείου στις τοπικές κοινωνίες. Οι έρευνες δείχνουν ότι η άφιξη ενός ορυχείου έχει επιζήμιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον τοπικό πληθυσμό και στο περιβάλλον. Υπάρχει εγκατάλειψη της γεωργίας άλλα και της εκπαίδευσης για το γρήγορο κέρδος (Sovacool, 2019). Η μελέτη των Scheele et al., (2016) έδειξε ότι αφού οι εταιρίες μόλυναν τους ποταμούς Kibembe και Luita στην Αγκόλα που

παρείχαν νερό στους τοπικούς κατοίκους έπειτα άνοιξαν πηγάδια για να παρέχουν καθαρό πόσιμο νερό. Τα πηγάδια αυτά όμως τελικά είτε κατέληξαν σε άθλια κατάσταση, είτε παρείχαν νερό ανεπαρκούς ποιότητας για ανθρώπινη κατανάλωση. Σε άλλες περιπτώσεις υπάρχει αποψίλωση των δασών, η οποία με τη σειρά της, είχε ως αποτέλεσμα τα αυξημένα επίπεδα ανέμου που μεταφέρουν την επιβλαβή σκόνη από τα ορυχεία (Khassab, 2021). Η σκόνη αυτή είναι επιβλαβής για τους ανθρώπους και τα ζώα, καθώς και για τις καλλιέργειες και το πόσιμο νερό. Υπάρχει επίσης και η εκπομπή τοξικών αερίων στο περιβάλλον, η οποία είναι κρίσιμη όταν τα ορυχεία είναι κοντά σε πόλεις . Οι αναπνευστικές ασθένειες είναι αυξημένες , το ίδιο και τα κρούσματα AIDS . Το τελευταίο είναι συνέπεια ίσως της αύξησης των ποσοστών πορνείας και αλκοολισμού στις περιοχές . Το ποσοστό αυτοκτονιών και διαζυγίων είναι πολύ υψηλό, γεγονός που αντανακλά την επιδείνωση που μπορεί να σημειωθεί στην οικογένεια, επειδή τα ωράρια εργασίας έχουν ως αποτέλεσμα την απουσία του πατέρα εργαζόμενου αρκετά ημέρες κάθε εβδομάδα (Aroca, 2001). Η παρουσία ορυχείων , όπως έδειξε και η μελέτη των Asare et al., (2001) στη Μποτσουάνα οδηγεί σε ταχεία αύξηση του πληθυσμού μέσω της μετανάστευσης. Η ικανότητα όμως των κοινωνικών υποδομών μίας πόλης όπως τα σχολεία, το νερό και η υγεία, είναι πεπερασμένη. Το αυξανόμενο κύμα μεταναστών έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία παροχής αυτών των βασικών υπηρεσιών σε αρκετούς κατοίκους και την σοβαρή υποβάθμιση τους για τους υπόλοιπους. Μια άλλη επίδραση είναι η έλλειψη γης για το ανάπτυξη οικισμού, αφού οι μεγάλο μέρος της γης χρησιμοποιείται από τα ορυχεία ή είναι μολυσμένο από αυτά. Αυτό οδηγεί σε πολλαπλασιασμό των καταλήψεων. Αυτές επιδεινώνουν τα υπάρχοντα προβλήματα όπως η κακή υγιεινή, η κακή υποδομή στέγασης και η καταστροφή της βλάστησης. Η απότομη αύξηση του πληθυσμού με νέους άγνωστους εργαζόμενους

διαταράσσει επίσης τη κοινωνική συνοχή μεταξύ των κατοίκων (Petrova et al., 2013). Και υπάρχουν φυσικά και τα προβλήματα που δημιουργούνται όταν ένα ορυχείο τελικά κλείσει , αφού εξαντλήσει την δυνατότητα εξόρυξης των πολύτιμων ορυκτών. Η τοπικές οικονομίες των περιοχών εξόρυξης εξαρτώνται από τα ορυχεία για την οικονομική ανάπτυξη , ενώ και οι αγροτικές περιοχές εξαρτώνται από τα εμβάσματα των μεταλλωρύχων στις οικογένειες τους. Η έλλειψη εργασίας δημιουργεί τεράστια οικονομικά και κατά συνέπεια και κοινωνικά προβλήματα σε όλους αυτούς τους κατοίκους. Εφαρμόζονται προγράμματα επανεκπαίδευσης που είναι ωφέλιμα, αλλά μάλλον ανεπαρκή. Οι καινούργιες γνώσεις και δεξιότητες που θα αποκτηθούν δεν μπορούν να βοηθήσουν τους εργαζόμενους, εάν δεν υπάρχουν θέσεις εργασίας για να τις εφαρμόσουν (Molaro, 1995). Προβλήματα όμως δημιουργεί στην τοπική κοινωνία και η περιβαλλοντική υποβάθμιση μετά την απομάκρυνση ενός ορυχείου. Συνήθως δεν υπάρχει πρόγραμμα αποκατάστασης της γης από τις χωματερές απορριμμάτων και σκουριών. Ενώ και οι υποχρεώσεις των εταιριών για έργα αναδάσωσης περιορίζονται στις περιοχές της παραχώρησης , αγνοώντας περιοχές εκτός αυτών των ορίων που έχουν επίσης επηρεαστεί από την αέρια ρύπανση και την ρύπανση μέσω υδάτων (Asare et al., 2001).

3.6. Άνιση κατανομή πλούτου

Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες έχουν οφέλη και αναπτύσσουν τις οικονομίες τους από την εξόρυξη μετάλλων, πολλά από τα οποία είναι απαραίτητα στις μπαταρίες. Για παράδειγμα 40 χώρες, το 2010, εκ των οποίων τα τρία τέταρτα ήταν χαμηλού ή μεσαίου εισοδήματος, βασίζονταν στους ορυκτούς πόρους για περισσότερο από το 25% των εξαγωγών τους (Maier et al., 2014). Ένα μεγάλο πρόβλημα όμως είναι η διαφορά στην κατανομή των οικονομικών οφελών που προκύπτουν από την εξόρυξη. Έτσι στην

παράνομη βιοτεχνική εξόρυξη κοβαλτίου στη ΛΔΚ ωφελημένοι είναι οι εταιρίες που ελέγχουν τις τιμές, τα μέλη των δυνάμεων ασφάλειας που δωροδοκούνται, οι ντόπιοι έμποροι, οι ξένοι αγοραστές και οι τοπικοί αρχηγοί των κοινοτήτων. Υπάρχουν όμως πολλοί περισσότεροι χαμένοι, με κυριότερους τους πολλούς μεταλλωρύχους που κερδίζουν ελάχιστα παρά το γεγονός ότι αναλαμβάνουν τους περισσότερους κινδύνους (Katz-Lavigne, 2020). Έτσι στις περιοχές εξόρυξης υπάρχει πλούτος συγκεντρωμένος σε λίγους και μεγάλο ποσοστό φτώχειας για τους υπόλοιπους. Η φτώχεια επηρεάζει κάθε κοινωνική κατηγορία και συνολικά το 69% του πληθυσμού. Το φτωχότερο τμήμα του πληθυσμού αφιερώνει το 69% του εισοδήματός του για τρόφιμα. Το ποσοστό θνησιμότητας κάτω των 5 ετών είναι 15,4% συνέπεια και αυτό της κακής οικονομικής κατάστασης. Στην Κατάνγκα ο υποσιτισμός είναι πιο διαδεδομένος από ότι σε άλλες επαρχίες του Κονγκό χωρίς μεταλλεύματα (Tsurukawa et al., 2011). Υπάρχει επίσης μεγάλη ζήτηση κατοικιών που προκαλεί αύξηση στις τιμές των ενοικίων κάνοντας δύσκολη την αξιοπρεπή διαβίωση των κατοίκων. Αλλά και στην Χιλή που ο εξορυκτικός τομέας προσέλκυσε ξένες επενδύσεις και αποτέλεσε την αιτία της εξαιρετικής οικονομικής ανάπτυξης στην περιοχή εξόρυξης μόνο μικρό ποσοστό των οφελών πηγαίνει στους μεταλλωρύχους (Aroca, 2001). Επιπλέον, όλες αυτές οι φτωχές κοινότητες δεν απολαμβάνουν τα προϊόντα που παράγονται από την εκμετάλλευση των φυσικών τους πόρων, λόγω των υψηλών τιμών τους.

3.7. Ο ρόλος των εταιριών

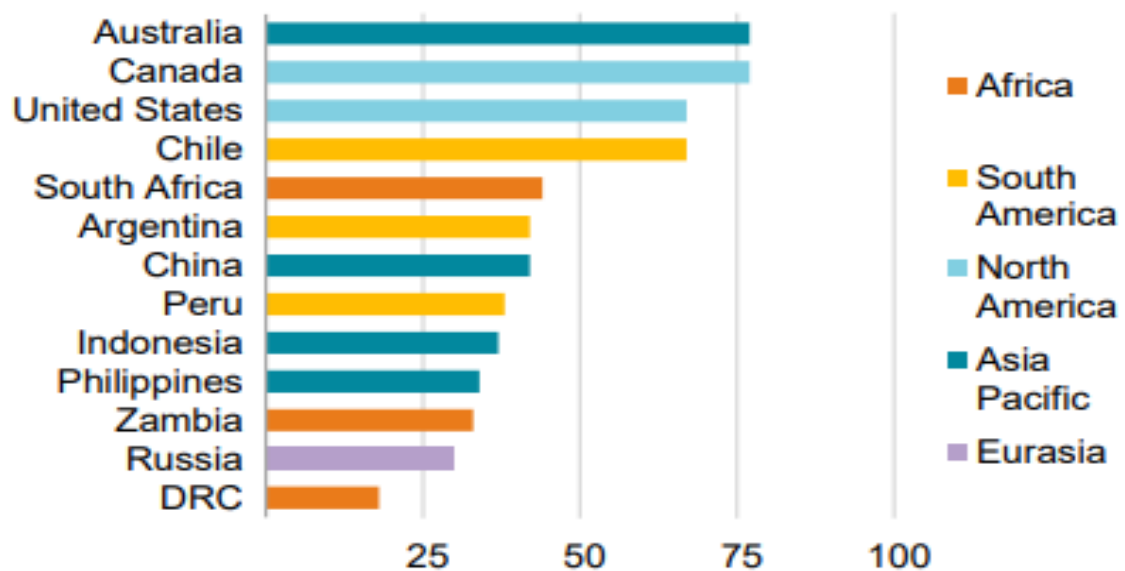
Οι εταιρίες με την οικονομική δύναμη που κατέχουν προωθούν διεθνείς δημοσιεύσεις που δείχνουν την υπευθυνότητα τους και τις προσπάθειες που κάνουν για την βελτίωση της ζωής των εργαζομένων, χωρίς όμως καμία επαλήθευση από τρίτους. Το ίδιο γίνεται επίσης και σε εθνικό και τοπικό επίπεδο. Προβάλουν τους φόρους που πληρώνουν, την

κατασκευή υποδομών που πραγματοποιούν και την χρηματοδότηση κοινωνικών προγραμμάτων από αυτούς. Θέλουν έτσι να δείξουν ότι υπάρχει ψηλή εταιρική κοινωνική ευθύνη. Με αυτό τον τρόπο επιδιώκουν να μετριάσουν τις αντιδράσεις των πληγωμένων κατοίκων, αλλά το πιο σημαντικό να κερδίσουν φοροαπαλλαγές (Radley, 2016). Η έρευνα όμως της Διεθνούς Αμνηστίας σχετικά με τις εταιρίες που μετέχουν στην αλυσίδα εφοδιασμού του κοβαλτίου δείχνει ότι όσες εταιρίες μελετήθηκαν απέτυχαν να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις για τα ανθρώπινα δικαιώματα σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα (<https://www.amnesty.org/en/latest/news/2016/01/child-labour-behind-smart-phone-and-electric-car-batteries/>). Η κατάργηση του κανόνα της SEC των ΗΠΑ το 2017 που απαιτεί από τις εταιρίες εξόρυξης να αποκαλύπτουν τις πληρωμές που καταβάλλονται στις κυβερνήσεις για πρόσβαση σε φυσικούς πόρους αλλά και οι συνεχείς παραβιάσεις των ανθρωπίνων δικαιωμάτων από κινεζικές εταιρίες εξόρυξης δεν αφήνουν πολλές ελπίδες ότι κάτι θα αλλάξει στο κοντινό μέλλον (Lee et al., 2020). Οι ξένες επιχειρήσεις πολλές φορές αντιμετωπίζουν δυσκολίες προσαρμογής στις χώρες που δραστηριοποιούνται. Στην ΑΔΚ για παράδειγμα υπάρχουν πολλές κινέζικες εταιρίες με ντόπιους και κινέζους εργαζόμενους. Η εργασία των Wang et al. (2019) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι δημιουργούνται προβλήματα που οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην αδυναμία κατανόησης του τρόπου σκέψης των ντόπιων από τους κινέζους επενδυτές αλλά και στην διαφορετική νομοθεσία των δύο χωρών.

3.8. Το πρόβλημα της διαφθοράς

Μεγάλο μέρος των ορυκτών που χρειάζονται οι μπαταρίες των EV βρίσκονται σε χώρες που τα ποσοστά διαφθοράς είναι πολύ μεγάλα. Οι χώρες αυτές είναι κυρίως στην Αφρική, την Νότια Αμερική και την Ασία, Σχήμα 3. Φυσικά τα προβλήματα διαφθοράς

είναι πιο γενικό φαινόμενο, όμως η μεγάλη ζήτηση για τα συγκεκριμένα μέταλλα αυξάνει τις τιμές τους, εντείνοντας έτσι το πρόβλημα της διαφθοράς σε κοινωνίες που ούτως ή άλλως δεν έχουν τους μηχανισμούς καταπολέμησης της. Η διαφθορά υπονομεύει την ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών κατευθύνοντας το δημόσιο χρήμα με παράνομο τρόπο σε ιδιώτες. Επίσης όμως βάζει σε κίνδυνο την αλυσίδα εφοδιασμού των ορυκτών που είναι απαραίτητα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.



Σχήμα 3: Δείκτης Αντίληψης Διαφθοράς για επιλεγμένες χώρες, 2020 (Transparency International (2021), IEA, A. (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions. World Energy Outlook Special Report)

Σημείωση. Ο δείκτης κατατάσσει τα αντιληπτά επίπεδα δημόσιας διαφθοράς όπου το 100 είναι «πολύ καθαρό» και το μηδέν είναι «πολύ διεφθαρμένο».

Η διαφθορά αφορά βασικά τις κρατικές υπηρεσίες. Για παράδειγμα η ΛΔΚ επικύρωσε τη Σύμβαση του ΟΗΕ κατά της διαφθοράς το 2010, αλλά είναι μία από τις πιο διεφθαρμένες χώρες στον κόσμο. Δεδομένων των χρημάτων που εμπλέκονται, οι ένοπλες παρατάξεις και οι λαθρέμποροι μπορούν συχνά να αγοράσουν τη σιωπή των πολιτικών αρχών που είναι αρμόδιες για τη χορήγηση αδειών λειτουργίας αλλά και τελωνειακούς και συνοριοφύλακες (Tsurukawa et al., 2011). Ο κυβερνητικός φορέας, Υπηρεσία Υποστήριξης και Εποπτείας της βιοτεχνικής και μικρής κλίμακας εξόρυξης

(SAESSCAM), ιδρύθηκε το 2002 για την υποστήριξη των βιοτεχνών μεταλλωρύχων. Ωστόσο η έλλειψη πόρων και οι κακοπληρωμένοι ή και συχνά απλήρωτοι υπάλληλοι της συχνά στηρίζονται σε «φόρους», «εισφορές» και άλλα «τέλη» που παίρνουν παράνομα από τους μεταλλωρύχους. Αυτό επιδεινώνει την εκμετάλλευση των ανίσχυρων βιοτεχνών μεταλλωρύχων (Minister & Patterson , 2004). Άλλα και οι νόμιμοι έμποροι σε περιοχές ορυχείων όπως η Κατάνγκα συνιστούν δίκτυα πολιτικής προστασίας για να παρακάμψουν τις δαπανηρές διαδικασίες εξαγωγής. Αυτά τα δίκτυα περιλαμβάνουν αξιωματούχους από το κεντρική κυβέρνηση στην Κινσάσα, (Radley , 2016). Το κράτος δικαίου φαίνεται ουσιαστικά να απουσιάζει στην Κατάνγκα. Οι εξόρυξη εταιρείες μπορούν να λειτουργούν σχεδόν χωρίς περιορισμούς Το περιβάλλον και η δημόσια υγεία επηρεάζονται σοβαρά από τη ρύπανση που προκαλείται από τις εξορυκτικές δραστηριότητες, αλλά οι ρυπαίνοντες δεν λογοδοτούν (Scheele et al., 2016). Η διαφθορά είναι πιο έντονη στον τομέα της βιοτεχνικής εξόρυξης ASM. Οι μεταλλωρύχοι πολύ συχνά δωροδοκούν πράκτορες ασφαλείας για πρόσβαση σε απαγορευμένα ορυχεία , ενώ πολλοί διευθυντές συνεταιρισμών χρησιμοποιούν την εξουσία τους για να ωφεληθούν οι ίδιοι. Τα πράγματα όμως δεν είναι καλύτερα στον τομέα της επίσημης μεγάλης εξόρυξης LSM. Πολύ συχνά οι εταιρίες χρησιμοποιούν την δωροδοκία για την απόκτηση περιουσιακών στοιχείων του κράτους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πώληση ορυχείων της ΛΔΚ, σύμφωνα με τους ισχυρισμούς των Maiotti et al. (2019) σε ένα κλάσμα της πραγματικής τους αξίας, στερώντας το κράτος του Κονγκό από τους τόσο απαραίτητους δημοσιονομικούς πόρους. Διαφθορά όμως υπάρχει και ανάμεσα στους επικεφαλείς των τοπικών κοινοτήτων. Στη ΛΔΚ το κράτος δίνει τις άδειες για τα ορυχεία, αλλά η παράδοση και το εθιμικό δίκαιο υπαγορεύουν ότι η γη ανήκει πρωτίστως στις τοπικές κοινωνίες και ότι οι παραδοσιακοί ηγέτες είναι

υπεύθυνοι για τη διασφάλιση της προστασίας της . Έτσι οι μεταλλευτικές εταιρείες πρέπει να ζητήσουν άδεια χρήσης γης από αυτούς. Σε αντάλλαγμα για την άδεια, οι εταιρείες μπορεί να παρέχουν στους ηγέτες δώρα (π.χ. απευθείας πληρωμές σε μετρητά) ή να χτίσουν σχολεία και κέντρα υγείας για την κοινότητα. Αρκετές φορές οι παραδοσιακοί ηγέτες επιλέγουν την εξασφάλιση του προσωπικού τους οφέλους αγνοώντας τις ανάγκες της κοινότητας (Bamana et al., 2021).

3.9. Ασφάλεια και συγκρούσεις στις περιοχές εξόρυξης

Πολύ συχνά σε περιοχές εξόρυξης υπάρχουν συγκρούσεις τοπικές αλλά και μεγαλύτερης έκτασης. Η βία κάποιες φορές πηγάζει από τι δυνάμεις ασφαλείας (Maiotti et al., 2019). Η Ρεπουμπλικανική Φρουρά στη ΛΔΚ έχει καταγγελλεί για παροχή ασφαλείας επί πληρωμή και έλεγχο τοποθεσιών ορυχείων και κέντρων εμπορίας . Ενώ ο στρατός και η αστυνομία της ΛΔΚ, έχουν επέμβει για να κατεδαφίσουν τα «κέντρα αγοράς» (dépôts) της ASM και να απομακρύνουν τους εργαζομένους της από τοποθεσίες εξόρυξης. Υπάρχουν επίσης παράνομες κατεδαφίσεις εκατοντάδων σπιτιών βιοτεχνών μεταλλωρύχων που οδηγούν σε βίαιες συγκρούσεις. Αρκετά συχνά η αστυνομία ανοίγει πυρ αδιακρίτως και φέρεται να έχει χτυπήσει αθώους πολίτες (Scheele et al., 2016). Πολλές φορές οι επενδυτές και οι μεγάλες εταιρείες εξόρυξης ήρθαν σε σύγκρουση με τους βιοτεχνικούς μεταλλωρύχους ,καθώς ήθελαν να εξασφαλίσουν τα περιουσιακά τους στοιχεία αλλά και δεν ήταν πρόθυμοι να είναι υπεύθυνοι για βιοτεχνικές δραστηριότητες υπό επισφαλείς συνθήκες εργασίας. Έτσι υπήρξαν αναγκαστικές εξώσεις, που προκάλεσαν βίαιες διαμαρτυρίες αλλά και έχθρα με τις τοπικές αρχές που παίρνουν το μέρος των μεγάλων εταιριών (Tsurukawa et al., 2011). Υπάρχει επίσης κλιμάκωση της ένοπλης ληστείας από ανθρώπους που θέλουν να κερδίσουν περισσότερα χρήματα ή απλώς να επιβιώσουν. Η βία κλιμακώνεται από τη

διακίνηση και τη χρήση ναρκωτικών, καθώς ορισμένοι μεταλλωρύχοι τα χρησιμοποιούν για να μπορέσουν να εργαστούν στις άθλιες συνθήκες των ορυχείων (Nalule et al., 2020). Στις περιοχές των ορυχείων συμβαίνουν συχνά και μάχες συμμοριών για τον έλεγχο των παράνομων εξορύξεων και της διακίνησης των μεταλλευμάτων. Τέλος οι εργάτες που μεταναστεύουν από άλλες περιοχές ακόμα και της ίδιας χώρας (ΛΔΚ) και έρχονται να δουλέψουν στα ορυχεία πολύ συχνά δημιουργούν εντάσεις (Tsurukawa et al., 2011). Οι μετανάστες μεταλλωρύχοι δημιουργούν χωριστά προσωρινά χωριά με δικές τους δομές εξουσίας και κοινωνικούς θεσμούς που διαφέρουν από αυτούς της τοπικής κοινωνίας. Αυτό εκλαμβάνεται από τους ντόπιους σαν απόπειρα καταπάτησης πάνω από τη γη και ιδιοποίησης των πόρων της κοινότητας ,κάτι που οδηγεί σε συγκρούσεις μεταξύ τους (Bamana et al., 2021).

Οι συγκρούσεις όμως μπορεί να ξεφύγουν πολλές φορές από το επίπεδο μίας μικρής ασήμαντης τοπικής διαφωνίας. Έρευνες, της Παγκόσμιας Τράπεζας, βρήκαν μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της έναρξης των ένοπλων συγκρούσεων και της εξάρτησης μιας χώρας από φυσικούς πόρους που εκμεταλλεύονται εύκολα, όπως το κοβάλτιο (https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/acp/dt/882/882645/882645en.pdf / Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο). Περιοχές πλούσιες σε φυσικούς πόρους είναι μερικές φορές κοντά στα σύνορα π.χ. οι περιοχές εξόρυξης στην ανατολική Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό . Η εθνική σύσταση και η εφαρμοζόμενη πολιτική στη περιοχή έχει προκαλέσει στο παρελθόν ξεσπάσματα βίας , ένοπλες συγκρούσεις και εκτοπισμένους πληθυσμούς. Αυτή η αστάθεια αύξησε την τιμή του κοβαλτίου και δημιούργησε έτσι επιπλέον κίνητρα για τους μαχητές να συνεχίσουν τις μάχες, καθώς η πρόσβαση σε ορυχεία βοήθησε στη χρηματοδότηση των στρατιωτικών τους στόχων τους (που συχνά ισοδυναμούσαν με γενοκτονία) και πλούτισε και τους ίδιους τους

αγωνιστές. Προβλήματα όμως μπορεί να προκληθούν και από την λάθος προσπάθεια αντιμετώπισης των προβλημάτων. Η πράξη Dodd-Frank του 2010 σχεδιάστηκε για να μειώσει τη χρήση συγκεκριμένων ορυκτών που τροφοδοτούν συγκρούσεις. Ειδικά στοχεύοντας σε πόρους από τη ΛΔΚ η νομοθεσία αυτή δημιούργησε ακούσια μια *de facto* απαγόρευση στη βιοτεχνική εξόρυξη που στέρησε σε εκατοντάδες χιλιάδες Κονγκολέζους τα έσοδα που ήταν απαραίτητα για τη ζωή τους ενώ προκάλεσε ουσιαστικά αύξηση της βίας, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα, καθώς οι ένοπλες ομάδες αντιστάθμισαν τις απώλειες εισοδήματός τους περιπλανώμενοι στην ύπαιθρο και δίνοντας μάχες για ορυχεία άλλων ορυκτών (Stoop et al., 2018) όπως αναφέρεται από τους Lee et al. (2020).

3.10. Πορνεία και καταχρήσεις

Στους οικισμούς βιοτεχνών μεταλλωρύχων σπάνια υπάρχουν οικογένειες. Κυριαρχούν άνδρες χωρίς μόνιμους συντρόφους και με κάποια καλύτερη οικονομική δυνατότητα από εργαζόμενους άλλων γειτονικών περιοχών. Έτσι η πορνεία είναι ευρέως διαδεδομένη στους οικισμούς αυτούς. Ιδιαίτερα ανησυχητικό είναι ότι σε αυτή εμπλέκονται ακόμη και παιδιά ηλικίας 12 ετών (συχνά ορφανά και παιδιά του δρόμου που γίνονται αντικείμενο εκμετάλλευσης). Στους οικισμούς αυτούς υπάρχει επίσης έντονο το πρόβλημα του αλκοολισμού. Η υπερκατανάλωση αλκοόλ είναι ένα από τα πολλά σοβαρά προβλήματα συμπεριφοράς που εκδηλώνονται στα ορυχεία ως άμεσο αποτέλεσμα του εργασιακού στρες και άλλων κοινωνικών καταπονήσεων που υφίστανται οι εργάτες στα υπόγεια ορυχεία. Η υπόγεια δουλειά από μόνη της είναι πολύ επίπονη και οι κακές ανθρώπινες και εργασιακές σχέσεις επιδεινώνουν ακόμα περισσότερο το άγχος τους, οδηγώντας τους στις εύκολες λύσεις καταπολέμησης του, (Molapo, 1995). Η κατάχρηση στην κατανάλωση τσιγάρου είναι επίσης πολύ

συνηθισμένη ανάμεσα στους μεταλλωρύχους. Αποτέλεσμα και αυτό της ανάγκης των εργαζομένων να χαλαρώσουν έπειτα από μία ημέρα πειστικές δουλειάς. Αλλά και σε πιο αναπτυγμένες χώρες, οι εργαζόμενοι οδηγούνται συχνά στην χρήση ναρκωτικών (Rodon et al., 2015). Τα ναρκωτικά είναι για αυτούς μέσο εκτόνωσης, ενώ έχουν και την οικονομική δυνατότητα να αγοράσουν τα ναρκωτικά που οι τιμές τους είναι ψηλές.

3.11. Ανισότητα των φύλων στην εξόρυξη

Οι κοινωνικές επιπτώσεις των διακρίσεων λόγω φύλου επιδεινώθηκαν από την αυξανόμενη υιοθέτηση «πράσινων τεχνολογιών» όπως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Η ανάγκη για περισσότερα μέταλλα μπαταριών οδήγησε σε εντατικοποίηση της εξόρυξης. Αποτέλεσμα της ήταν μία πιο έντονη ανισότητα σε βάρος των γυναικών, (Murdock et al., 2021). Παρά τους νόμους για παράδειγμα της ΛΔΚ που απαγορεύουν κάθε μορφή διάκρισης φύλων, η μελέτη των Tsurukawa et al., (2011) που έγινε στη ΛΔΚ έδειξε ότι οι διακρίσεις σε βάρος των γυναικών είναι πολύ κοινές στα βιοτεχνικά ορυχεία. Τα παραδείγματα γυναικών που διαχειρίζονται επιχειρήσεις εξόρυξης βιοτεχνικής κλίμακας είναι πολύ λίγα, και όταν αυτό γίνεται υπάρχουν πολλά εμπόδια στη χρήση οικονομικής, νομικής ή τεχνικής υποστήριξης και στην απόκτηση ιδιοκτησίας. Στην πλειονότητα των τοποθεσιών εξόρυξης, οι γυναίκες δεν επιτρέπεται να σκάβουν για μεταλλεύματα και μπορούν να ασχοληθούν μόνο τη μεταφορά και την επεξεργασία μεταλλευμάτων που είναι χειρότερα αμειβόμενες από την εκσκαφή. Η εξόρυξη επίσης είναι μία επίπονη διαδικασία που προκαλεί πολλές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία όσων ασχολούνται με αυτήν. Οι γυναίκες όμως αντιμετωπίζουν και πρόσθετα προβλήματα περισσότερα από τους άνδρες. Αυτά περιλαμβάνουν τραυματισμούς, μυοσκελετικές διαταραχές και στρες, αποτελέσματα της έντονης προσπάθειας και εξάντλησης τους από εργασίες υψηλής έντασης (σκάψιμο για αρκετές ώρες - μεταφορά

βαρέων φορτίων για μεγάλο χρονικό διάστημα και σε μεγάλες αποστάσεις, σκύβοντας σε άβολες θέσεις) . Επιπλέον, το γεγονός ότι πολλές μορφές βιοτεχνικής εξόρυξης είναι νομαδικής φύσης προσθέτει άγχος στην οικογενειακή ρουτίνα και την δομή της οικογένειας, αναγκάζοντας τις γυναίκες να πρέπει συχνά να φροντίζουν παιδιά, ορφανά, ηλικιωμένους και χήρες εκτός από τις εξορυκτικές τους δραστηριότητες (Lee et al., 2020). Οι γυναίκες επίσης είναι συχνά θύματα σεξουαλικής βίας στα ορυχεία . Το 45% των αναφερόμενων περιπτώσεων βιασμού διαπράχθηκαν από μεταλλωρύχους.

3.12. Η θέση των Ιθαγενών

Η επίδραση των εξορύξεων είναι ιδιαίτερα έντονη στις τοπικές κοινωνίες των ιθαγενών που ούτως ή άλλως είναι ευαίσθητες σε κάθε μεταβολή του παραδοσιακού τρόπου ζωής τους. Οι ιθαγενείς επηρεάζονται με πολλούς τρόπους. Οι εξορύξεις λιθίου στην Λατινική Αμερική που απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού επηρεάζουν και τις γεωργικές και ποιμενικές πρακτικές αρκετών ομάδων ιθαγενών στην περιοχή. Αυτό οδηγεί στην αναγκαστική μετανάστευση πληθυσμών από τα χωριά και την εγκατάλειψη των παραδοσιακών συνηθειών των ιθαγενών λόγω της λειψυδρίας και μιας όλο και πιο ασταθούς παροχής νερού (Agusdinata et al., 2018). Επίσης τα δικαιώματα των ιθαγενών αγνοούνται πολύ συχνά στη ΛΔΚ από ομάδες βιοτεχνών μεταλλωρύχων και έτσι οι συγκρούσεις μεταξύ ιθαγενών και μεταλλωρύχων είναι συχνές. Επιπλέον, οι μεταλλωρύχοι έχουν υψηλότερα εισοδήματα και η παρουσία τους έχει ως αποτέλεσμα τοπικό πληθωρισμό που απειλεί την αγοραστική δύναμη των αυτοχθόνων πληθυσμών (Tsurukawa et al., 2011). Αυτό έχει και αποτέλεσμα πολλοί αυτόχθονες να επιλέγουν να εμπλακούν στην εξόρυξη, ή να παρέχουν υπηρεσίες σε ανθρακωρύχους, εγκαταλείποντας μακροπρόθεσμα τις παραδοσιακές τους εργασίες. Τέλος οι αλληλεπιδράσεις με τους μεταλλωρύχους οδηγούν συχνά σε αρνητικές κοινωνικές

επιπτώσεις εντός των αυτοχθόνων. Παρατηρείται έτσι αύξηση της πολυγαμίας και της πορνείας, υπερβολική κατανάλωση ναρκωτικών και αλκοόλ και επιδείνωση της οικογενειακής και κοινωνικής συνοχής .

Ενώ οι ιθαγενείς έχουν το δικαίωμα σύμφωνα με τις τοπικές νομοθεσίες , συμμετοχής στα οφέλη που προκύπτουν από την εξόρυξη ενός ορυχείου ακόμα και γειτονικού στις περιοχές τους αλλά και στην λήψη μέτρων για την περιβαλλοντική προστασία της επικρατείας τους, αυτό σπάνια εφαρμόζεται (Marchegiani et al., 2020). Η πρόσβαση σε κρίσιμες πληροφορίες είναι ελλιπής ενώ και οι διαβουλεύσεις που πραγματοποιούνται δεν είναι δίκαιες και δεν υπάρχει αντιπροσωπευτική συμμετοχή των άμεσα ενδιαφερόμενων ιθαγενών. Έτσι παραβιάζεται το δικαίωμά τους να αποφασίζουν για το μέλλον τους και δημιουργούνται εντάσεις με τις εταιρίες και την τοπική και κεντρική εξουσία (Escosteguy et al., 2022). Στη Βολιβία η κυβέρνηση αποφάσισε την αξιοποίηση μιας τοποθεσίας με τεράστια κοιτάσματα λιθίου (Sanchez-Lopez, 2021). Για να γίνει αυτό έπρεπε να υπάρξουν γεωγραφικές οριοθετήσεις των εδαφών της κυβέρνησης από τα εδάφη των τοπικών ιθαγενών. Οι οριοθετήσεις όμως που έγιναν από την κυβέρνηση με την θέση ισχύος που διαθέτει, αδίκησαν εμφανώς τους ιθαγενείς δημιουργώντας μια αυξανόμενη ένταση μεταξύ αυτών και των κρατικών υπηρεσιών. Προβλήματα όμως δεν υπάρχουν μόνο στους ιθαγενείς των χωρών του αναπτυσσόμενου κόσμου αλλά και σε αυτούς των αναπτυγμένων χωρών. Για παράδειγμα στους Ινουίτ του αρκτικού Καναδά, η εξόρυξη νικελίου στις περιοχές τους, έφερε σίγουρα περισσότερα οφέλη από αυτά των ιθαγενών σε άλλες περιοχές του κόσμου. Μελέτες όμως, όπως των Rodon et al. (2015) έδειξαν ότι η παρουσία περισσότερων χρημάτων μπορεί να είναι ευεργετική, αλλά είναι επίσης μια κατάρα για τις κοινότητες. Το εισόδημα από θέσεις εργασίας αυξάνει τις οικονομικές ανισότητες,

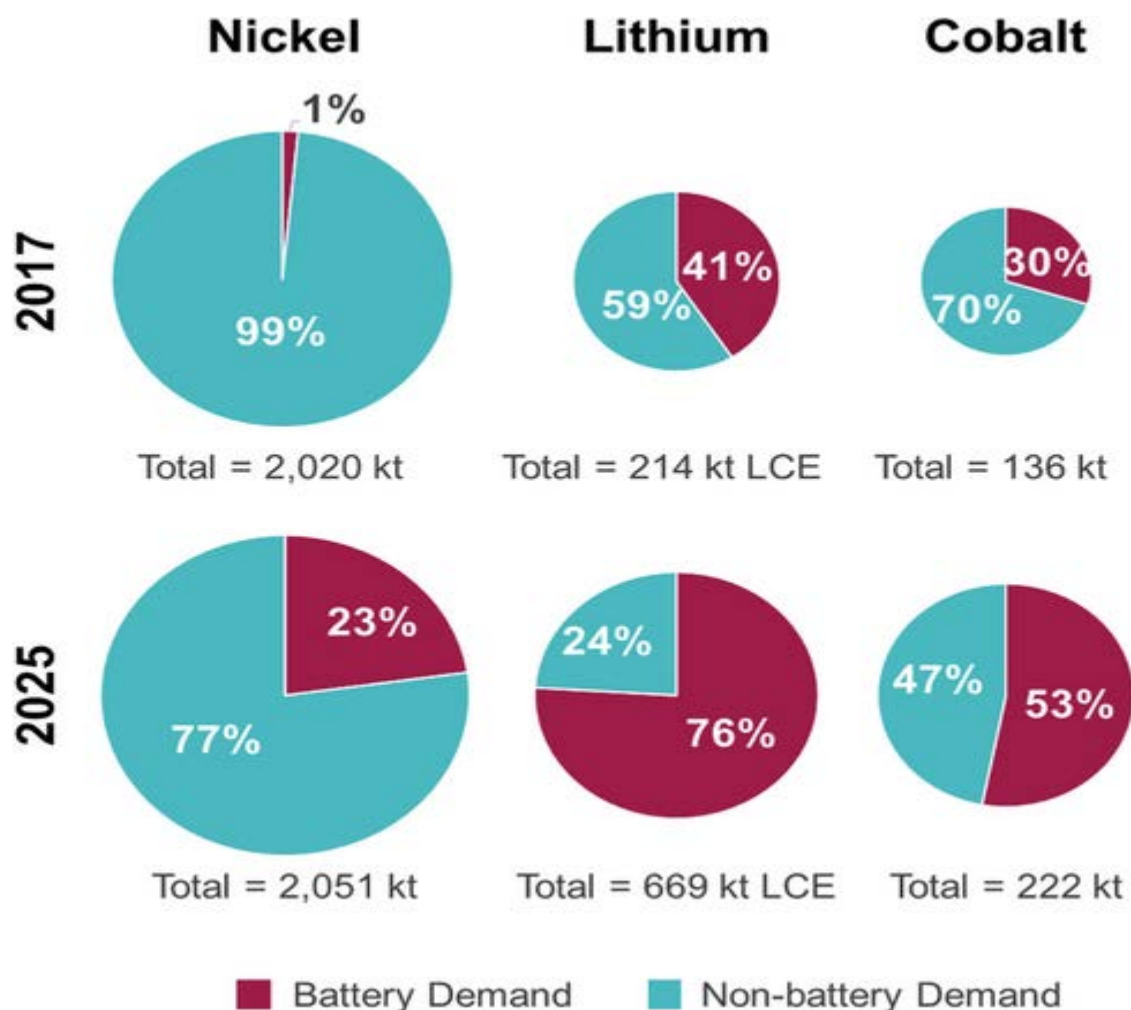
ενώ οι νέες πηγές εισοδήματος, κυρίως με τη μορφή δικαιωμάτων και μισθών, έχουν οδηγήσει τους ανθρώπους να καταναλώνουν περισσότερο αλκοόλ και ναρκωτικά. Έτσι επιβαρύνεται η ποιότητα ζωής, επηρεάζονται τις οικογένειες και αυξάνεται η συζυγική βία και οι περιπτώσεις σεξουαλικής κακοποίησης . Ακόμη και οι δημόσιες υπηρεσίες εμφανίζουν προβλήματα. Όταν τα ποσά που λαμβάνουν οι κάτοικοι είναι αρκετά σημαντικά, πολλοί σταματούν να εργάζονται στις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας. Τέλος το κυνήγι, αναπόσπαστο κομμάτι της κουλτούρας τους είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί δεδομένου ότι οι Ινουίτ εργάζονται σε βάρδια δύο εβδομάδων. Έτσι μπορεί να χάσουν το πέρασμα φαλαινών, καριμπού και θαλάσσιων ελεφάντων ,που τους εφοδιάζει παραδοσιακά με τα τρόφιμα τους.

4. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ

4.1. Ανάγκες σε μέταλλα των μπαταριών ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Ο παγκόσμιος στόλος ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξήθηκε σε 10,9 εκατομμύρια οχήματα το 2020 ,που είναι τρία εκατομμύρια περισσότερα από ότι το προηγούμενο έτος. Από το 2030 και μετά θα μπορούσαν να αποτελούν μεταξύ 25% και 75 % των νέων εγγραφών αυτοκινήτων (Backhaus, 2021). Οι ποσότητες μετάλλων που απαιτούνται για μία μπαταρία EV ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της μπαταρίας αλλά η πιο συνηθισμένη μπαταρία ιόντων λιθίου αυτοκινήτου (τύπου NMC532) μπορεί να περιέχει περίπου 8 κιλά λίθιο, 35 κιλά νικέλιο, 20 κιλά μαγγάνιο και 14 κιλά κοβάλτιο, (Εθνικό Εργαστήριο Argonne) σύμφωνα με τον Castelvechi, (2021). Οι μπαταρίες αυτές λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους θα είναι η καλύτερη λύση για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα τα επόμενα δέκα χρόνια και έτσι η ζήτηση για τα μέταλλα που περιέχουν θα είναι σημαντική. Η βιομηχανία εξόρυξης πρέπει λοιπόν να καλύψει όλες αυτές τις αυξημένες ανάγκες, εξασφαλίζοντας την προμήθεια των απαραίτητων ορυκτών για τις μπαταρίες των EV (Iglesias-Émbil et al., 2020). Αυτό δεν είναι και τόσο εύκολο αφού η ζήτηση σε κάποια ορυκτά προβλέπεται να αυξηθεί κατακόρυφα τα επόμενα χρόνια και αυτό θα οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην μεγάλη ζήτηση για μπαταρίες EV, Σχήμα 4. Η πρόβλεψη φυσικά της μελλοντικής ζήτησης σε μέταλλα έχει πολλές αβεβαιότητες. Εάν στο μέλλον δεν χρησιμοποιηθούν μπαταρίες με κυρίαρχο το οξείδιο του κοβαλτίου λιθίου νικελίου αλλά άλλες χημικές μπαταρίες σε μεγάλη κλίμακα, π.χ. φωσφορικού σιδήρου λιθίου ή νέες μπαταρίες λιθίου-θείου ή λιθίου-αέρα, η ζήτηση για κοβάλτιο και νικέλιο θα ήταν σημαντικά μικρότερη (Xu et al., 2020). Η αναλογία λιθίου κατά βάρος που είναι σήμερα περίπου 72 g/kg δεν είναι πιθανό όμως να μειωθεί αισθητά κατά τη διάρκεια των επόμενων χρόνων . Ωστόσο, η

αναλογία του κοβαλτίου θα μπορούσε να μειωθεί σημαντικά από 200 g/kg βάρους μπαταρίας σε περίπου 60 g/kg.



Σχήμα 4: Ποσοστό της παγκόσμιας ζήτησης νικελίου, λιθίου και κοβαλτίου που αφορά την βιομηχανία μπαταριών EV (κόκκινο χρώμα) σε σχέση με τους άλλους κλάδους που χρησιμοποιούν τα ίδια υλικά (γαλάζιο χρώμα) (Murdock et al., 2021).

4.2. Έλλειψη μετάλλων & ορυχείων

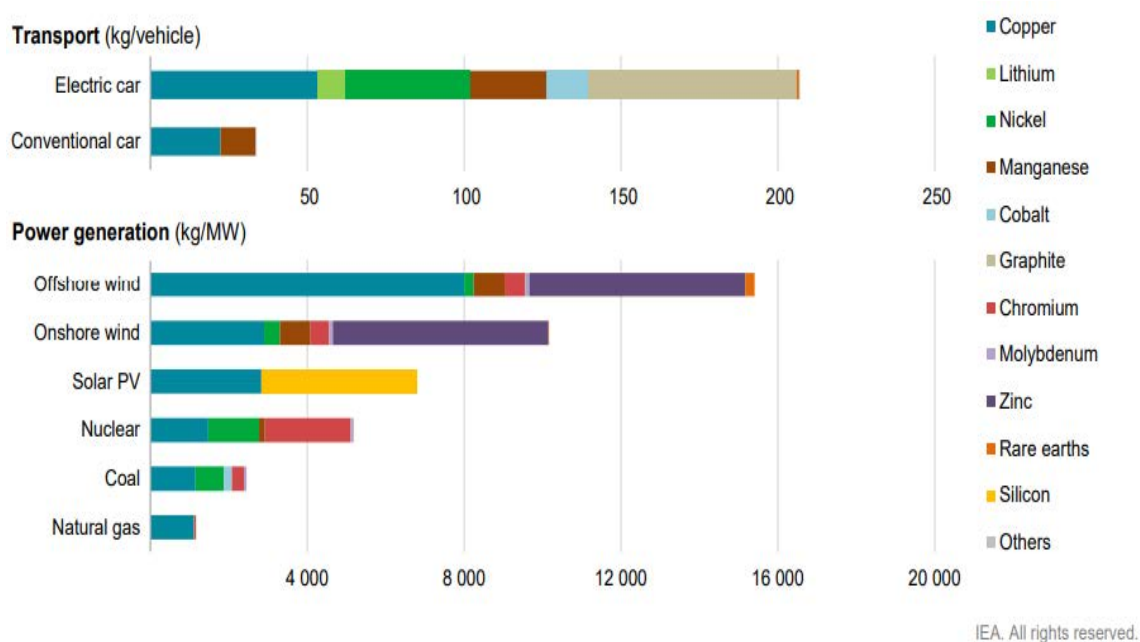
Οι ελλείψεις μετάλλων συχνά πιστεύεται ότι είναι αναπόφευκτες. Στον πλανήτη μας υπάρχει μία πεπερασμένη ποσότητα μετάλλων προσβάσιμα στον άνθρωπο. Επίσης ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται ταχύτερα από κάθε άλλη στιγμή στην ιστορία, και η κατανάλωση μετάλλων αυξάνεται ταχύτερα από τον πληθυσμό λόγω της βελτίωσης του παγκόσμιου βιοτικού επιπέδου. Αυτό σημαίνει ότι θα αντιμετωπίσουμε μια κρίση

εφοδιασμού μετάλλων τον 21ο αιώνα (Kesler, 2007). Για παράδειγμα το 2022, η παγκόσμια προσφορά λιθίου ήταν 747.000 τόνοι, αλλά οι αναλυτές λένε ότι η ζήτηση λιθίου αναμένεται να αυξηθεί κατά περίπου επτά φορές μεταξύ 2020 και 2030 (Castelvecchi, 2021). Ακόμη και αν υπάρχουν αρκετά αποθέματα μετάλλων, χρειάζονται ορυχεία για την εξόρυξη τους. Τα ορυχεία όμως δεν μπορούν να δημιουργηθούν στιγμιαία ούτε και τα υπάρχοντα μπορούν να πολλαπλασιάσουν στιγμιαία των παραγωγή τους για να καλύψουν την ζήτηση. Η εύρεση των κοιτασμάτων και η κατασκευή των ορυχείων διαρκεί αρκετά χρόνια. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε προσωρινές ελλείψεις και δραματικές αυξήσεις των τιμών. Στην δημιουργία ορυχείων για την εξόρυξη ορυκτών των μπαταριών υπάρχει και το πρόβλημα ότι κάποια από αυτά (λίθιο και γραφίτης) χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά για κατασκευή μπαταριών .Μια έκθεση όμως της Παγκόσμιας Τράπεζας κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ορυκτά που εξυπηρετούν πολλούς τομείς ή πολλές τεχνολογίες καθαρών πηγών ενέργειας είναι σε καλύτερη θέση να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις ζήτησης από τα ορυκτά που χρησιμοποιούνται κυρίως ή αποκλειστικά για μπαταρίες (Brinn , 2023). Αφού η ανάγκη εύρεσης τους αφορά πολλές περισσότερες βιομηχανίες, ενώ υπάρχουν ήδη και οι απαραίτητες υποδομές.

4.3. Ανταγωνισμός με άλλες τεχνολογίες για την εύρεση υλικών

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής δεν αφορά μόνο την υιοθέτηση της χρήσης EV. Πολλές επενδύσεις γίνονται και στην ηλιακή και η αιολική ενέργεια .Εξάλλου τα EV για να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής χρειάζονται ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ. Οι τεχνολογίες όμως αυτές (ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά) χρειάζονται τα ίδια μέταλλα που χρειάζονται και οι μπαταρίες των EV, Σχήμα 5. Αλλά και οι κλάδοι της ηλεκτρονικής, της πληροφορικής και των

επικοινωνιών χρειάζονται παρόμοια υλικά. Καθώς η ζήτηση για τα νέα προϊόντα αυξάνεται αυξάνονται και ανάγκες για τα μέταλλα που απαιτούνται για την δημιουργία τους. Έτσι δημιουργείται ένα ανταγωνισμός ανάμεσα σε τεχνολογίες που έχουν κάποιες φορές τον ίδιο σκοπό (αντιμετώπιση κλιματικής αλλαγής) για την εύρεση των ίδιων πρώτων υλών (Wellmer et al., 2019). Αυτό μειώνει την διαθεσιμότητα μετάλλων και αυξάνει τις τιμές τους.



Σχήμα 5: Ορυκτά που χρησιμοποιούνται σε διάφορες τεχνολογίες καθαρής ενέργειας (IEA, Α., 2021). <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

4.4. Η πολιτική αστάθεια κίνδυνος για την παραγωγή

Η πολιτική κατάσταση δημιουργεί ανησυχίες για την δυνατότητα επαρκούς εφοδιασμού, ιδιαίτερα του λιθίου, του κοβαλτίου και του φυσικού γραφίτη. Πάνω από το 60 % του κοβαλτίου εξορύσσεται στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό, ενώ το 75 % της παγκόσμιας παραγωγής λιθίου εξορύσσεται στην Αυστραλία και τη Χίλη. Τυχόν προβλήματα στις χώρες αυτές θα δημιουργούσαν ελλείψεις τους θα μπορούσαν να

ανεβάσουν υπερβολικά τις τιμές ή και να διακόψουν την παραγωγή EV (Rajaeifar et al., 2022). Η πολιτική αστάθεια δημιουργεί ήδη πρόβλημα στην παραγωγή πολλών χωρών. Τρεις από τις πέντε κορυφαίες χώρες (Βολιβία, Χιλή και Αργεντινή) με τα μεγαλύτερα ανακτήσιμα αποθέματα λιθίου συνδέονται με υψηλές μορφές κινδύνου πολιτικής αστάθειας και δεν παράγουν όσο μπορούν. Για παράδειγμα σύμφωνα με το Γεωλογικό Ινστιτούτο των ΗΠΑ, η Χιλή έχει περίπου τριπλάσια αποθέματα λιθίου από την Αυστραλία, όμως η Αυστραλία παράγει 51.000 τόνους λιθίου έναντι 16.000 τόνων της Χιλής (Lee et al., 2020). Αλλά και σε άλλες χώρες υπάρχουν αντίστοιχα προβλήματα. Η παγκόσμια προσφορά σε κοβάλτιο εξαρτάται από την πολιτική σταθερότητα στη ΛΔΚ. Η εύρεση λοιπόν αποθεμάτων δεν σημαίνει και ταυτόχρονα την ικανοποιητική εκμετάλλευσή τους. Η πολιτική αστάθεια μειώνει τις διαθέσιμες προσφερόμενες ποσότητες υλικών και μπορεί να οδηγήσει και σε περαιτέρω ελλείψεις όταν οι χώρες αυτές αντιμετωπίσουν πιο έντονα πολιτικά προβλήματα.

4.5. Οικονομικό κόστος μπαταριών

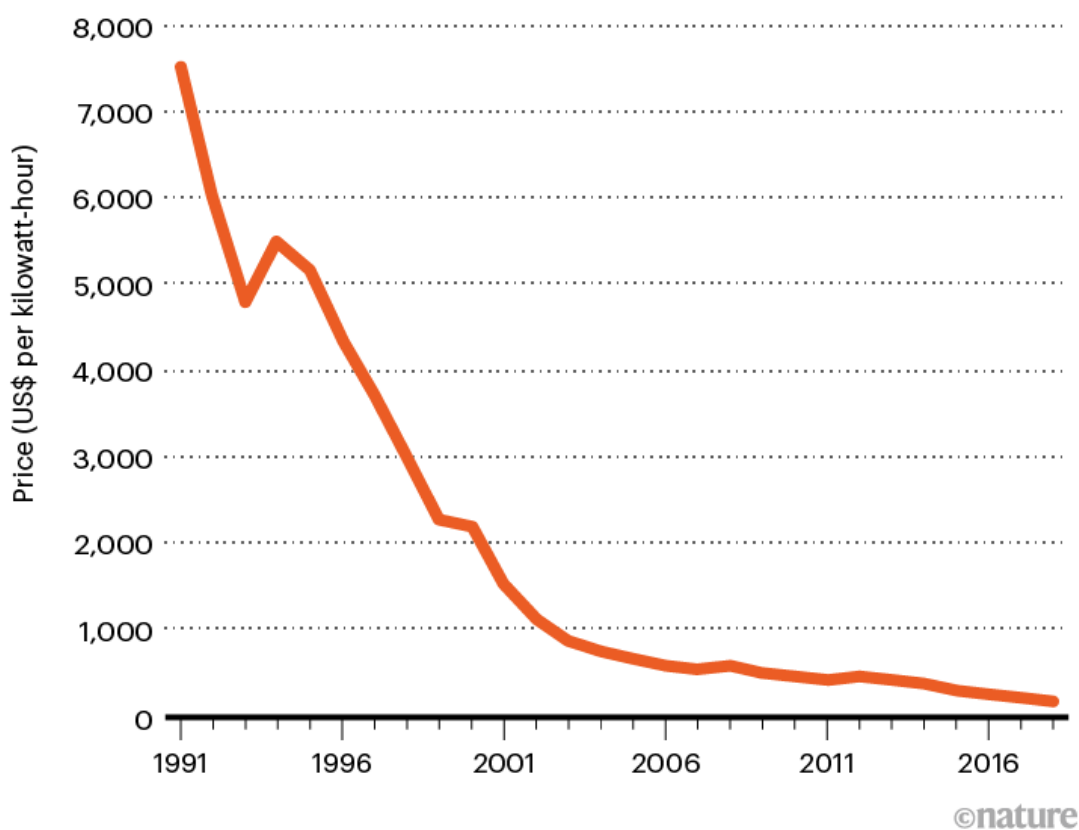
Το κόστος απόκτησης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι από τα βασικά μειονεκτήματα τους απέναντι στα φθηνότερα συμβατικά. Οι μπαταρίες αποτελούν σημαντικό ποσοστό της συνολικής μάζας του οχήματος (από 20 έως 40%) και πολύ περισσότερο του κόστους, λόγω των υλικών που χρησιμοποιούν. Το 50-70% του συνολικού κόστους της μπαταρίας οφείλεται στα υλικά της (Cuenca et al., 2000). Στην μελλοντική μετάβαση στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα το κόστος των μπαταριών είναι κάτι που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη. Ιδιαίτερα αφού οι περισσότερες μπαταρίες αναμένεται να έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής από τα οχήματα, και ως εκ τούτου θα πρέπει να αντικατασταθούν τουλάχιστον μία φορά. Η μπαταρία των EV δεν έχει σχέση με την μικρή μπαταρία των συμβατικών αυτοκινήτων, αλλά είναι ένα πολύ μεγάλο και

μάλλον το σημαντικότερο εξάρτημα τους. Το μεγάλο κόστος αγοράς νέας θα είναι έτσι μία πολύ σημαντική οικονομική επιβάρυνση. Είναι κοινά αποδεκτό ότι οι τιμές των μπαταριών έχουν μειωθεί τα τελευταία χρόνια, υπάρχει όμως διχογνωμία για τα αν αυτό θα συνεχιστεί ή θα αντιστραφεί. Οι απόψεις των δύο αντικρουόμενων πλευρών αναλύονται παρακάτω.

4.5.1. Πιθανή πτώση του κόστους των μπαταριών

PLUMMETING COSTS OF BATTERIES

The price of lithium-ion cells has fallen by more than 97% since 1991.



Σχήμα 6: Μεταβολή κόστους μπαταριών λιθίου με την πάροδο του χρόνου , (Castelvechi 2021).

Τα τελευταία χρόνια έχουμε μία κυριαρχία των μπαταριών λιθίου στην αγορά των EV. Πέρα από τα πολλά τεχνολογικά τους πλεονεκτήματα τους στην κυριαρχία αυτή συνετέλεσε και η κατακόρυφη πτώση των τιμών τους, Σχήμα 6. Για αρκετούς μάλιστα

το κόστος των μπαταριών αυτών έχει μειωθεί πολύ περισσότερο εάν συνυπολογισθεί και η αύξηση της ποιότητας τους. Υπάρχει μία μεγάλη τεχνολογική βελτίωση των μπαταριών λιθίου που οφείλεται στην αύξηση της ενεργειακής πυκνότητας τους. Λαμβάνοντας υπόψη και αυτό, υπολογίζεται ότι η πραγματική τιμή των μπαταριών ιόντων λιθίου, έχει μειωθεί κατά περίπου 97% από την εμπορική εισαγωγή τους το 1991 (Ziegler et al., 2021). Έτσι με την βελτίωση της ποιότητας των μπαταριών τα επόμενα χρόνια, μπορεί οι τιμές αγοράς τους να μένουν τυπικά σταθερές , αλλά ουσιαστικά θα μειώνονται. Αφού με τα ίδια χρήματα θα υπάρχει ένα βελτιωμένο προϊόν με μεγαλύτερες αποδόσεις. Παρόμοια η αυτοματοποίηση μπορεί επίσης να μειώσει ελαφρά το άμεσο κόστος παραγωγής μπαταριών. Σίγουρα όμως θα μειώσει το κόστος έμμεσα με την αυξημένη ποιότητα των παραγόμενων μπαταριών σε σχέση με την χειροκίνητη κατασκευή τους (Brodd et al., 2013).

4.5.2. Πιθανή άνοδος του κόστους των μπαταριών

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξημένη ζήτηση μετάλλων μπαταριών που δεν μπορεί να καλύψει η προσφορά (Kesler, 2007 και Castelveccchi , 2021). Επίσης υπάρχουν και επιπλέον εμπόδια στις εξορύξεις. Το κόστος λειτουργίας τους αυξήθηκε, υπάρχει δυσκολία χρησιμοποίησης ορυχείων μεγάλης δυναμικότητας- τόσο για λόγους που σχετίζονται με τους πόρους όσο και για πολιτικούς λόγους, υπάρχει αυξανόμενη συμμετοχή του κράτους στον τομέα, υψηλότερες τιμές ενέργειας και αυξανόμενοι περιορισμοί στην κατανάλωση νερού (Humphreys , 2010). Έτσι ενώ οι τιμές των μπαταριών έπεσαν τα τελευταία χρόνια οι τιμές του λιθίου έχουν αυξηθεί σημαντικά το 2022 (υπάρχει μία αύξηση τιμών 7% σε σχέση με το 2021, την πρώτη αύξηση των τιμών των μπαταριών ιόντων λιθίου από το 2010). Το ίδιο ισχύει και για άλλα μέταλλα (όπως το νικέλιο ,το κοβάλτιο ,το αλουμίνιο και ο χαλκός) .Αναμένεται

μάλιστα οι τιμές να παραμείνουν σε παρόμοια επίπεδα και το 2023. Αυτό θα προκαλέσει και αύξηση του κόστους των κυριάρχων μπαταριών λιθίου (LIB). Εάν οι τιμές των μετάλλων πέσουν όπως προβλέπουν κάποιοι αναλυτές θα ξεκινήσουν να μειώνονται με μία χρονική καθυστέρηση και οι τιμές των μπαταριών. Αυτή η καθυστέρηση θα επηρεάσει αρνητικά την ικανότητα των αυτοκινητοβιομηχανιών να παράγουν και να πωλούν μαζικά ηλεκτρικά οχήματα σε περιοχές χωρίς επιδοτήσεις ή άλλες μορφές στήριξης (Rise, 2022). Αφού θα πρέπει να περιορίσουν την παραγωγή οχημάτων λόγω των μη ανταγωνιστικών τιμών τους και να μειώσουν τα περιθώρια κέρδους τους (Imahashi, 2022). Για αυτό γίνεται προσπάθεια ανάπτυξης νέων μπαταριών LIB με την μικρότερη δυνατή χρήση κοβαλτίου (και άλλων γενικά μετάλλων) . Κάτι που θα μειώσει το κόστος υλικών των LIB, αλλά και θα αντιμετωπίσει και το πρόβλημα της σε μεγάλο βαθμό ανήθικης εξόρυξης τους (Zhao et al., 2021).

4.6. Ενεργειακό κόστος

Εκτός από το κόστος των υλικών υπάρχει και το ενεργειακό κόστος που πρέπει να καταβληθεί για να μπορέσει να εξορυχτεί ένα μέταλλευμα. Η ενέργεια δηλαδή που θα πρέπει να δαπανηθεί για την απόκτηση ενός μετάλλου από το ορυχείο. Στην έρευνα των Iglesias-Émbil et al. (2020) έγινε σύγκριση της ενέργειας που δαπανάται για την εύρεση μετάλλων για ένα EV σε σύγκριση με το αντίστοιχο ICEV. Βρέθηκε ότι η ενέργεια κατασκευής για ένα EV είναι 2,5 έως 4 φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια κατασκευής ενός ICEV. Η διαφορά οφείλεται στα μέταλλα των μπαταριών. Η διαφορετική αναλογία του κοβαλτίου που βρίσκεται σε διάφορες μπαταρίες είναι και η αιτία της διακύμανσης μεταξύ 2,5 και 4. Γενικά οι ενώσεις που περιέχουν κοβάλτιο και νικέλιο (δύο από τα πιο βασικά μέταλλα των μπαταριών) είναι οι πιο ενεργοβόρες για

παραγωγή (Dunn et al., 2015). Το ενεργειακό κόστος για την απόκτηση των μετάλλων που χρειάζεται ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο αναμένεται να αυξηθεί στο μέλλον. Η μεγάλη ζήτηση μετάλλων εξαντλεί τα υπάρχοντα μεταλλεύματα. Έτσι θα χρειαστεί να εξορυχτούν μεταλλεύματα όλο και χαμηλότερης ποιότητας, από πιο μακρινές αποστάσεις (Norgate et al., 2007). Αυτό θα έχει ως συνέπεια την αύξηση και του ενεργειακού κόστους, αφού θα χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για την εξόρυξη της ίδιας ποσότητας μετάλλου από πολύ μεγαλύτερη ποσότητα μεταλλεύματος, που πρέπει να μεταφερθεί και από πολύ μακρύτερα. Και φυσικά αύξηση του ενεργειακού κόστους σημαίνει και αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αφού ακόμη η κυρίαρχη πηγή ενέργειας είναι τα ορυκτά καύσιμα.

4.7. Περιβαλλοντικό κόστος

Ενώ οι φυσικοί πόροι μπορούν να φέρουν πλούτο και θέσεις εργασίας στις χώρες και στις εταιρίες, η εξόρυξή τους μπορεί επίσης να βλάψει την ανθρώπινη υγεία, τη βιοποικιλότητα και το περιβάλλον. Η αποκατάσταση αυτών των βλαβών απαιτεί την δαπάνη χρημάτων. Υπάρχει λοιπόν ένα περιβαλλοντικό κόστος που πρέπει να πληρώσουν οι χώρες και οι εταιρίες μέσω των έργων αποκατάστασης του περιβάλλοντος αλλά και των δαπανών υγείας στους εργαζομένους. Έχοντας αυτό υπόψη οι Arendt et al. (2022) μελέτησαν την αναλογία μεταξύ αυτών των δαπανών και των οικονομικών κερδών που αποφέρουν αυτές οι βιομηχανίες. Η έρευνα έδειξε ότι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από την παγκόσμια εξόρυξη και εξόρυξη πόρων έχουν ως αποτέλεσμα ζημιές έως και 3 τρισεκατομμυρίων δολαρίων παγκοσμίως κάθε χρόνο. Σημαντική ήταν η συνεισφορά σε αυτές του μαγγανίου (7%), βασικού συστατικού των μπαταριών EV. Και η έρευνα των Muller et al. (2011), για την οικονομική επιβάρυνση που προκαλούν στην εθνική οικονομία οι διάφοροι παραγωγικοί τομείς οδηγεί σε

αντίστοιχα συμπεράσματα. Στην έρευνα αυτή συγκρίνονται ποσοτικά οι ακαθάριστες εξωτερικές ζημιές κάθε κλάδου στην εθνική οικονομία (GED) σε σχέση με την προστιθέμενη αξία του (VA). Η μελέτη έδειξε ότι η εξόρυξη μεταλλευμάτων μαζί με την ηλεκτροπαραγωγή με καύση άνθρακα και την καύση αποβλήτων είχε από τους χειρότερους συντελεστές κόστους –αξίας. Για τις δραστηριότητες αυτές η αναλογία GED - VA είχε μεγάλες τιμές (κάτι που σημαίνει ότι τα κέρδη είναι λιγότερα των ζημιών). Υπάρχει λοιπόν ένα κρυφό κόστος στην αγορά μίας μπαταρίας. Εκτός από τα χρήματα που δίνονται άμεσα από τον καταναλωτή για την αγορά της, υπάρχουν και χρήματα που πληρώνει έμμεσα μέσω των φόρων στο κράτος για να καλυφθούν οι ζημιές που προκαλεί στο περιβάλλον και στην υγεία η παραγωγή της.

4.8. Η ανακύκλωση και τα προβλήματα της

Ένας τρόπος απόκτησης των μετάλλων που χρειάζονται οι μπαταρίες είναι και η ανακύκλωση τους (Kotak et al., 2021). Αλλά και αυτή προς το παρόν είναι οικονομικά ασύμφορη (Castelvecchi, 2021) και μπορεί επίσης να προκαλέσει με τη σειρά της άλλα προβλήματα.

Οι τεχνικές ανακύκλωσης ενδέχεται να ενέχουν περιβαλλοντικούς κινδύνους, όπως υψηλή κατανάλωση ενέργειας και χημικών (Oladipo et al., 2023). Μέταλλα, αμέταλλα, ηλεκτρολύτες, και πλαστικά μπορεί να αποτελούν μέρος των στερεών αποβλήτων της ανακύκλωσης. Υπάρχουν επίσης εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και τοξικών αερίων αλλά και σωματιδίων. Σωματίδια μολύβδου μπορούν να απελευθερωθούν στον αέρα κατά τις διαδικασίες ανακύκλωσης που χρησιμοποιούνται για μπαταρίες μολύβδου – οξέως. Όλα αυτά μπορούν να συμβούν σε διαφορετικά στάδια ανακύκλωσης των μπαταριών (Dehghani-Sani et al., 2019). Ειδικά στην ανακύκλωση μπαταριών ιόντων λιθίου (LIBs) η ανάκτηση του γραφίτη κρύβει πολλούς

περιβαλλοντικούς κινδύνους. Αυτοί προκαλούνται από τις αυξημένες απαιτήσεις κατανάλωσης ενέργειας αλλά και την παραγωγή επικίνδυνων οξέων κατά τη διαδικασία. Όλα αυτά συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη στην αύξηση της τοξικότητας για το περιβάλλον και της καρκινογόνου τοξικότητας για τον άνθρωπο (Rey et al., 2021). Η ανακύκλωση των μπαταριών μολύβδου-οξέως (LAB), παρουσιάζεται σαν παράδειγμα επιτυχημένης ανακύκλωσης. Πράγματι το 99% σχεδόν του μολύβδου των μπαταριών ανακυκλώνεται. Αυτό όμως δεν γίνεται χωρίς συνέπειες για αυτούς που κάνουν την ανακύκλωση. Η μελέτη των Kumar et al. (2022) προσδιόρισε αυξημένη ποσότητα μολύβδου και άλλων στοιχείων σε χώματα, λαχανικά, νερό, κόκκους ρυζιού και άχυρο κοντά σε ένα μη εγγεγραμμένο εργοστάσιο ανακύκλωσης LAB στο νοτιοδυτικό Μπαγκλαντές.

Η ανακύκλωση των μπαταριών κρύβει και άλλους κινδύνους. Πρόκειται για κινδύνους, ηλεκτρικούς, χημικούς, θερμικούς και εκρηκτικούς (Sommerville et al., 2020). Κατά την αποσυναρμολόγηση των μπαταριών ιόντων λιθίου, υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας ή πρόκλησης βραχυκυκλώματος. Το βραχυκύκλωμα μπορεί να οδηγήσει σε μία θέρμανση των μπαταριών μέχρι του σταδίου της ανάφλεξης. Έπειτα καίγονται με το δικό τους καύσιμο, χωρίς να απαιτείται εξωτερική παροχή οξυγόνου, απελευθερώνοντας τοξικά αέρια. Τα τοξικά αέρια που είναι αρχικά μέσα στις μπαταρίες πιέζουν το περίβλημά τους, οδηγώντας σε έκρηξη της μπαταρίας. Επίσης τα αέρια που εκπέμπονται κατά τη διάρκεια ενός θερμικού συμβάντος μπορεί να σχηματίσουν ένα εκρηκτικό μείγμα με τον αέρα. Με αυτό τον τρόπο απελευθερώνονται στο περιβάλλον τα υλικά από το εσωτερικό της μπαταρίας που είναι επικίνδυνα χημικά. Υπήρξαν αρκετές πυρκαγιές σε εργοστάσια ανακύκλωσης μπαταριών ιόντων λιθίου. Αυτές οφείλονταν σε ακατάλληλη αποθήκευση αλλά και σε κατά λάθος ανάμειξη των

μπαταριών με μπαταρίες μολύβδου-οξέος (Katwala, 2018). Τα αυξανόμενα περιστατικά πυρκαγιών αποβλήτων που προκαλούνται από ακατάλληλα απορριπτόμενες φορητές μπαταρίες με βάση το λίθιο απειλούν ολόκληρο τον τομέα ανακύκλωσης σε πολλές χώρες. Οι κίνδυνοι είναι πιο έντονοι στις μονάδες επεξεργασίας των προς ανακύκλωση μπαταριών αλλά συνηθισμένες είναι και οι πυρκαγιές σε οχήματα συλλογής απορριμμάτων (Nigl et al., 2020). Επίσης οι σκόνες νικελίου και κοβαλτίου είναι καρκινογόνες, ενώ τα πρόσθετα ηλεκτρολυτών των μπαταριών μπορεί να είναι τοξικά καθώς και εύφλεκτα . Όλα αυτά δημιουργούν πολλούς κινδύνους για το εργατικό δυναμικό που ασχολείται στην ανακύκλωση , αλλά και πολλές ευθύνες στις εταιρίες που την διαχειρίζονται.

5. ΔΙΕΘΝΗ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

5.1. Προβλήματα σε αναπτυσσόμενες χώρες

Πολλές αναπτυσσόμενες και αναδυόμενες οικονομίες έχουν σημαντικά αποθέματα ορυκτών ζωτικής σημασίας για τις μπαταρίες EV που χρησιμοποιούνται σήμερα, (SERIES, G. E., 2017). Αυτό όμως δεν σημαίνει και ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες είναι οι μεγάλοι ωφελημένοι από την εκμετάλλευση των πόρων τους. Αντίθετα αυτές παρόλο που υφίστανται τις αρνητικές επιδράσεις της εξόρυξης έχουν τα μικρότερα οικονομικά οφέλη που πηγάζουν κυρίως στις ξένες πολυεθνικές (Noyoo , 2021), ενώ δεν έχουν και την οικονομική δυνατότητα να απολαύσουν τα οφέλη των νέων τεχνολογιών. Αντιδρώντας σε αυτό, πολλές κυβερνήσεις αναπτυσσόμενων χωρών επιδιώκουν να αυξήσουν τον έλεγχο, να έχουν μεγαλύτερο μερίδιο των εσόδων και να αποκτήσουν νέα ή μεγαλύτερη ιδιοκτησία σε έργα σε βάρος της ξένης συμμετοχής. Δεν είναι ανησυχητικό οι κυβερνήσεις να θέλουν να αποκτούν ισχυρότερη παρουσία στον τομέα και μεγαλύτερο μερίδιο από τα κέρδη των ορυκτών, αφού αυτοί είναι οι κάτοχοι των πόρων. Υπάρχει όμως ο κίνδυνος οι αποφάσεις που λαμβάνονται να αποσκοπούν μόνο σε βραχυπρόθεσμα πολιτικά οφέλη και ικανοποίηση τοπικών συμφερόντων ακυρώνοντας συμφωνίες που θα ήταν επωφελείς για χώρες που δεν έχουν μόνες τους την δυνατότητα βέλτιστης εκμετάλλευσης των ορυκτών τους (Obaya , 2021). Επίσης πολλές από αυτές τις χώρες στηρίζουν την οικονομία τους σε μεγάλο βαθμό στα έσοδα από την εξόρυξη ορυκτών (IEA, A. 2021). Οι χώρες αυτές είναι συνήθως φτωχές χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου που έχουν παραμελήσει άλλους τομείς της οικονομίας τους, εξαιτίας των πρόσκαιρων κερδών της εξόρυξης. Η Ζάμπια για παράδειγμα εξαρτάται πολύ από την εξόρυξη χαλκού. Ως αποτέλεσμα όμως της μεγάλης εξάρτησης της , πιθανή πτώση της παγκόσμιας τιμής του χαλκού όσο και η πιθανή απόσυρση των

επενδύσεων από τα ορυχεία ενδέχεται να απειλήσουν σοβαρά την οικονομική ανάπτυξη και σταθερότητα της. Έτσι με μια διεθνή μείωση των τιμών του χαλκού κατά 20% υπολογίζεται ότι θα οδηγήσει σε σημαντική υποτίμηση του νομίσματος και να μειώσει βραχυπρόθεσμα, το πραγματικό ΑΕΠ έως και 16%, (Lofgren, 2002), σε μία χώρα που ήδη το βιοτικό επίπεδο είναι αρκετά χαμηλό. Τέλος η υπερβολική εξάρτηση μίας οικονομίας από ένα τομέα αυξάνει και τον κίνδυνο διαφθοράς. Αφού όσοι παράγοντες έχουν ισχύ προσπαθούν να επωφεληθούν από τα αυξημένα κέρδη. Από τη άλλη πλευρά οι αναπτυσσόμενες χώρες που δεν έχουν ορυκτούς πόρους, μπορεί να δουν την οικονομία τους και την διεθνή ισχύ τους να επιβαρύνονται ακόμα περισσότερο. Χωρίς κοιτάσματα ορυκτών δεν μπορούν να επωφεληθούν από τις υψηλές τιμές ορυκτών ή να αυξήσουν την πολιτική τους δύναμη. Δεν διαθέτουν επίσης τα οικονομικά μέσα για να επενδύσουν σε τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έτσι κινδυνεύουν να μείνουν ακόμη πιο πίσω σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο (De Ridder , 2013).

5.2. Προβλήματα σε χώρες παραγωγής ορυκτών καυσίμων

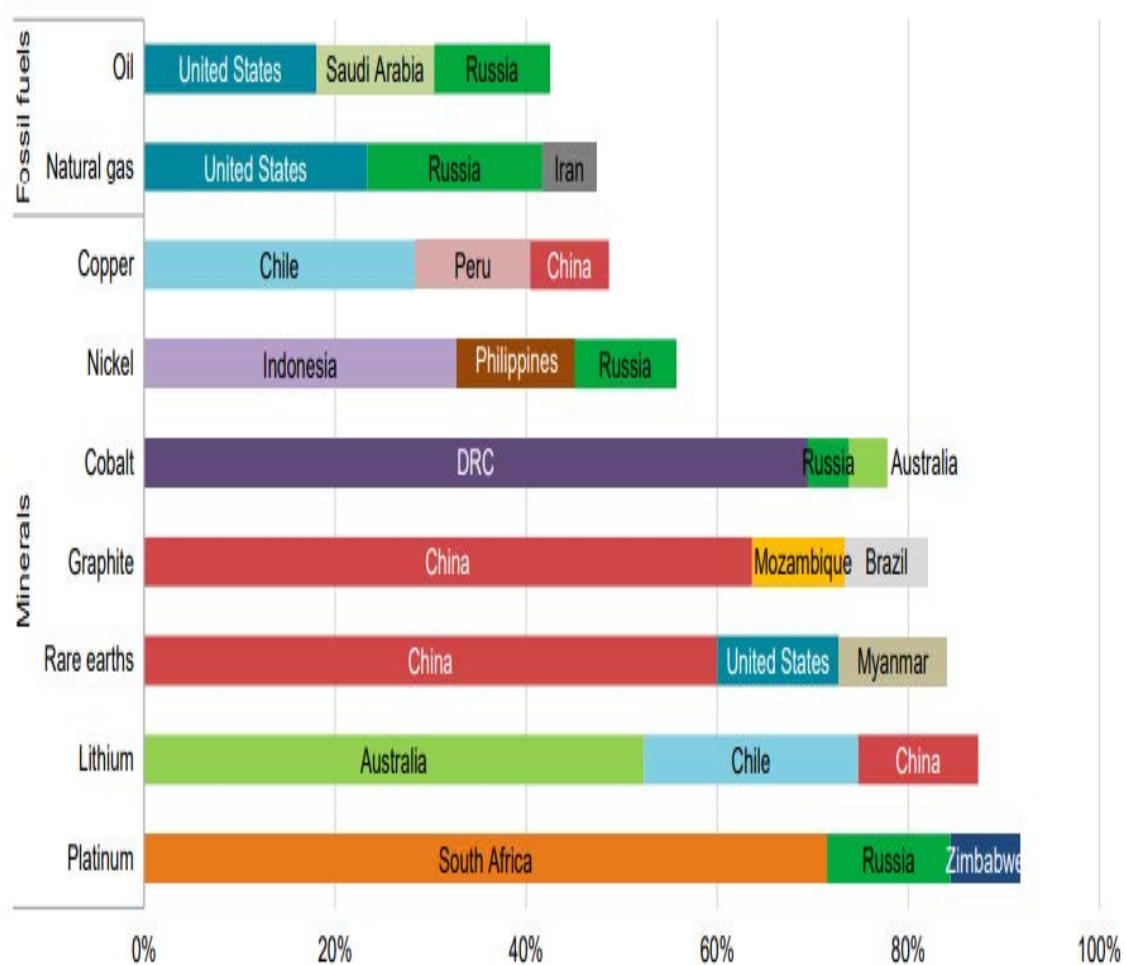
Με την αυξανόμενη ζήτηση για μέταλλα μπαταριών αλλά και άλλων τεχνολογιών που είναι χρήσιμες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής φαίνεται να υπάρχει μία μετάβαση από ένα ενεργειακό σύστημα στηριγμένο στα καύσιμα σε ένα ενεργειακό σύστημα στηριγμένο στα υλικά (Castelvecchi , 2021). Αυτό δίνει κέρδη σε πολλές χώρες παραγωγούς μετάλλων, από την άλλη όμως δημιουργούνται προβλήματα στις χώρες παραγωγής των ορυκτών καυσίμων. Η οικονομική κατάσταση των οποίων θα επιδεινωθεί προκαλώντας πιθανόν εσωτερικές κοινωνικές ταραχές αλλά και εξωτερικούς κινδύνους από την αδυναμία των χωρών. Τα προβλήματα μπορεί να γίνουν και μεγαλύτερα καθώς η πολιτική ελίτ πολλών χωρών παραγωγής χρησιμοποιεί την εξουσία, που της δίνει ο έλεγχος της ενέργειας για να επιβάλλεται στον πληθυσμό και

να διατηρείται στην εξουσία (Żuk et al., 2022). Η απώλεια των εσόδων και της δύναμης που δίνει η κατοχή των ενεργειακών πόρων μπορεί να οδηγήσει σε συγκρούσεις και διακοπή της ομαλής τροφοδοσίας σε καύσιμα. Όλα αυτά πέρα από τα προβλήματα που θα δημιουργήσουν στους κατοίκους θα δημιουργήσουν και διεθνή προβλήματα σε ένα κόσμο που θέλει να απεξαρτηθεί από τα ορυκτά καύσιμα αλλά με ομαλό τρόπο.

5.3. Πρόβλημα ελέγχου της αγοράς από λίγες χώρες

Με την χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα μειωθεί η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα αλλά και από τις χώρες που τα παράγουν . Κάποιες από αυτές όπως η Ρωσία χρησιμοποιούν την παραγωγή τους για να επιβάλουν εκβιαστικά τις απόψεις τους σε όσες εξαρτώνται από αυτή. Η απεξάρτηση λοιπόν αυτή είναι θετική για χώρες που δεν παράγουν ορυκτά καύσιμα. Υπάρχει όμως κίνδυνος οι πρώτες ύλες για την παραγωγή μπαταριών να γίνουν το νέο πετρέλαιο (Hernández , 2020). Η σημερινή εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο μπορεί να αντικατασταθεί από την εξάρτηση από λίθιο, κοβάλτιο, χαλκό και άλλες πρώτες ύλες που χρειάζονται για τις μπαταρίες των EV. Σύμφωνα με αποτελέσματα έρευνας της UNCTAD (Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Εμπόριο και την Ανάπτυξη -United Nations Conference on Trade and Development <https://unctad.org/news/demand-raw-materials-electric-car-batteries-set-rise-further> και του Brinn , (2023) σχεδόν το 50% των παγκόσμιων αποθεμάτων κοβαλτίου βρίσκεται στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό [μόλις τέσσερα ορυχεία στη ΛΔΚ αντιπροσωπεύουν το 41 % της παραγωγής κοβαλτίου (Manley et al., 2022)], το 58% των αποθεμάτων λιθίου βρίσκεται στη Χιλή, το 80% των αποθεμάτων φυσικού γραφίτη βρίσκεται στην Κίνα, τη Βραζιλία και την Τουρκία, ενώ το 75% των αποθεμάτων μαγγανίου βρίσκεται στην Αυστραλία, Βραζιλία, Νότια Αφρική και

Ουκρανία. Ενώ και το νικέλιο συγκεντρώνεται στην Ινδονησία, την Αυστραλία και τη Βραζιλία. Φαίνεται μάλιστα ότι υπάρχει ο κίνδυνος μίας μεγαλύτερης εξάρτησης από τους παραγωγούς μετάλλων μπαταριών από την εξάρτηση που υπάρχει τώρα από τα ορυκτά καύσιμα. Ενώ σήμερα οι τρεις κυριότερες χώρες παραγωγής φυσικού αερίου και πετρελαίου συγκεντρώνουν το 40% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής, στα περισσότερα ορυκτά που είναι απαραίτητα για τις μπαταρίες οι τρεις κυριότερες χώρες έχουν μερίδια παραγωγής από 80% έως 90% της συνολικής παγκόσμιας, Σχήμα 7.



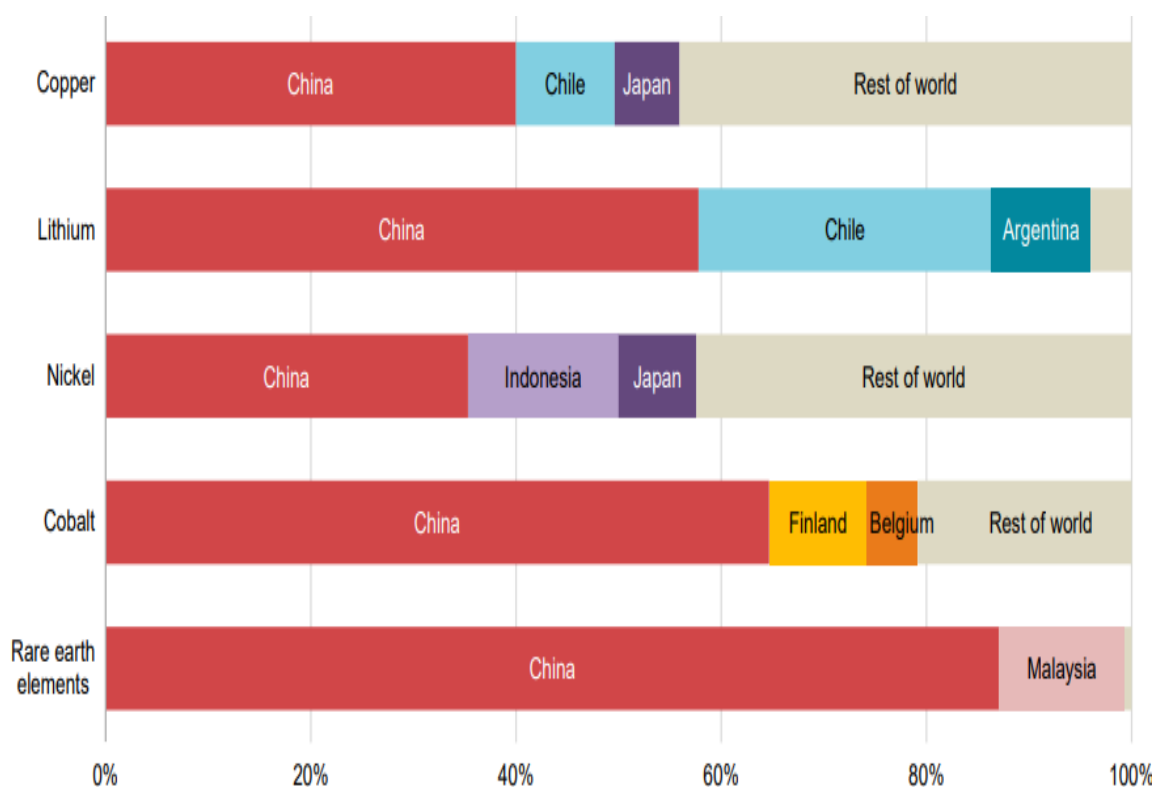
Σχήμα 7: Μερίδιο των τριών κορυφαίων χωρών παραγωγής στη συνολική παραγωγή επιλεγμένων ορυκτών και ορυκτών καυσίμων, 2019 [IEA (2020), USGS (2021), <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>]

Αυτό όμως κρύβει πολλούς κινδύνους. Όπως χρήσης της προσφοράς υλικών για άσκηση εκβιαστικών πολιτικών από τους κατόχους τους αλλά και κινδύνους ομαλής τροφοδοσίας της αγοράς.

5.3.1. Η κυριαρχία της Κίνας

Η Κίνα είναι πλούσια σε πολλά ορυκτά μπαταριών, Σχήμα 7. Εκτός όμως από γραφίτη, σπάνιες γαίες (REE) και λίθιο, η χώρα διαθέτει επίσης αποθέματα μαγγανίου, νικελίου αλουμινίου, χαλκού και τιτανίου που χρησιμοποιούνται σε EV. Όλος ο κόσμος εξαρτάται από την Κίνα, η οποία έχει καταφέρει να αποκτήσει δεσπίζουσα θέση μέσω υψηλού επιπέδου κρατικών επενδύσεων και τεράστιων επιδοτήσεων. Έτσι χάρη στους ελαστικούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς που έχει μπορεί να ελέγχει σχεδόν απόλυτα την προσφορά σπάνιων γαιών που απαιτούν πολύ ενέργεια επεξεργασίας, (Klossek et al., 2016). Αλλά δεν περιορίζεται μόνο σε αυτό. Η Κίνα μέσω των εταιριών της ελέγχει και την προσφορά λιθίου αλλά και άλλων βασικών μετάλλων για την κατασκευή μπαταριών (Altıparmak, 2023). Αφού είναι ο μεγαλύτερος παγκόσμιος εισαγωγέας κοβαλτίου, νικελίου και μαγγανίου, καθώς και λιθίου, (RCS Global 2017). Η ίδια η Κίνα υποστηρίζει ότι στόχος της είναι η προώθηση μίας γενικής οικονομικής ανάπτυξης μέσω της επέκτασης των αγορών με ένα πιο δυναμικό και ουσιαστικό ρόλο της (Lee et al., 2020). Έτσι επενδύει πολύ μεγάλα ποσά στην εξόρυξη λιθίου στην Βολιβία, νικελίου στη Ινδονησία αλλά και κοβαλτίου από την ΛΔΚ (το 90% της κατανάλωσης της Κίνας προέρχεται από την ΛΔΚ). Οι οικονομικές και διπλωματικές σχέσεις μεταξύ των κυβερνήσεων της ΛΔΚ και της Κίνας υποστηρίζουν αυτές τις επενδύσεις (Minister & Patterson, 2004). Επίσης στην Ζάμπια προκειμένου να εξασφαλίσει τον εφοδιασμό της σε χαλκό, η Κίνα έχει γίνει ένας σημαντικός ξένος επενδυτής αποκτώντας τον έλεγχο ορυχείων, μεταλλουργείων και βιομηχανιών

επεξεργασίας χαλκού (Fessehaie et al., 2013). Αυτή η γεωγραφική συγκέντρωση υπάρχει και στην επεξεργασία των μετάλλων. Σύμφωνα με ανάλυση του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (IEA), η Κίνα από μόνη της αντιπροσωπεύει πάνω από το ήμισυ του συνόλου επεξεργασίας του κοβαλτίου, του γραφίτη, λιθίου και μαγγανίου (Brinn, 2023). Αυτό φαίνεται και στο Σχήμα 8, που δείχνει ποιο ποσοστό επεξεργασίας της παγκόσμιας παραγωγής ορυκτών γίνεται ανά χώρα. Ελέγχει επίσης σε μεγάλο βαθμό και την παραγωγή των μερών των μπαταριών (Jin et al., 2021).



Σχήμα 8: Μερίδιο όγκου επεξεργασίας ανά χώρα για επιλεγμένα ορυκτά, το 2019 (World Bureau of Metal Statistics (2020), Adamas Intelligence (2020), <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

5.3.2. Διεθνείς ανησυχίες από κυριαρχία Κίνας

Για την Κίνα η ανάπτυξη της βιομηχανίας EV έχει μάλλον σκοπό τη διασφάλιση της ενεργειακής της ασφάλειας και έτσι και της παγκόσμιας ισχύος της, παρά την

προστασία του περιβάλλοντος (Wu, 2017). Έτσι στην ίδια την Κίνα η χρήση EV δεν έχει μειώσει την ρύπανση αφού η ηλεκτρική της ενέργεια παράγεται σε μεγάλο βαθμό από ορυκτά καύσιμα. Έτσι η ποσότητα CO₂ που απελευθερώνεται από ένα EV στην Κίνα είναι από 59% έως 60% υψηλότερη από όση απελευθερώνει ένα ICEV (Sheikh et al., 2021). Ο παγκόσμιος έλεγχος της προσφοράς μετάλλων για μπαταρίες έγινε με την σημαντική υποστήριξη της κινεζικής κυβέρνησης. Που μείωσε με παροχές το κόστος ενέργειας για τις σχετικές εταιρίες αλλά και εφαρμόζει λιγότερο αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς στην χώρα. Αυτός ο έλεγχος που ασκεί η Κίνα στην προσφορά των μετάλλων μπαταριών έχει δημιουργήσει ανησυχίες για τον κίνδυνο εφοδιασμού των υπόλοιπων χωρών (Salim et al., 2022). Η Κίνα έχει ήδη χρησιμοποιήσει την δύναμη αυτή ως πολιτικοοικονομικό μοχλό πίεσης σε προηγούμενες διαφωνίες με άλλα κράτη. Έτσι το 2010, λόγω εδαφικής διαφωνίας για αμφισβητούμενα νησιά με την Ιαπωνία, η Κίνα ανέστειλε τις αποστολές σπάνιων γαϊών στην Ιαπωνία (Bradsher, 2010). Η Κίνα δεν παρουσιάζει μεγάλο κίνδυνο αστάθειας και δεν έχει μεγάλη διαφθορά (Ταμείο για την Ειρήνη 2019, Διεθνής Διαφάνεια 2019). Έχει επίσης υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας και τις κατάλληλες στάσεις, θεσμούς και δομές που της επιτρέπουν να έχει μία ειρηνική κοινωνία (Institute for Economics & Peace 2017), (Church et al., 2020). Αυτό δυναμώνει περισσότερο την διεθνή θέση της, προβληματίζοντας τις χώρες που εξαρτώνται από αυτή για την παραγωγή μπαταριών. Αφού ο έλεγχος των μετάλλων μπαταριών από την Κίνα φαίνεται να είναι στρατηγικός στόχος της για αύξηση της διεθνούς επιρροής της.

5.3.3. Κίνδυνοι συγκέντρωσης παραγωγής

Η Κίνα λοιπόν αποκτά ένα τακτικό αλλά και στρατηγικό πλεονέκτημα απέναντι στις άλλες ισχυρές χώρες του κόσμου. Θα μπορούσε για παράδειγμα να περιορίσει τις

εξαγωγές για να καλύψει τις δικές της ανάγκες ή να χρησιμοποιήσει τα αποθέματα της σε πρώτες ύλες και προϊόντα για να εκβιάσει την λύση διαφορών της με άλλες χώρες (Murdock et al., 2021). Δηλώνει όπως αυτές του Κέντρου Ερευνών Ανάπτυξης της Κίνας ότι «δεν υπάρχει παγκόσμια διακυβέρνηση των πόρων χωρίς την Κίνα» εντείνουν αυτό τον προβληματισμό (Lee, 2020). Οι Η.Π.Α. και η Ευρώπη εξαρτώνται από τις μπαταρίες που παράγει η Κίνα για να παράγουν EV και αυτό δημιουργεί μία ανασφάλεια σε κράτη που παραδοσιακά είχαν τον πρωταγωνιστικό παγκόσμιο ρόλο. Έτσι προσπαθούν να βρουν νέα κοιτάσματα μετάλλων , που αν τα βρουν όμως πρέπει να περάσουν αρκετά χρόνια προτού εξορυχτούν . Αλλά και αν τα εξόρυσσαν σήμερα θα έπρεπε να τα αποστείλουν μάλλον στην Κίνα για επεξεργασία. Η αδυναμία όμως αυτή , ιδιαίτερα ισχυρών χωρών όπως οι ΗΠΑ είναι μία σημαντική πηγή γεωπολιτικού κινδύνου που μπορεί να οδηγήσει αρχικά σε ένα εμπορικό πόλεμο που εκτός από τις προσπάθειες καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής θα έβλαπτε και την παγκόσμια οικονομία. Οι προσπάθειες αυτές φυσικά θα μπορούσαν να διαταραχτούν και από προβλήματα προσφοράς των πρώτων υλών των μπαταριών από πολιτικές ταραχές ή περιβαλλοντικές καταστροφές σε κάποιες από τις λίγες χώρες που είναι συγκεντρωμένα τα περισσότερα αποθέματα τους. Οι περισσότερες από τις χώρες αυτές είναι επιρρεπείς σε κινδύνους αυτού του είδους. Ειδικά σε χώρες με ασταθείς δομές διακυβέρνησης και όταν υπάρχουν συγκρούσεις η μείωση της προσφοράς θα δημιουργήσει αστάθεια των τιμών (Manley et al., 2022). Για παράδειγμα, η εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία έχει αυξήσει τις τιμές του νικελίου (η Ρωσία είναι βασικός παραγωγός του), προκαλώντας και ανησυχίες σχετικά με την σταθερή προμήθεια του από τη Ρωσία (Brinn , 2023).

6. ΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ

Η αντιμετώπιση της κλιματικής θα βοηθήσει ιδιαίτερα τις αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου, ανάμεσα στις οποίες είναι και πολλές παραγωγοί μετάλλων μπαταριών. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει κυρίως τις πιο φτωχές περιοχές του πλανήτη που δεν έχουν τις υποδομές για να την αντιμετωπίσουν (Tol, R. S. J. , 2009). Η Αφρική ιδιαίτερα είναι η πιο ευάλωτη ήπειρος στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, που αναμένεται να επιδεινώσει τα ήδη υψηλά επίπεδα επισιτιστικής και υδάτινης ανασφάλειας, τη φτώχεια και την κακή υγεία και να υπονομεύσει την οικονομική της ανάπτυξη (Nalule, V. R., & Nalule, V. R. , 2020). Επίσης η επιδείνωση της γεωργικής παραγωγής είναι πιθανό να οδηγήσει σε μία ανεξέλεγκτη αστικοποίηση στην Αφρική, επιδεινώνοντας τα ήδη υπάρχοντα προβλήματα. Η χρήση λοιπόν των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα βοηθήσει έμμεσα το περιβάλλον όλων των χωρών της Αφρικής αλλά και των άλλων αναπτυσσόμενων χωρών. Οι χώρες όμως της Δύσης που χρησιμοποιούν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα δεν πρέπει να στηρίζονται μόνο σε αυτό. Η χρήση των ηλεκτρικών αντιμετωπίζει κυρίως την δική τους ρύπανση (Janssens-Maenhout, G. et al., 2015). Η χρήση των EV στις αναπτυσσόμενες χώρες δεν μπορεί να βοηθήσει άμεσα το περιβάλλον τους , αφού για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται τα εξαιρετικά ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα (Onn, C. C. et al., 2017). Έτσι οι προσπάθειες της διεθνούς κοινότητας σήμερα επικεντρώνονται περισσότερο στην βελτίωση των αποτελεσμάτων της εξόρυξης. Λαμβάνοντας φυσικά υπόψη ότι για τους κατοίκους των φτωχότερων περιοχών εξόρυξης αυτή είναι συχνά η μόνη πηγή εισοδήματος, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην λύση που θα βρεθεί (Murdock, B. E. et al., 2021). Για την αντιμετώπιση του προβλήματος γίνονται δράσεις που προέρχονται από την επιστημονική κοινότητα ,τα κράτη, τις διεθνείς οργανώσεις , τις ΜΚΟ και φυσικά τις

εταιρίες παραγωγής αυτοκινήτων. Οι δράσεις κινούνται σε δύο κατευθύνσεις. Άμεσα με την παροχή βοήθειας και τεχνογνωσίας σε χώρες που πλήττονται , αλλά και έμμεσα με την βελτίωση της ανακύκλωσης που προσφέρει υλικά, περιορίζοντας την ανάγκη για έντονη εξόρυξη. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η ανακύκλωση για τα περισσότερα μέταλλα των μπαταριών είναι μη ωφέλιμη οικονομικά, αφού προς το παρόν η εξόρυξη των μετάλλων είναι πιο φθηνή από την δύσκολη και περίπλοκη ανακύκλωση τους από τις μπαταρίες [Mitchell, R. L. , (2006) , Castelvechi, D. (2021) και Church, C. et al., (2019)] . Υπάρχουν επίσης και προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν στο μέλλον. Με δεδομένη την γρήγορη εξέλιξη της τεχνολογίας μπαταριών, τα υλικά που ανακτώνται σήμερα (π.χ. το κοβάλτιο) ενδέχεται να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον . Κάτι τέτοιο θα οδηγούσε σε οικονομική καταστροφή τους ανακυκλωτές, καθώς το κοβάλτιο που θα παράγουν δεν θα έχει αγοραστές (Morse, I. , 2021). Και αυτό δεν ισχύει μόνο για το κοβάλτιο αλλά και για άλλα χρησιμοποιούμενα σήμερα υλικά που δεν υπάρχουν στις προτάσεις για νέους τύπους μπαταριών (Huang, B. et al., 2018). Άρα δεν θα έχουν καμία εμπορική αξία, επιβαρύνοντας έτσι το κόστος ανακύκλωσης. Η εφαρμογή έτσι της ανακύκλωσης μπορεί να θεωρηθεί μία μορφή έμμεσης οικονομικής βοήθειας για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων στις χώρες παραγωγής των μετάλλων.

6.1. Οι δράσεις των επιστημόνων

Στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που εμφανίζονται στις χώρες εξόρυξης των μετάλλων μπαταριών, σημαντική είναι και η συνεισφορά της επιστημονικής κοινότητας. Υπάρχουν πολλές προτάσεις που αφορούν την βελτίωση της ανακύκλωσης αλλά και στην δημιουργία νέων μπαταριών με διαφορετικά μέταλλα. Με αυτούς τους δύο τρόπους θα υπάρξει έμμεση βελτίωση του περιβάλλοντος , αφού θα

μειωθεί η πίεση για περισσότερες εξορύξεις συγκεκριμένων μετάλλων . Πίεση που επιβαρύνει υπερβολικά τις συγκεκριμένες περιοχές εξόρυξης , αλλά και οδηγεί σε χαλαρότητα ως προς την επιβολή μέτρων. Έτσι υπάρχουν προτάσεις για ενεργειακή βελτίωση της ανακύκλωσης Sonoc, A. et al., (2015), αλλά και μείωσης της ρύπανσης που προκαλεί (Kotak, Y. et al., 2021 και Martins, L. S., et al., 2021 και Li, Y., et al., 2021 και Katwala, A. ,2018). Βελτιώσεις μπορεί να γίνουν και στην χωροταξική κατανομή των τοποθεσιών ανακύκλωσης κοντά στους χώρους συλλογής των μπαταριών (Boyden, A., 2016 και Mayyas, A., et al., 2019) και καλύτερης οργάνωσης της (Gaines, L. , 2014).

Προτείνεται επίσης η κατασκευή νέων μπαταριών όπου το κοβάλτιο θα αντικατασταθεί με νικέλιο, ή με μαγγάνιο, αλουμίνιο και μαγνήσιο (Gourley & Chen , 2020). Ενώ μία άλλη λύση είναι ουσίες που ονομάζονται διαταραγμένα πετρώδη άλατα. Αυτά επιτρέπουν στο λίθιο να κινείται εύκολα μέσα στα στοιχεία της μπαταρίας κατά την φόρτιση και την εκφόρτιση της. Μπορούν μάλιστα να κατασκευαστούν με το φθηνό και άφθονο μαγγάνιο και δεν χρειάζονται κοβάλτιο ή νικέλιο για να παραμείνουν σταθερά κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας (Castelvecchi, D., 2021). Τέλος οι ερευνητές τα τελευταία χρόνια εργάζονται πάνω σε νέες χημικές μπαταρίες που θα αντικαταστήσουν το κοβάλτιο και το λίθιο με πιο συνηθισμένα (άρα και φθηνότερα) και λιγότερο τοξικά υλικά, (πλαστικό, θείο, πυρίτιο, μαγνήσιο), (Katwala, A. ,2018). Επίσης οι μπαταρίες ιόντων λιθίου με έντονη χρήση νανοϋλικών θα είναι μία σημαντική εναλλακτική λύση (Armand, M. & Tarascon, J. M. ,2008 και Berger, M. ,2008).). Η χρήση βιολογικά αποικοδομήσιμων συστημάτων στις μπαταρίες αλλά και η καθιέρωση βιομπαταριών που χρησιμοποιούν ένζυμα και βιολογικά συστήματα για την παραγωγή φορητής ηλεκτρικής ενέργειας θα βοηθήσουν στην απεξάρτηση από την χρήση μετάλλων, που

συνδέονται σχεδόν πάντα με τη ρύπανση του περιβάλλοντος (Manzetti, S. & Mariasui, F. , 2015). Η μπαταρία θείου λιθίου (Li-S) επίσης είναι πολύ πιο φιλική για το περιβάλλον σε σχέση με την πολύ διαδεδομένη σήμερα μπαταρία NMC(μπαταρία ιόντων λιθίου με κάθοδο νικελίου-μαγγανίου-κοβαλτίου και άνοδο γραφίτη) (Deng, Y., Li, et al., 2017). Για κάποιους το λιθίο Li μπορεί να αντικατασταθεί με το νάτριο Na, το μαγνήσιο Mg, το ασβέστιο Ca, ή το αλουμίνιο (Sharma, S. S. & Manthiram, A. , 2020 και Al, Grey, C. P. & Hall, D. S. , 2020). Ο γραφίτης επίσης που χρησιμοποιούν συνήθως οι μπαταρίες μπορεί να αντικατασταθεί από άλλα υλικά, όπως το πυρίτιο (Si), το γερμάνιο (Ge) και τον κασσίτερο (Sn) που είναι ικανά να δίνουν πολλά κράματα με το λίθιο αυξάνοντας την ενεργειακή πυκνότητα. (Zhang, W. M et al., 2008). Οι μπαταρίες ιόντων μαγνησίου και οργανικών είναι μία πιθανή λύση για την αντικατάσταση των μπαταριών ιόντων λιθίου (Zhou, H. ,2013). Επίσης οι μπαταρίες λιθίου-θείου (Li-S) που είναι φτιαγμένες με φθηνά υλικά μπορούν θεωρητικά να πετύχουν πέντε φορές περισσότερη ενέργεια κατά βάρος από τις μπαταρίες ιόντων λιθίου. Υπάρχει τέλος και η πρόταση για χρήση υγρού Li-S και στερεού λιθίου σε ένα είδος μπαταρίας μισής ροής (Van Noorden, R. ,2014).

Υπάρχουν όμως και σημαντικές προτάσεις που αφορούν την άμεση βελτίωση των τρεχουσών μεθόδων εξόρυξης με προστασία του περιβάλλοντος χωρίς οικονομική επιβάρυνση, προστατεύοντας ταυτόχρονα και τις τοπικές κοινωνίες. Για το λίθιο για παράδειγμα στα μέτρα βελτίωσης περιλαμβάνονται ,η ανακύκλωση νερού, η μείωση των απορριμμάτων, η αποτελεσματική επεξεργασία της άλμης με ταυτόχρονη εξαγωγή πολλών πρώτων υλών από αυτή , η ελαχιστοποίηση της καθίζησης της επιφάνειας, η ανάπτυξη τεχνολογίας που μπορεί να μεταφερθεί εύκολα από τοποθεσία σε τοποθεσία, η προσθήκη προσθέτων σε λίμνες εξάτμισης για την αύξηση της συγκέντρωσης λιθίου

και η χρήση υλικών που μπορούν να προσροφήσουν επιλεκτικά το λίθιο (Kaunda, R. B., 2020). Υπάρχει επίσης η δυνατότητα εξαγωγής λιθίου από γεωθερμικές άλμες, ζεστά, πλούσια σε μέταλλο νερά που ορισμένοι γεωθερμικοί σταθμοί φέρνουν στην επιφάνεια από τα βάθη της Γης για να παράγουν ενέργεια. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί τροφοδοτήσει ολόκληρη τη διαδικασία εξαγωγής λιθίου χωρίς την εκπομπή αερίων άνθρακα. Η διαδικασία αυτή από τις έχει επίσης τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί πολύ λιγότερο νερό από τις τεράστιες, υπαίθριες λίμνες εξάτμισης που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη παραγωγή λιθίου. Όσον αφορά συγκεκριμένα το λίθιο, οι επικείμενες προσπάθειες για εμπορική ανάπτυξη τεχνικών Άμεσης Εκχύλισης Λιθίου που χρησιμοποιούν εναλλακτικές λύσεις κλειστού βρόχου στην παραδοσιακή παραγωγή λιθίου από ανοιχτές λίμνες θα μπορούσαν να βελτιώσουν δραματικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της εξαγωγής λιθίου μέσα στα επόμενα λίγα χρόνια. (<https://thebreakthrough.org/issues/infrastructure-and-environment/there-wont-be-more-electric-vehicles-without-more-mining>.) Η χρήση του αυτοματισμού και του τηλεχειριστηρίου στην εξόρυξη θα έχει επίσης θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον (FORCE, A. T. , 2019).

6.2. Οι δράσεις των κυβερνήσεων

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων από τις αναπτυγμένες χώρες του δυτικού κόσμου είναι αρκετά δύσκολη. Στην ΕΕ για παράδειγμα δεν υπάρχει νομοθεσία που να ρυθμίζει τη χρήση καταναγκαστικής ή παιδικής εργασίας σε προϊόντα που πωλούνται στην Ευρώπη. Το θέμα γίνεται ακόμη πιο περίπλοκο καθώς πολλές από αυτές τις δραστηριότητες είναι συχνά νόμιμες στις χώρες όπου λαμβάνουν χώρα (Melin, H. E. , 2019). Επίσης στις ΗΠΑ το κοβάλτιο δεν εμπίπτει στους υφιστάμενους κανόνες για τα «ορυκτά σύγκρουσης», οι οποίοι καλύπτουν άλλα μέταλλα που εξορύσσονται στη

ΛΔΚ, και απαιτούν από τις εταιρείες να ελέγχουν και να αποκαλύπτουν δημόσια πληροφορίες σχετικά με το πού προμηθεύονται ορυκτά και τους προμηθευτές τους. Αυτή η έλλειψη διαφάνειας αφήνει τις εταιρείες χωρίς ουσιαστικό έλεγχο, Διεθνής Αμνηστία (<https://www.amnesty.org/en/latest/news/2016/01/child-labour-behind-smart-phone-and-electric-car-batteries/>). Παρόλα αυτά πολλές προσπάθειες γίνονται από την ΕΕ. Ήδη από τον Δεκέμβριο του 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε μια πρόταση για ένα νέο κανονιστικό πλαίσιο που θα κάλυπτε τον κύκλο ζωής των μπαταριών με σκοπό όλες οι μπαταρίες που διατίθενται στην αγορά της ΕΕ να είναι βιώσιμες, κυκλικές και ασφαλείς. Οι προτεινόμενοι κανονισμοί, που εκτείνονταν σε 79 άρθρα, κάλυπταν την πλήρη αλυσίδα παραγωγής της μπαταρίας, από την εξόρυξη υλικών έως την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση. Πρόσφατα το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (Ιούνιος του 2023) ενέκρινε πρωτοποριακή νομοθεσία η οποία, για πρώτη φορά, ορίζει περιβαλλοντικές προφυλάξεις σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των μπαταριών – συμπεριλαμβανομένης της προμήθειας πρώτων υλών, της παραγωγής και της ανακύκλωσης (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_7588 , <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20220228STO24218/new-eu-rules-for-more-sustainable-and-ethical>). Ο κανονισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου ισχύει για όλες τις μπαταρίες, συμπεριλαμβανομένων των μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων. Οι κατασκευαστές μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων (EV) θα πρέπει να αναφέρουν ολόκληρο το αποτύπωμα άνθρακα του προϊόντος, από την εξόρυξη έως την παραγωγή και την ανακύκλωση, ήδη από τον Ιούλιο του 2024 και θα εγγυώνται ότι οι νέες μπαταρίες θα περιέχουν ελάχιστα επίπεδα ορισμένων πρώτων υλών. Οι εταιρείες που πωλούν μπαταρίες στην ΕΕ θα πρέπει επίσης να συμμορφώνονται με κανόνες που έχουν

σχεδιαστεί για την πρόληψη περιβαλλοντικών προβλημάτων, καταπάτησης ανθρωπίνων δικαιωμάτων και καταχρήσεων εργασίας στις αλυσίδες εφοδιασμού τους. Πρέπει να εντοπίζουν, να αποτρέπουν και να αντιμετωπίζουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων, που καλύπτουν τη ρύπανση των υδάτων μέχρι και τα δικαιώματα των τοπικών κοινοτήτων. Θα είναι υποχρεωτική επίσης η επαλήθευση της προέλευσης των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για τις μπαταρίες και οι εταιρίες θα πρέπει να αποδεικνύουν ότι οι πρώτες ύλες τους προέρχονται από υπεύθυνες πηγές εξόρυξης. (https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/inline-files/BEMP_CarManufacturing.pdf). Οι άμεσοι προμηθευτές μετάλλων απαιτείται να διαθέτουν σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS), και αυτό το EMS να ελέγχεται ως μέρος της συμφωνίας. Επίσης τα κράτη μέλη πρέπει να θεσπίσουν και να εφαρμόσουν εθνικά μέτρα για τη βελτίωση της συλλογής αποβλήτων πλούσιων σε κρίσιμες πρώτες ύλες και να διασφαλίσουν την ανακύκλωσή τους. Τα κράτη μέλη και οι ιδιωτικοί φορείς εκμετάλλευσης θα πρέπει να διερευνήσουν τις δυνατότητες ανάκτησης κρίσιμων πρώτων υλών από τα απόβλητα ορυχείων τόσο από τις υπό εξέλιξη όσο και από παλαιότερες εξορυκτικές δραστηριότητες (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/ip_23_1661, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/ip_23_3819) Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δίνει οδηγίες NFM-BREF) που σχετίζονται με την επεξεργασία μπαταριών, ιδιαίτερα στην ανάκτηση μολύβδου, νικελίου, καδμίου και άλλων υλικών από μπαταρίες (<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/non-ferrous-metals-industries-0>). Οι νέοι στόχοι της ΕΕ για την ανακύκλωση σημαίνουν ότι από το 2027, οι κατασκευαστές μπαταριών θα πρέπει να ανακτήσουν το 90% του νικελίου και του κοβαλτίου, φθάνοντας στο 95% το 2031. Θα χρειαστεί επίσης να ανακτήσουν το 50% του λιθίου, φθάνοντας στο 80% το 2031. Υπάρχει τέλος το Horizon Europe , ένα

χρηματοδοτικό πρόγραμμα της ΕΕ για την έρευνα και την καινοτομία με προϋπολογισμό 95,5 δισεκατομμυρίων ευρώ. Μεγάλο μέρος των οποίων δίνεται για την καινοτομία στην πράσινη μετάβαση.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες επενδύουν μεγάλα ποσά για την παραγωγή πρώτων υλών και μπαταριών ως μέρος του στόχου του Προέδρου Μπάιντεν το 50% όλων των πωλήσεων νέων οχημάτων να είναι ηλεκτρικά έως το 2030. Ο Λευκός Οίκος ανακοίνωσε δημόσιες και ιδιωτικές δεσμεύσεις για υποστήριξη της ιστορικής μετάβασης της Αμερικής στα ηλεκτρικά οχήματα (EV) στο πλαίσιο του EV Acceleration Challenge.

(<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/04/22/fact-sheet-president-biden-sets-2030-greenhouse-gas-pollution-reduction-target-aimed-at-creating-good-paying-union-jobs-and-securing-u-s-leadership-on-clean-energy-technologies/>,

<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/04/17/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-private-and-public-sector-investments-for-affordable-electric-vehicles/>) Το Κέντρο ReCell του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ

είναι μια συνεργασία ακαδημαϊκών, βιομηχανίας και εθνικών εργαστηρίων που εργάζονται για τη βελτίωση των τεχνικών ανακύκλωσης μπαταριών λιθίου, όσον αφορά την απόδοση, την παραγωγικότητα και το κόστος. Αν και οι ενέργειες αυτές αποσκοπούν κυρίως στην δημιουργία θέσεων εργασίας και την απεξάρτηση από την Κίνα, εμμέσως οι δράσεις αυτές θα μειώσουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα εξόρυξης στις τρίτες χώρες. Γενικά οι δράσεις στις ΗΠΑ (Alliance for Automotive Innovation - Auto Innovators) αλλά και στην Ιαπωνία (Japan Automobile Manufacturers Association -JAMA) αφορούν πιο πολύ το εσωτερικό των χωρών. Το ίδιο ισχύει και για την αυστραλιανή κυβέρνηση που έχει δεσμευτεί να υποστηρίξει τη βιομηχανία στην καλύτερη διαχείριση των μπαταριών στο τέλος της ζωής τους. UTS (Τεχνολογικό

Πανεπιστήμιο του Σύδνεϋ) (<https://www.uts.edu.au/isf/explore-research/resource-stewardship>).

6.3. Διεθνείς οργανισμοί και πρωτοβουλίες

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων όμως έχουν δημιουργηθεί και διεθνείς πρωτοβουλίες. Κάποιες από αυτές ασχολούνται με τα γενικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα, ενώ άλλες με τα συγκεκριμένα προβλήματα της εξόρυξης μετάλλων μπαταριών. Για παράδειγμα το CDP είναι ένας διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός που βοηθά εταιρείες, πόλεις, πολιτείες, περιφέρειες και δημόσιες αρχές να αποκαλύπτουν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Επίσης η RMI (Responsible Minerals Initiative) είναι ένας οργανισμός στις Ηνωμένες Πολιτείες αφιερωμένος στην έρευνα, τη δημοσίευση, τη διαβούλευση και τη διδασκαλία στον τομέα της βιωσιμότητας, με επίκεντρο τις κερδοφόρες καινοτομίες για την ενεργειακή απόδοση και τους φυσικούς πόρους. Το Παγκόσμιο Οικονομικό φόρουμ προτείνει καλύτερες διαδικασίες για την κατασκευή και την απόρριψη των μπαταριών, καθώς και καλύτερους τρόπους διατήρησης των αποθεμάτων των πρώτων υλών. (<https://www.weforum.org/agenda/2021/05/electric-vehicle-battery-recycling-circular-economy/>). Το Ινστιτούτο Διακυβέρνησης Φυσικών Πόρων NRGi είναι ένας ανεξάρτητος μη κερδοσκοπικός οργανισμός αφιερωμένος στη βελτίωση της διακυβέρνησης των χωρών επί των φυσικών τους πόρων για την προώθηση της βιώσιμης και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξης (<https://resourcegovernance.org/publications/triple-win-mining-africa-environment-energy-transition>). Το Διεθνές Ινστιτούτο Βιώσιμης Ανάπτυξης (IISD) είναι μια ανεξάρτητη δεξαμενή σκέψης που ιδρύθηκε το 1990 και εργάζεται για τη διαμόρφωση και ενημέρωση της διεθνούς κοινότητας για την ανάγκη της βιώσιμης ανάπτυξης

(<https://www.iisd.org/articles/deep-dive/how-advance-sustainable-mining>) (Malan, S., 2021). Στα πλαίσια αυτά συνεργάζεται με το Διακυβερνητικό Φόρουμ (IGF) για την εξόρυξη, τα ορυκτά, τα μέταλλα και τη βιώσιμη ανάπτυξη . Το IGF δημιουργήθηκε από την Παγκόσμια Σύνοδο Κορυφής για την Αειφόρο Ανάπτυξη (WSSD) του 2002, με σκοπό τον συνδυασμό της εξόρυξης με την βιώσιμη ανάπτυξη. Τέλος, το 2012, η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (Rio+20), αναγνώρισε τη σημασία ισχυρών νόμων, πολιτικών και πρακτικών για τον τομέα της εξόρυξης με σκοπό την μείωση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας .Και μπορεί οι οργανώσεις αυτές να έχουν ένα συμβουλευτικό χαρακτήρα και να ασκούν μία έμμεση πίεση στις εταιρίες και τα κράτη ,υπάρχει όμως και το διεθνές δίκαιο που μπορεί να βοηθήσει ουσιαστικά στην αντιμετώπιση των προβλημάτων. Οι κατηγορίες διεθνούς δικαίου που σχετίζονται με την εξόρυξη είναι οι διεθνείς επενδυτικές συνθήκες, το διεθνές δίκαιο για τα ανθρώπινα δικαιώματα και οι περιβαλλοντικές συμβάσεις και συνθήκες (Pring G. et al., 1999). Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν περισσότερο την εξόρυξη είναι αυτές που προστατεύουν τις φυσικές περιοχές και τους πόρους. Με την ένταξη σε μία από αυτές τις συνθήκες μπορεί να θέσει περιοχές εκτός ορίων για την ανάπτυξη εξόρυξης. Τέτοιες είναι η Σύμβαση Ramsar του 1971 για τους Υγροτόπους Διεθνούς Σημασίας, η Σύμβαση του 1972 για την Προστασία της Παγκόσμιας Πολιτιστικής και Φυσικής Κληρονομιάς , η Σύμβαση της Βόννης του 1979 για τη διατήρηση των αποδημητικών ειδών άγριων ζώων και η Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών του 1982 για το Δίκαιο της Θάλασσας διέπει την εξόρυξη στον βυθό και το υπέδαφος της θάλασσας πέρα από τα όρια της εθνικής δικαιοδοσίας.

Από τη άλλη στις πιο εξειδικευμένες πάνω στα μέταλλα μπαταριών πρωτοβουλίες πολύ σημαντική είναι το Διεθνές Συμβούλιο Εξόρυξης και Μετάλλων (ICMM) που ιδρύθηκε το 2001, με σκοπό την βελτίωση της αειφόρου ανάπτυξης στη βιομηχανία εξόρυξης των μετάλλων. Σε συνεργασία με ακαδημαϊκούς ερευνητές, το Συμβούλιο ασχολείται με τον εντοπισμό τεχνολογικών λύσεων για τον τομέα της εξόρυξης σε έξι Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (SDGs), διατροφή και γεωργία (SDG 2), καλή υγεία και ευημερία (SDG 3), καθαρό νερό και υγιεινή (SDG 6), οικονομικά προσιτή και καθαρή ενέργεια (SDG 7), βιομηχανία και καινοτομία (SDG 9) και βιώσιμες κοινότητες (SDG 11). Εξίσου σημαντική είναι και η πρωτοβουλία IRMA (Initiative for Responsible Mining Assurance). Η IRMA ιδρύθηκε το 2006 από μη κυβερνητικούς οργανισμούς, επιχειρήσεις που αγοράζουν ορυκτά και μέταλλα , τοπικές κοινότητες, εταιρείες εξόρυξης και εργατικά συνδικάτα, και επιδιώκει να καθιερώσει βέλτιστες πρακτικές στις εξορυκτικές δραστηριότητες λαμβάνοντας υπόψη περιβαλλοντικά, κοινωνικά και ανθρώπινα δικαιώματα. Η IRMA παρέχει μια ανεξάρτητη αξιολόγηση της κοινωνικής και περιβαλλοντικής απόδοσης στις τοποθεσίες ορυχείων παγκοσμίως χρησιμοποιώντας ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πρότυπο που έχει αναπτυχθεί σε συνεννόηση με ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων και προωθεί τις υπεύθυνων πρακτικές εξόρυξης, συμπεριλαμβανομένης της επαλήθευσης από τρίτους. Υπάρχει επίσης η Global Battery Alliance (GBA) , μια πλατφόρμα συνεργασίας δημόσιου και ιδιωτικού τομέα που ιδρύθηκε το 2017 στο Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ για να βοηθήσει στη δημιουργία μιας βιώσιμης αλυσίδας προμήθειας μπαταριών έως το 2030. Υπάρχουν και πρωτοβουλίες πιο εξειδικευμένες για συγκεκριμένα υλικά. Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) έθεσε σαφείς κατευθυντήριες γραμμές για εταιρείες που προμηθεύονται κοβάλτιο και άλλα ορυκτά από περιοχές υψηλού κινδύνου

όπως η ΛΔΚ (Areas, H. R. , 2011). Έτσι οι κατασκευαστές ηλεκτρικών αυτοκινήτων και οι κατασκευαστές μπαταριών θα πρέπει να μπορούν να αναφέρουν ποια είναι τα χυτήρια ή τα διυλιστήρια τους και θα πρέπει να δημοσιοποιούν τη δική τους αξιολόγηση για το εάν οι κανόνες που έχουν θέσει είναι επαρκείς για τον εντοπισμό και την αντιμετώπιση των πιθανών κινδύνων. Η Responsible Cobalt Initiative (RCI) είναι ένας οργανισμός που δημιουργήθηκε με τις προσπάθειες της Διεθνούς Αμνηστίας για να βοηθηθούν οι βιομηχανίες να συμμορφωθούν με τα πρότυπα του ΟΟΣΑ για την εξόρυξη κοβαλτίου, (<https://www.amnesty.org/en/latest/news/2017/09/the-dark-side-of-electric-cars-exploitative-labor-practices/>). Η ILiA είναι μία μη κερδοσκοπική ένωση βιομηχανιών που ασχολούνται με το λίθιο, που δημιουργήθηκε για τον καλύτερο συντονισμό των δράσεων τους. Ενώ το Nickel Institute είναι η παγκόσμια ένωση των κορυφαίων παραγωγών νικελίου, με αποστολή να υποστηρίξει την υπεύθυνη προμήθεια και τη βιώσιμη ανάπτυξη του νικελίου .

Υπάρχουν και ιδιωτικές πρωτοβουλίες , όπως αυτή του Kellogg Innovation Network που προωθούν την αλλαγή του επιχειρηματικού μοντέλου εξόρυξης στηριγμένου στη συνεργασία με τους ενδιαφερόμενους για την επίδιωξη κοινών στόχων. Αυτή η πρωτοβουλία στην περιοχή της Νότιας Αφρικής βελτίωσε τις υποδομές, την εκπαίδευση, τις υπηρεσίες υγείας στις τοπικές κοινότητες (KIN Development Partner Framework, 2014).

6.4. Ο ρόλος των ΜΚΟ

Ο ρόλος των ΜΚΟ είναι σημαντικός - η Διεθνής Αμνηστία πρωτοστάτησε στην δημιουργία του RCI- ιδιαίτερα όμως στην αξιολόγηση των προσπαθειών των εταιριών. Έτσι η Greenpeace δημοσιεύει έρευνες σχετικά με τις εταιρίες που έχουν τις καλύτερες

επιδόσεις στη μείωση των εκπομπών άνθρακα

(https://www.greenpeace.org/static/planet4-eastasia-stateless/2021/11/47de8bb4-gpea_auto_environmental_guide_2021.pdf). Ενώ η Greenpeace USA προωθεί την εφαρμογή web Race to the Top, η οποία κατατάσσει οκτώ σημαντικούς κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων (EV) ανάλογα με την δημόσια θέση τους σχετικά με την εξόρυξη βαθέων υδάτων (<https://www.greenpeace.org/usa/news/greenpeace-ranking-five-major-electric-vehicle-companies-say-no-to-deep-sea-mining/>) Επίσης, το Lead the Charge (ένα δίκτυο τοπικών, εθνικών και παγκόσμιων συνεργατών που εργάζονται για μια δίκαιη, βιώσιμη και χωρίς ορυκτά αλυσίδα εφοδιασμού αυτοκινήτων) δημιουργεί δική του λίστα κατατάσσοντας τις αυτοκινητοβιομηχανίες με βάση τις περιβαλλοντικές δεσμεύσεις τους και τις βαθμολογίες τους για τα ανθρώπινα δικαιώματα (<https://time.com/6260889/ev-car-supply-chain-climate-human-impact/>). Το ενδιαφέρον στην λίστα είναι ότι εταιρίες με ισχυρή κατασκευή EV κατατάσσονται σχετικά χαμηλά. Παρά το γεγονός ότι έχουν πιο ισχυρή δέσμευση για το παγκόσμιο κλίμα από τις εταιρείες που εξακολουθούν να κατασκευάζουν βενζινοκίνητα οχήματα, υστερούν σε μετρήσεις που αφορούν την ηθική της αλυσίδας εφοδιασμού και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η Tesla για παράδειγμα που παράγει μόνο EV κατατάχθηκε στην 9η θέση. Ανάλογες λίστες έχουν δημιουργήσει ένας συνασπισμός 11 περιβαλλοντικών οργανώσεων, συμπεριλαμβανομένων των Sierra Club και Transport and Environment, και ομάδων υπέρ των ιθαγενών, όπως το Cultural Survival, που κατέταξε 18 από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων στον κόσμο σύμφωνα με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και τον αντίκτυπο στα ανθρώπινα δικαιώματα της αλυσίδας εφοδιασμού τους με βάση τις διαθέσιμες στο κοινό πληροφορίες, όπως τριμηνιαίες εκθέσεις μετόχων (<https://time.com/6260889/ev-car-supply-chain-climate->

[human-impact/](#)) και ο μη κερδοσκοπικός περιβαλλοντικός οργανισμός CDP (Carbon Disclosure Project) που κατέταξε 127 εταιρίες ανάμεσα τους και κάποιες αυτοκινήτων (Peugeot, Citroen, Opel, Hyundai Toyota) με βάση τις προσπάθειες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (<https://traction.gr/i-aftokinisi-stin-ypiresia-tis-prostasias-tou-perivallontos/>). Υπάρχουν φυσικά και συνεργασίες μεταξύ των ΜΚΟ, όπως ένας συνασπισμός 16 οργανισμών (μεταξύ των οποίων Διεθνή Αμνηστία, Earthworks, Finnwatch, Germanwatch, Human Rights Watch, Inclusive Development International, INKOTA, PowerShift, , SOMO και Transport & Environment) που πιέζουν την Ευρωπαϊκή Ένωση για την δημιουργία ενός κανονισμού που θα απαιτεί από τους εισαγωγείς και τους κατασκευαστές μπαταριών να προμηθεύονται τα υλικά που χρησιμοποιούν με υπευθυνότητα (<https://www.germanwatch.org/en/85281>)

Και φυσικά υπάρχουν και πάρα πολλές διεθνείς πρωτοβουλίες και ΜΚΟ που ασχολούνται γενικά με τα προβλήματα του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβάνοντας και αυτά που προκαλεί η εξόρυξη των μετάλλων μπαταριών. Για παράδειγμα η SBTi, μία πρωτοβουλία που ιδρύθηκε από το CDP, που ορίζει και προωθεί στόχους που βασίζονται στην επιστήμη και παρέχουν στις εταιρείες μια σαφώς καθορισμένη διαδρομή για τη μείωση των εκπομπών σύμφωνα με τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού. Ενώ σημαντική είναι και η δράση του Παγκόσμιου Σύμφωνου των Ηνωμένων Εθνών, του Παγκόσμιου Ινστιτούτου Πόρων (WRI) και του Παγκόσμιου Ταμείου για τη Φύση (WWF). Καθώς και των οργανώσεων wilderness.org , earth.org και της Διεθνούς Αμνηστίας (<https://www.wilderness.org/articles/>, <https://earth.org/environmental-impact-of-battery-production/>, <https://www.amnesty.org/en/latest/press-release/2019/03/amnesty-challenges-industry-leaders-to-clean-up-their-batteries/>)

6.5. Οι δράσεις των εταιριών

Οι εταιρείες σύμφωνα με τις δηλώσεις τους ασχολούνται με τα προβλήματα της εξόρυξης με διάφορους τρόπους. Η BMW δίνει ιδιαίτερο βάρος στην προέλευση του κοβαλτίου και του λιθίου που χρησιμοποιεί και στην χρήση πράσινης ενέργειας σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Προωθεί επίσης τη βιοποικιλότητα και δίνει ιδιαίτερη σημασία στην ανακύκλωση (ανακυκλώνει το 90% του υλικού από μπαταρίες) . Επίσης μαζί με πολλές άλλες εταιρείες και οργανισμούς όπως ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), η BMW συμμετέχει ενεργά στην «Πρωτοβουλία Υπεύθυνου Κοβαλτίου» (RCI), ενώ μαζί με τις BASF SE, Samsung SDI και Samsung Electronics, ανέθεσε στην Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH να εξετάσει σε διάστημα τριών ετών πώς οι συνθήκες διαβίωσης και εργασίας σε εξορύξεις μικρής κλίμακας στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό μπορεί να βελτιωθούν (<https://www.bmwgroup.com/en/news/general/2020/cobalt-mining.html> και <https://www.bmwgroup.com/en/sustainability/our-focus/co2-reduction.html>). Η Ford τηρεί τα πρότυπα της RMI , ενώ εντοπίζει τις πηγές του κοβαλτίου, του νικελίου και του λιθίου που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ζητά από τους προμηθευτές της να είναι πιστοποιημένοι από την Πρωτοβουλία για Υπεύθυνη Διασφάλιση Εξόρυξης , IRMA. Υποστηρίζει επίσης το Better Mining, ένα πρόγραμμα που εντοπίζει τους κινδύνους και βελτιώνει τις συνθήκες σε εννέα τοποθεσίες ορυχείων κοβαλτίου μικρής κλίμακας (ASM) στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (ΛΔΚ). () (<https://corporate.ford.com/content/dam/corporate/us/en-us/documents/reports/2023-human-rights-progress-report.pdf> - Human Rights Progress Report 2023) Η GM συνεργάζεται με την IRMA και έχει συμφωνίες με προμηθευτές όπως η Controlled Thermal Resources, η οποία προμηθεύει λίθιο, και χρησιμοποιούν μια πιο φιλική προς

το περιβάλλον διαδικασία από την παραδοσιακή παραγωγή λιθίου (<https://gmauthority.com/blog/2021/11/general-motors-joins-the-initiative-for-responsible-mining-assurance/>.) Σε συνεργασία με την LG προσπαθεί να μειώσει την ποσότητα κοβαλτίου που χρησιμοποιείται στις μπαταρίες ηλεκτρικών οχημάτων της, αντικαθιστώντας το στοιχείο με αλουμίνιο. Η Hyundai δίνει μεγάλη σημασία στην μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των πρώτων υλών. Επιπλέον το 2022, η Hyundai καθιέρωσε την Πολιτική Προστασίας της Βιοποικιλότητας με βάση τη Σύμβαση για Βιολογική Ποικιλότητα CBD (είναι μια πολυμερής συνθήκη που έχει συσταθεί έχοντας τρεις βασικούς στόχους: τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, τη βιώσιμη χρήση των συστατικών της βιοποικιλότητας, και τη δίκαιη και ισότιμη κατανομή των οφελών που απορρέουν από τους γενετικούς πόρους) αλλά και τις οδηγίες της Σύμβασης για το Διεθνές Εμπόριο των Απειλούμενων με Εξαφάνιση ειδών της άγριας πανίδας και αυτοφυούς χλωρίδας (Σύμβαση CITES). Συμμετέχει τέλος σε όλο τον κόσμο σε προσπάθειες αποκατάστασης δασών (Green Field, IONIQ Forest), αλλά και προστασίας απειλούμενων ειδών. (2023 Sustainability Report- <https://www.hyundai.com/eu/electrification/owning-an-electric-vehicle/reasons-why/sustainability.html>). Η MERCEDES έχει κατορθώσει να μειώσει τις εκπομπές άνθρακα στην παραγωγή μπαταριών κατά περίπου 30 % , ενώ προσπαθεί να μειώσει και την ποσότητα κοβάλτιου στις μπαταρίες. Η εταιρεία χρησιμοποιεί τα πρότυπα της IRMA ως βασικό κριτήριο για επιλογή προμηθευτών πρώτων υλών και συνεργάζεται μόνο με όσους συμφωνούν με αυτές τις απαιτήσεις. Ιδιαίτερο βάρος δίνεται και στην βελτίωση της ανακύκλωσης των μπαταριών και λαμβάνονται επίσης πολλά μέτρα για την διατήρηση της βιοποικιλότητας στις τοποθεσίες παραγωγής. Συνεργάζεται έτσι με την περιβαλλοντική οργάνωση NABU και εξετάζει την εισαγωγή κατάλληλων

αναλυτικών μεθόδων προκειμένου να είναι σε θέση να εντοπίζει συστηματικά σημαντικές πιθανές αρνητικές επιπτώσεις για τη βιοποικιλότητα στο μέλλον. (<https://group.mercedes-benz.com/documents/investors/reports/annual-report/mercedes-benz/mercedes-benz-climate-transition-action-plan-2023-en.pdf> - Climate Transition Action Plan). Στην RENAULT οι προσπάθειες εντοπίζονται κυρίως στην ανακύκλωση. Έτσι, με τη Veolia (γαλλική διεθνική εταιρεία με δραστηριότητες στη διαχείριση υδάτων, διαχείριση απορριμμάτων και υπηρεσίες ενέργειας) και τη Solvay (Βελγική πολυεθνική χημική εταιρεία), συνεργάζονται στο τομέα της ανακύκλωσης για την συλλογή των πολύτιμων μετάλλων των μπαταριών. (<https://media.renaultgroup.com/groupe-renault-veolia-solvay-join-forces-to-recycle-end-of-life-ev-battery-metals-in-a-closed-loop/>). Η Tesla εντάθηκε στην πρωτοβουλία IRMA και οι τοποθεσίες ορυχείων κοβαλτίου, νικελίου και λιθίου ικανοποιούν τα κριτήρια της. Η εταιρεία εργάζεται για να μειώσει την ποσότητα κοβαλτίου και διασφαλίζει ότι δεν αγοράζει βιοτεχνικό κοβάλτιο, αλλά καταλαβαίνει ότι την οικονομική σημασία της μικρής κλίμακας εξόρυξης (ASM) για τις τοπικές κοινότητες. Έτσι έχει συνεργασία με τους μεταλλωρύχους της (ASM) για την βελτίωση του περιβάλλοντος τους, αλλά και την παροχή κινήτρων για την εκπαίδευση των ανηλίκων αντί την εργασία στα ορυχεία. Προωθεί επίσης νέες τεχνολογίες, όπως η Κατευθείαν Εκχύλιση Λιθίου (DLE), για την εξαγωγή λιθίου με ένα αποτελεσματικό τρόπο που μειώνει τη χρήση γης, τη χρήση νερού και τη χρήση ενέργειας. Για την παραγωγή Νικελίου συλλέγει τα στοιχεία εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα διυλιστηρίων και ορυχεία νικελίου και καταβάλει προσπάθειες για χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μείωσης της ρύπανσης. Έχει επενδύσει επίσης σε τεχνολογίες ανακύκλωσης για την ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων από τις μπαταρίες

της προστασία των δασών και της βιοποικιλότητας. Προσπάθειες έγιναν και για την μείωση των επικίνδυνων απόβλητων. Συνέπεια όλων των παραπάνω είναι ότι καταργήθηκαν 29 προμηθευτές, λόγω ανησυχιών σχετικά με τη τήρηση των συμφωνηθέντων. (<https://www.tesla.com/impact/environment> - Tesla Impact Report 2022). Η Toyota κοινοποιεί στους προμηθευτές της τις Οδηγίες Βιώσιμης Αγοράς, και τους ελέγχει στο εάν υλοποιήσουν τις δραστηριότητές τους με βάση τον σεβασμό των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και την προστασία τους περιβάλλοντος. Για να αντιμετωπιστούν τα βασικά παγκόσμια περιβαλλοντικά ζητήματα όπως η κλιματική αλλαγή, η έλλειψη νερού, η εξάντληση των πόρων και η υποβάθμιση της βιοποικιλότητας δημιουργήθηκε το Toyota Environmental Challenge 2050 , ενώ δημιουργεί επίσης και επικαιροποιημένα Περιβαλλοντικά Σχέδια Δράσης για μείωση της κατανάλωσης νερού ,την αποτελεσματική διαχείριση των λυμάτων και την προώθηση της ανακύκλωσης. Για την προστασία του περιβάλλοντος σχεδιάζει τρία σημαντικά έργα, Το Toyota Green Wave Project που αφορά δραστηριότητες δενδροφύτευσης , αποκατάστασης και διατήρησης οικοτόπων ,το Toyota Today for Tomorrow Project για την προστασία του περιβάλλοντος και το Toyota Education for Sustainable Development Project για την εκπαίδευση των ανθρώπων στην φροντίδα του περιβάλλοντος, (<https://www.toyota-europe.com/sustainability>). Η Volvo είναι η πρώτη αυτοκινητοβιομηχανία που σε συμφωνία με τους δύο παγκόσμιους προμηθευτές μπαταριών της, την CATL της Κίνας και την LG Chem της Νότιας Κορέαςφάρμοσε παγκόσμια την ιχνηλασιμότητα του κοβαλτίου που χρησιμοποιείται στις μπαταρίες της, εφαρμόζοντας τεχνολογία blockchain (<https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/260242/volvo-cars-to-implement-blockchain-traceability-of-cobalt-used-in-electric-car-batteries>). Όλοι οι προμηθευτές της Volkswagen είναι

υποχρεωμένοι με συμβάσεις να τηρούν υψηλά περιβαλλοντικά και κοινωνικά πρότυπα. Για το λίθιο ιδιαίτερα η εταιρία συνεργάζεται πολύ στενά με τους προμηθευτές σε Κίνα και Χιλή για να διασφαλίσει τη χρήση λιθίου με βιώσιμη εξόρυξη. Επίσης συλλέγει στοιχεία για να διαμορφώσει τη δική της εντύπωση για την παροχή νερού στην έρημο Atacama στη Χιλή με την υποστήριξη ανεξάρτητων ειδικών. Για να εξασφαλιστεί ο βιώσιμος εφοδιασμός όλων των πρώτων υλών συμμετέχει επίσης σε πρωτοβουλίες όπως η RMI και η Global Battery Alliance (GBA), ενώ είναι και ιδρυτικό μέλος της Γερμανικής Πρωτοβουλίας για τη βιοποικιλότητα (BIGC) (<https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/lithium-mining-what-you-should-know-about-the-contentious-issue-5867>). Η Nissan με το Corporate Ecosystem Services Review που αναπτύχθηκε από το Ινστιτούτο World Resources με την υποστήριξη του Παγκόσμιου Επιχειρηματικού Συμβουλίου για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και το Ινστιτούτο Meridian καθορίζει τις βασικές περιβαλλοντικές της προτεραιότητες. Αυτές περιλαμβάνουν , την προστασία του νερού από την εξόρυξη ορυκτών ,την προμήθεια ενέργειας αλλά και την αντιμετώπιση της διάβρωσης από τις εξορύξεις που επηρεάζουν αρνητικά τη βλάστηση και τη διατήρηση του εδάφους. Η εταιρία συμφωνώντας με τις αρχές του Διεθνούς Συμβουλίου για τα Μεταλλεία (ICMM) δεσμεύτηκε για την διατήρηση της βιοποικιλότητας , για ολοκληρωμένες προσεγγίσεις στον χωροταξικό σχεδιασμό και για συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών της επιδόσεων. Με το Plan Action NGP2022 έρχεται σε επαφή με ΜΚΟ, επενδυτές, εμπειρογνώμονες περιβάλλοντος για την καλύτερη χρήση του νερού, την βελτίωση της ποιότητας του αέρα, της μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα αλλά και της βέλτιστης προμήθειας ορυκτών και ενέργειας. Η Nissan έχει δώσει μεγάλη σημασία και στις δραστηριότητες ανακύκλωσης για τη μείωση του όγκου της εξόρυξης ορυκτών. Σχεδιάζει έτσι έργα για την

επαναχρησιμοποίηση, μεταπώληση, ανακατασκευή και ανακύκλωση μπαταριών
[\(\[https://www.nissan-global.com/EN/SUSTAINABILITY/LIBRARY/SR/2022/ASSETS/PDF/SR22_E_All.pdf\]\(https://www.nissan-global.com/EN/SUSTAINABILITY/LIBRARY/SR/2022/ASSETS/PDF/SR22_E_All.pdf\) - Nissan Sustainability Report 2022\)](https://www.nissan-global.com/EN/SUSTAINABILITY/LIBRARY/SR/2022/ASSETS/PDF/SR22_E_All.pdf)

Μια ανεξάρτητη ανάλυση των εκθέσεων βιωσιμότητας των μεγάλων κατασκευαστών αυτοκινήτων δείχνει ότι πράγματι το θέμα της βιοποικιλότητας αποτελεί βασικό στόχο για αυτές, παρόλο που δεν έχει για όλες την ίδια βαρύτητα. Επίσης οι προσεγγίσεις τους κυρίως επικεντρώνονται στα καθιερωμένα θέματα της κλιματικής αλλαγής, την έλλειψη πόρων και την διαχείριση του νερού. Όλες σχεδόν οι εταιρίες ελέγχουν τους προμηθευτές τους και αρκετές από αυτές μπορεί να τερματίσουν και συνεργασίες όταν οι προμηθευτές δεν συμμορφώνονται (Gaudillat, P. F. et al., 2017). Υπάρχουν επίσης αρκετές συνεργασίες μεταξύ των αυτοκινητοβιομηχανιών για τον συντονισμό των ενεργειών τους σε σχέση με την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλεί η εξόρυξη. Έτσι έχουν αναπτύξει το IMDS (International Material Data System) ένα πληροφοριακό σύστημα δεδομένων υλικού. Αρχικά, ήταν μια συνεργασία των Audi, BMW, Daimler, Ford, Opel, Porsche, VW και Volvo. Στην συνέχεια και άλλοι κατασκευαστές εντάχθηκαν στο IMDS που έγινε παγκόσμιο πρότυπο που χρησιμοποιείται σχεδόν από όλες τις αυτοκινητοβιομηχανίες. Στο IMDS, υπάρχουν δεδομένα για όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή αυτοκινήτων. Αυτό διευκολύνει την συμμόρφωση των κατασκευαστών αυτοκινήτων, άρα και των προμηθευτών τους, με τα πρότυπα, τους νόμους και τους κανονισμούς, εθνικούς και διεθνείς.

Οι περισσότερες επίσης εταιρίες εφαρμόζουν τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΠΔ ή EMS). Το EMS είναι ένα εθελοντικό εργαλείο που βοηθά τις εταιρίες να βελτιώσουν την περιβαλλοντική τους απόδοση. Τα πιο ευρέως

χρησιμοποιούμενα πρότυπα στα οποίο βασίζεται ένα EMS είναι ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) 14001 και το EMAS. Και τα δύο είναι διεθνώς αναγνωρισμένα συστήματα πιστοποιημένα ή επαληθευμένα από τρίτο μέρος για την παρακολούθηση της συμμόρφωσης των προμηθευτών. Το ISO 14001 θεωρείται από τους περισσότερους σήμερα η πιο σημαντική περιβαλλοντική πιστοποίηση. Με την εφαρμογή του ISO 14001 καθορίζονται οι εργασίες που οδηγούν σε μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου της ΕΕ (EMAS) είναι ένα εργαλείο διαχείρισης υψηλής ποιότητας που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο οποίο μπορούν να συμμετάσχουν εθελοντικά εταιρείες και άλλοι οργανισμοί για την αξιολόγηση, την αναφορά και τη βελτίωση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Το EMAS ενσωματώνει τις απαιτήσεις συστήματος διαχείρισης του ISO 14001, αλλά δίνει πρόσθετη έμφαση στη νομική συμμόρφωση, τη διαφάνεια, τις περιβαλλοντικές επιδόσεις και τη συμμετοχή των εργαζομένων. Μία επιχείρηση που θέλει να καταχωρηθεί στο EMAS θα πρέπει να θέσει στόχους βελτίωσης των περιβαλλοντικών της επιδόσεων (μείωση ρύπανσης, ανακύκλωση αποβλήτων, εξοικονόμηση ενέργειας κ.α.) και να κάνει τις απαραίτητες διοικητικές αλλαγές ώστε να το πετύχει. Φυσικά τα EMS από μόνα τους δεν αρκούν για να εγγυηθούν την βελτίωση των περιβαλλοντικές επιδόσεις, αλλά είναι ένα σημαντικό πρώτο βήμα που πρέπει να γίνει. Ειδικά ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας επιλέγει όλο και περισσότερο να αντιμετωπίσει τις περιβαλλοντικές ανησυχίες βελτιώνοντας την περιβαλλοντική διαχείριση με την εφαρμογή ενός ΣΠΔ. Σύμφωνα με την Ένωση Ευρωπαίων Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (ACEA), οι περισσότεροι(>85%) κατασκευαστές οχημάτων έχουν εφαρμόσει το ISO 14001 για τουλάχιστον ορισμένες εγκαταστάσεις παραγωγής (ACEA, 2013) με κάποιους να φθάνουν και το 100%. Έτσι

κατορθώνουν κυρίως μείωση των εκπομπών CO₂ και της δαπάνης ενέργειας. Οι μελέτες επίσης έχουν δείξει ότι η εφαρμογή ενός ΣΠΔ στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας δεσμεύοντας τις εταιρίες να επιτύχουν περιβαλλοντικές βελτιώσεις προκαλεί μία ουσιαστική βελτίωση του περιβάλλοντος που κυμαίνεται από 16,9% (βελτίωση στη χρήση των πόρων) ως και 42,7% (βελτίωση σε σχέση με τις εκλύσεις στο νερό) (Comoglio, C., & Botta, S. , 2012).

Εκτός όμως από τις αυτοκινητοβιομηχανίες και άλλες εταιρίες που σχετίζονται με την παράγωγή μπαταριών επενδύουν σε νέες τεχνολογίες για την μείωση των προβλημάτων της εξόρυξης. Οι εταιρίες Redwood Materials αλλά και η Li-Cycle προτείνουν νέους τρόπους ανακύκλωσης μπαταριών για την μεγαλύτερη προμήθεια πρώτων υλών από αυτές. Ενώ η εταιρεία καθαρής τεχνολογίας Aceleron πρωτοστατεί στην δημιουργία μπαταριών που είναι πιο εύκολο να αποσυναρμολογηθούν και να ανακυκλωθούν (<https://www.weforum.org/agenda/2021/05/electric-vehicle-battery-recycling-circular-economy/>) (World Economic Forum). Στην ανακύκλωση επενδύει και η εταιρεία CATL στην Ινδονησία (<https://oxfordbusinessgroup.com/articles-interviews/mining-and-electric-vehicles-what-can-be-done-to-reduce-the-carbon-footprint>). Ενώ εταιρείες όπως η Panasonic για να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που προκαλεί η εξόρυξη κοβαλτίου αναπτύσσουν κύτταρα ιόντων λιθίου χωρίς κοβάλτιο (<https://www.technia.com/blog/how-sustainable-is-electric-vehicle-manufacturing/>).

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ.

Εισαγωγή

Το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών της Χημείας Β' Γυμνασίου προβλέπει την διδασκαλία για την ρύπανση του περιβάλλοντος στην διάρκεια δύο (2) διδακτικών ωρών. Το θέμα της παρούσας εργασίας έχει άμεση σχέση με την ρύπανση αφού η χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων την αντιμετωπίζει, αλλά η εξόρυξη των υλικών των μπαταριών τους την προκαλεί. Έτσι στην διάρκεια των προβλεπόμενων δύο διδακτικών ωρών έγινε διδασκαλία για την ρύπανση με αφορμή τα ηλεκτρικά οχήματα, ώστε να μελετηθούν και οι απόψεις των μαθητών για τα ηλεκτροκίνητα οχήματα αλλά και για την κλιματική κρίση, με την χρήση ερωτηματολογίων.

Στην έρευνα συμμετείχαν 60 μαθητές 4 τμημάτων της Β' τάξης του 9^{ου} Γυμνασίου Βόλου. Χρησιμοποιήθηκαν απλά ερωτηματολόγια με την πενταβάθμια κλίμακα Likert. Την πρώτη διδακτική ώρα δόθηκαν γενικά ερωτηματολόγια στους μαθητές για να φανούν οι απόψεις τους για τα περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και ειδικότερα για την χρήση ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Η μελέτη έπειτα έγινε με διαφορετικό τρόπο στους μαθητές. Στους μαθητές των δύο πρώτων τμημάτων (ομάδα Α) αφού απάντησαν τα ερωτηματολόγια τους δόθηκε σαν εργασία για το σπίτι να βρουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Οι εργασίες έπρεπε να παραδοθούν σε τρεις εβδομάδες αφού μεσολαβούσαν οι διακοπές του Πάσχα και θα ήταν ενισχυτικές για την βαθμολογία τους. Στους μαθητές των δύο άλλων τμημάτων (ομάδα Β) έγινε διδασκαλία στην τάξη για το ίδιο θέμα. Με την επιστροφή των μαθητών μετά από τρεις εβδομάδες, έγινε η δεύτερη διδακτική ώρα, στην οποία δόθηκαν τα νέα ερωτηματολόγια. Σε αυτά υπήρχαν ερωτήσεις από τα πρώτα

ερωτηματολόγια , αλλά και καινούργιες για να φανούν τα αποτελέσματα του διαφορετικού τρόπου διδασκαλίας. Μετά την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, έγινε η αντίστοιχη συζήτηση με τους μαθητές. Η επιλογή τμημάτων έγινε με τρόπο ώστε το γνωστικό επίπεδο των τμημάτων να είναι παρόμοιο (σε κάθε ομάδα υπήρχε ένα καλό και ένα μέτριο γνωστικά τμήμα). Για την επεξεργασία των ερωτηματολογίων επιλέχθηκαν μόνο εκείνα των μαθητών που ήταν και τις δύο μέρες στο σχολείο και όσων από την ομάδα Α πραγματοποιήσαν τις εργασίες τους. Η στατιστική ανάλυση έγινε με SPSS και ο δείκτης αξιοπιστίας ήταν ο Cronbach A .

Αρχικό ερωτηματολόγιο

Για τα αρχικά ερωτηματολόγια της ομάδας Α είχαμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	30	100,0

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,781	,793	9

Ενώ τα αποτελέσματα για την ομάδα Β ήταν:

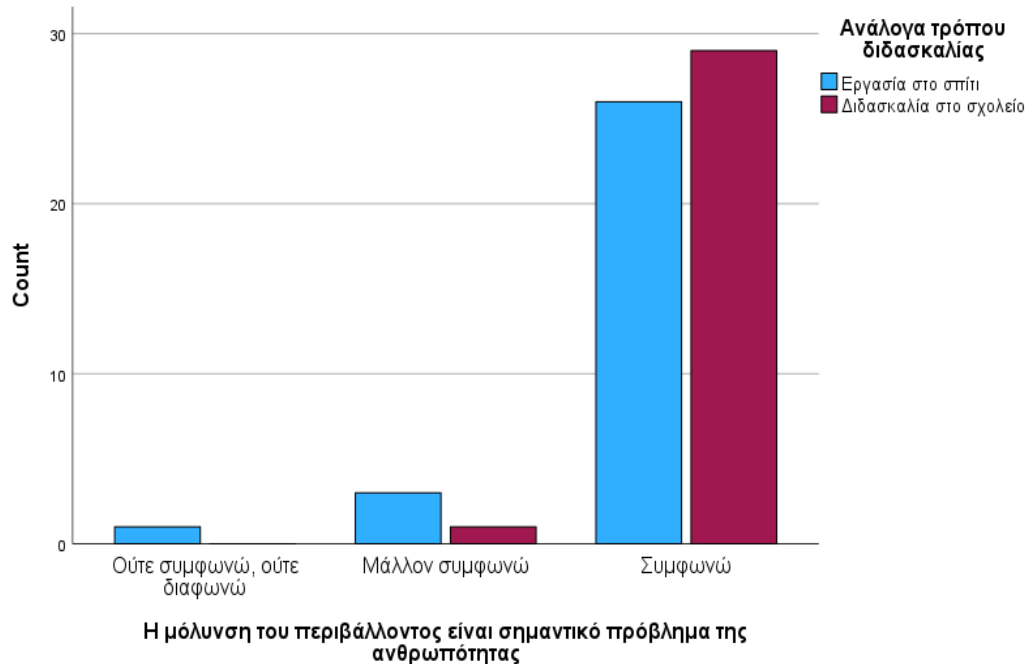
Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	30	100,0

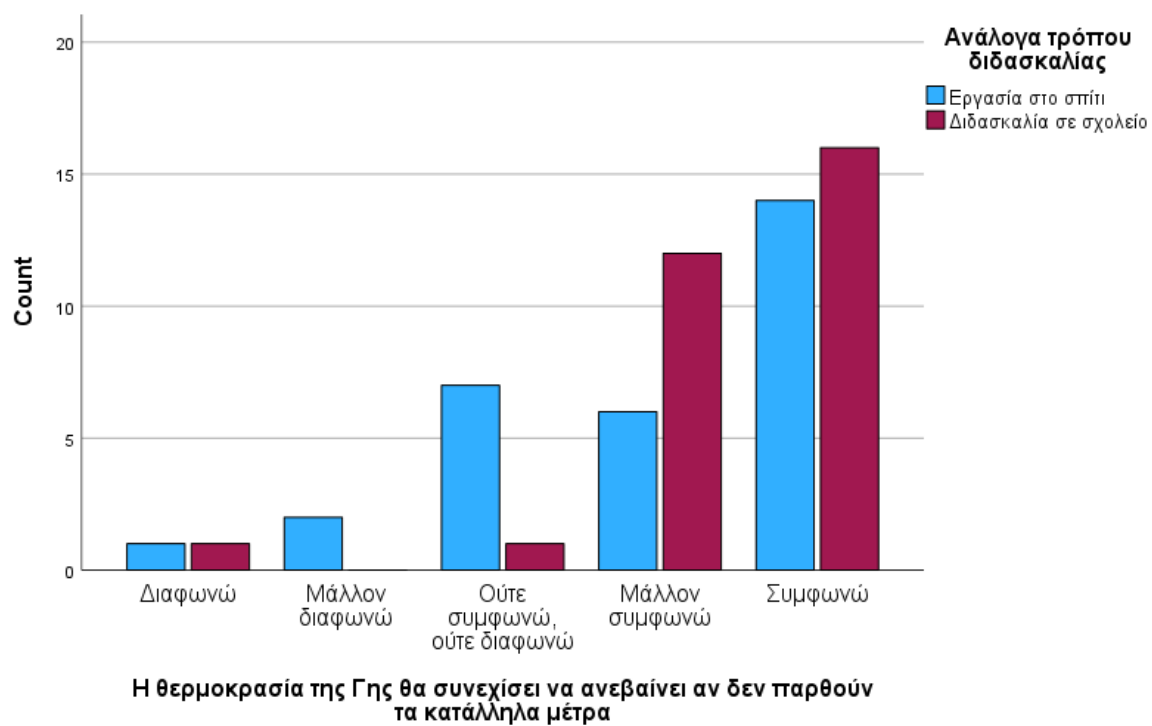
Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,760	,732	9

Τα αποτελέσματα από την στατιστική επεξεργασία των πρώτων ερωτηματολογίων φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Στα δύο πρώτα σχήματα φαίνονται οι απόψεις των μαθητών για τα περιβαλλοντικά προβλήματα.



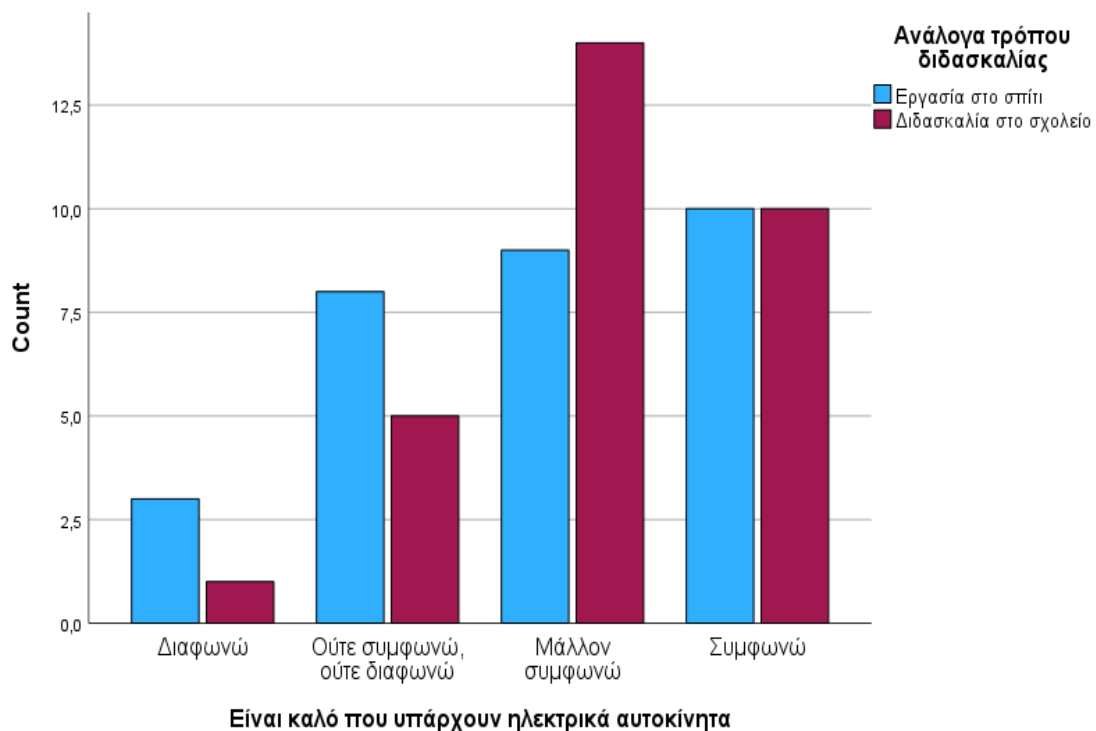
Σχήμα 9



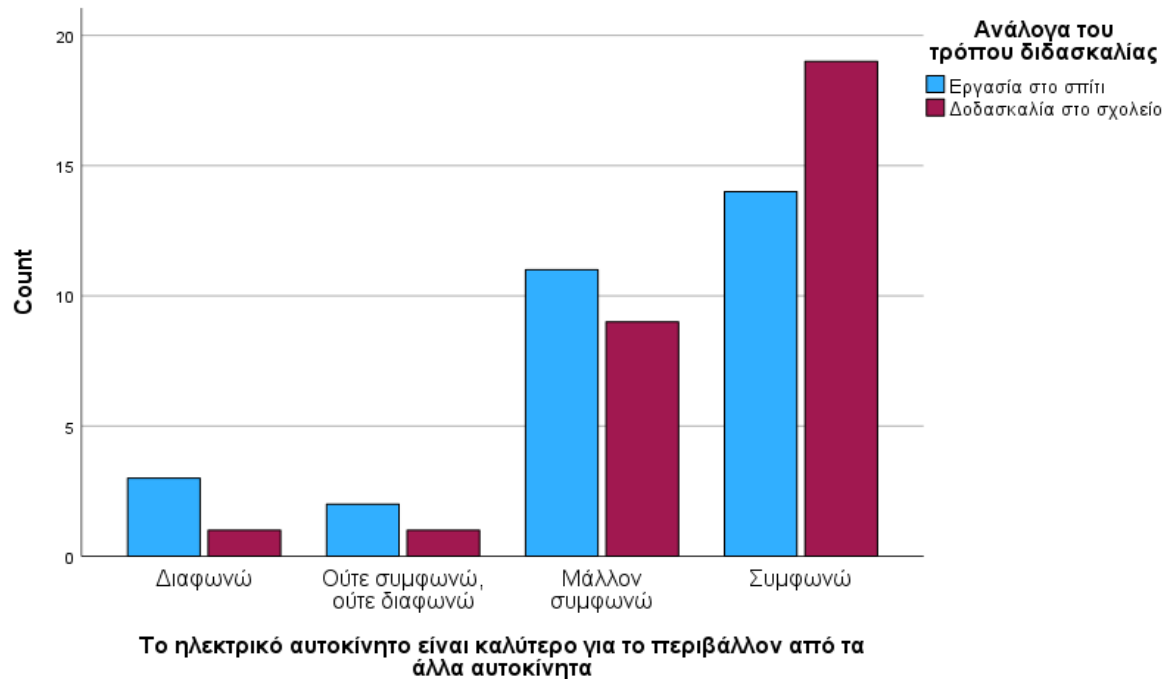
Σχήμα 10

Από τα σχήματα 9 και 10 φαίνεται ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό ότι η ρύπανση είναι ένα σημαντικό πρόβλημα της ανθρωπότητας (συμφωνούν και μάλλον συμφωνούν 59/60). Τα ποσοστά όμως όσων συμφωνούν με την άνοδο της θερμοκρασίας της Γης είναι αισθητά μικρότερα (συμφωνούν και μάλλον συμφωνούν 20/30 στην ομάδα Α και 28/30 στην ομάδα Β, σύνολο 48/60 ή 80%). Αυτό είναι κάτι που προβληματίζει, γιατί δείχνει ότι αρκετοί μαθητές, όπως και ένα σημαντικό κομμάτι της κοινωνίας δεν έχει πειστεί για την κλιματική αλλαγή. Από τα διαγράμματα φαίνεται επίσης ότι τυχαίνει οι μαθητές των τμημάτων της ομάδας Β να είναι πιο ευαισθητοποιημένοι.

Στα επόμενα 5 σχήματα έχουμε τις απαντήσεις των μαθητών σχετικά με ερωτήματα που αφορούν τα ηλεκτρικά οχήματα.

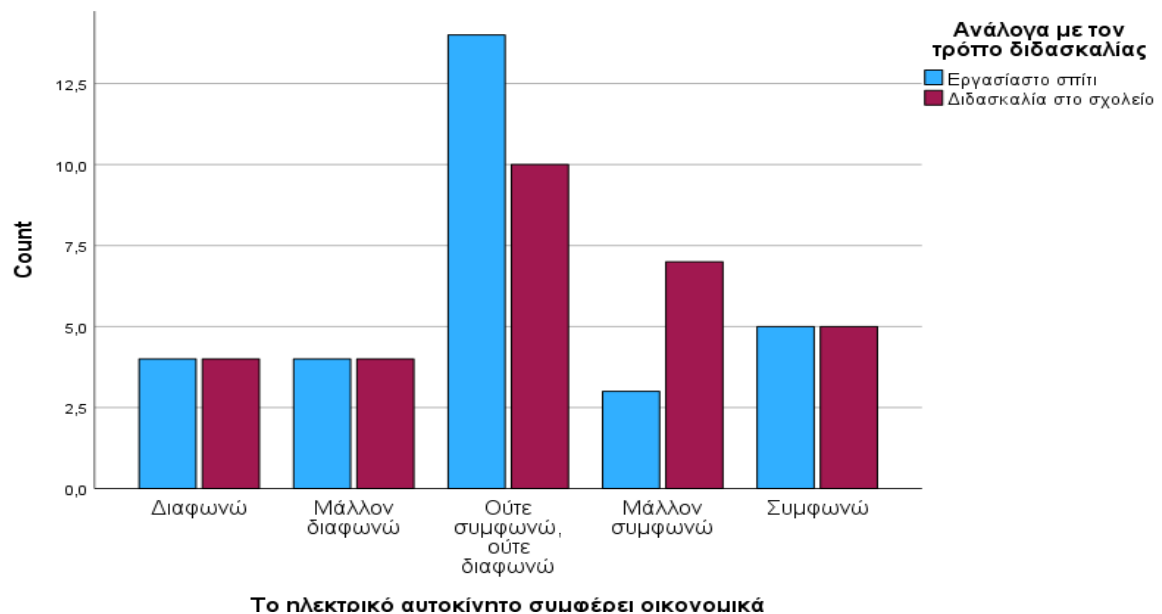


Σχήμα 11



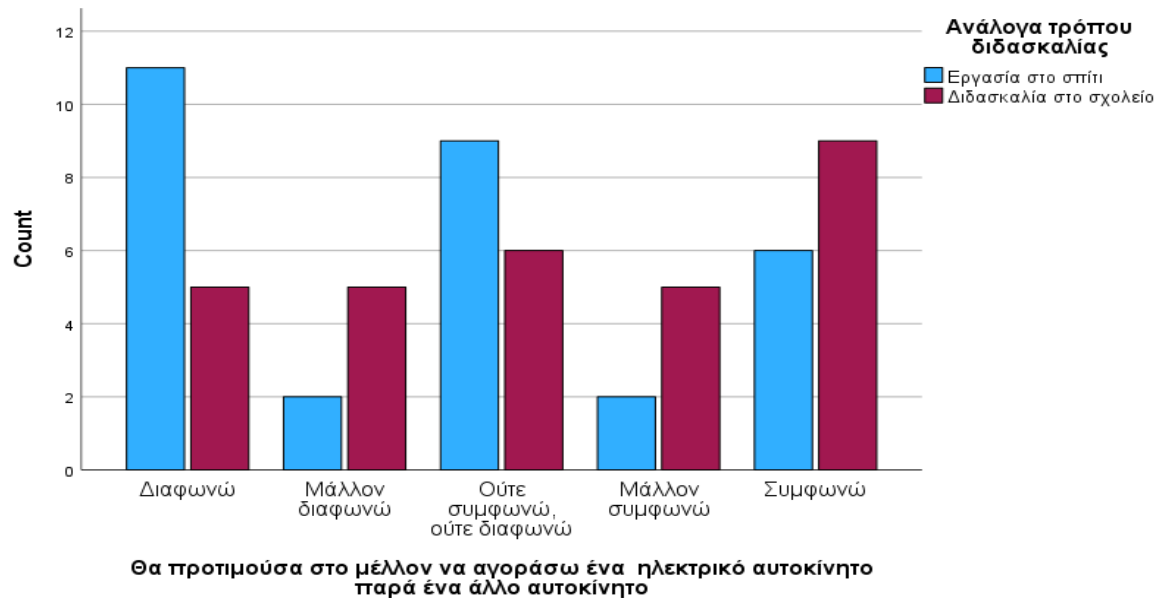
Σχήμα 12

Οι μαθητές θεωρούν καλό που υπάρχουν ηλεκτρικά αυτοκίνητα (συμφωνούν και μάλλον συμφωνούν 43/60, 72%) και πιστεύουν ότι είναι καλύτερα για το περιβάλλον σε σχέση με τα άλλα αυτοκίνητα (συμφωνούν και μάλλον συμφωνούν 43/60, 72%).

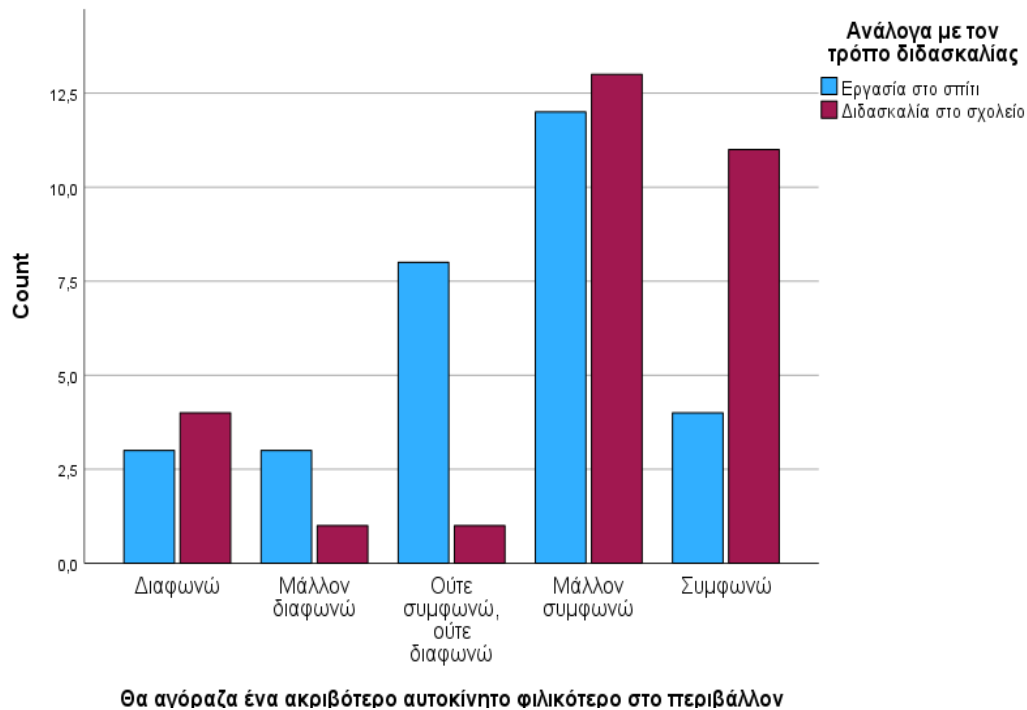


Σχήμα 13

Μόνο ένας στους τρεις (20/60, 33%) πιστεύουν ότι το ηλεκτρικό αυτοκίνητο συμφέρει οικονομικά.



Σχήμα 14

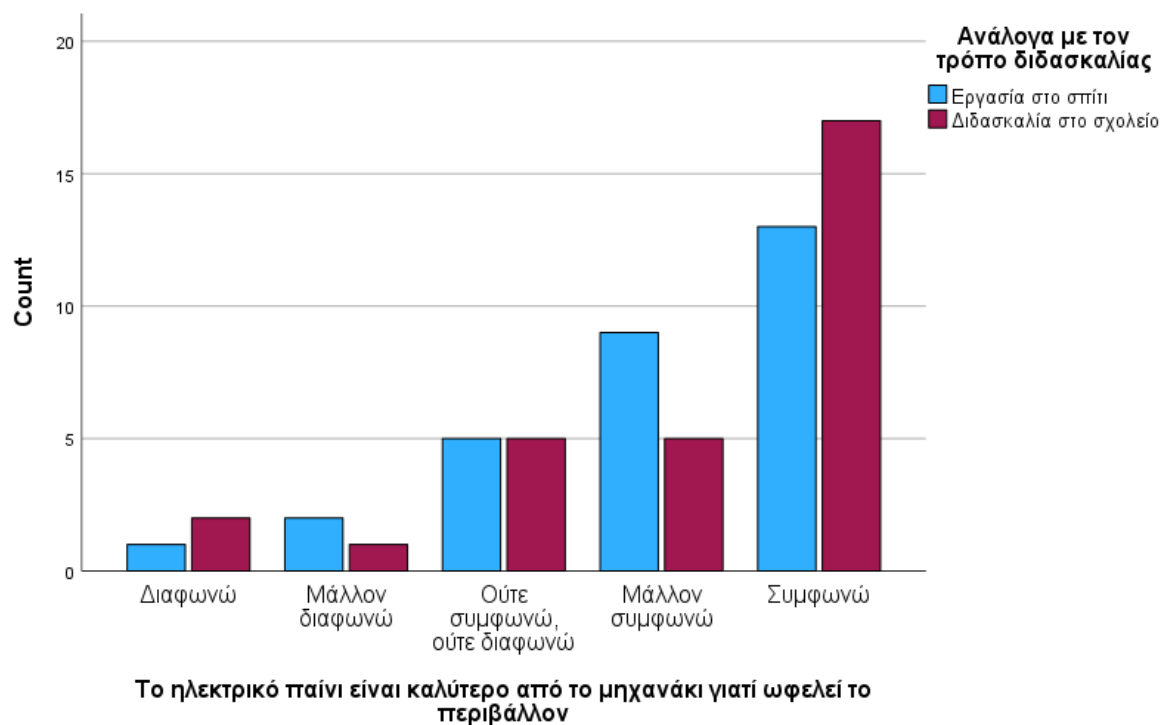


Σχήμα 15

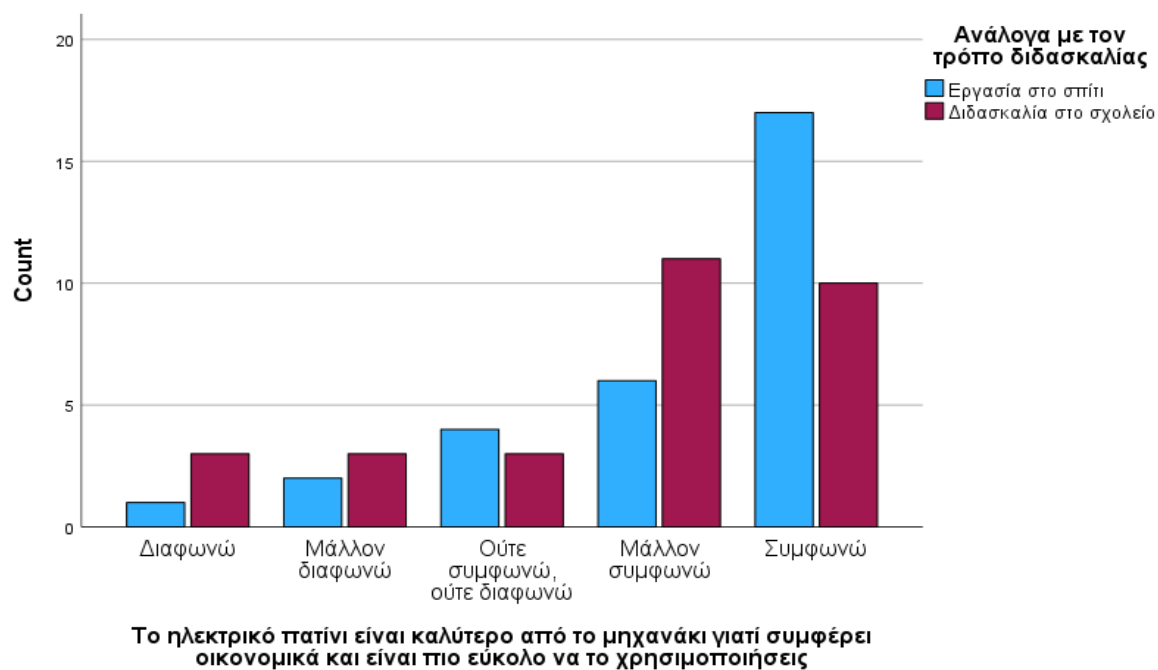
Τα σχήματα 14 και 15 δείχνουν ότι ένας στους τρεις (20/60, 33% συμφωνούν και μάλλον συμφωνούν) να αγοράσουν στο μέλλον ηλεκτρικά αυτοκίνητα , ενώ δύο στους τρεις (40/60 , 67% συμφωνούν και μάλλον συμφωνούν) ότι θα αγόραζαν ένα ακριβότερο αυτοκίνητο αν ήταν φιλικότερο στο περιβάλλον.

Από τα πέντε τελευταία σχήματα φαίνεται ότι οι μαθητές σε ποσοστό περίπου 70% θεωρούν καλά τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και χρήσιμα για το περιβάλλον. Στο ίδιο ποσοστό θα αγόραζαν ακριβότερα αλλά φιλικότερα στο περιβάλλον αυτοκίνητα. Όμως μόνο οι μισοί 33/% θα αγόραζαν στο μέλλον ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Αυτό δείχνει ότι προφανώς δεν έχουν πειστεί πραγματικά για τα περιβαλλοντικά του οφέλη. Πολλοί λίγοι επίσης (33%) πιστεύουν ότι το ηλεκτρικό αυτοκίνητο συμφέρει οικονομικά. Από τις απαντήσεις φαίνεται επίσης ότι ενώ σχεδόν όλοι θεωρούν την μόλυνση σημαντικό πρόβλημα και 80% πιστεύει στην κλιματική αλλαγή , μόνο 67% θα πλήρωνε περισσότερο για ένα φιλικότερο στο περιβάλλον αυτοκίνητο. Και από τα σχήματα αυτά φαίνεται επίσης ότι τυχαίνει οι μαθητές των τμημάτων της ομάδας Β να είναι πιο ευαισθητοποιημένοι.

Στα επόμενα δύο ερωτήματα του ερωτηματολογίου μελετήθηκαν οι απόψεις των μαθητών για τα ηλεκτρικά πατίνια με την χρήση και την παρουσία των οποίων είναι πιο εξοικειωμένοι οι μαθητές και αποτελούν και αυτά ηλεκτροκίνητα οχήματα.



Σχήμα 16



Σχήμα 17

Από τα σχήματα 16 και 17 φαίνεται ότι 44/60 (73%) μαθητές πιστεύουν ότι το πατίνι είναι φιλικότερο στο περιβάλλον από το βενζινοκίνητο μηχανάκι. Ενώ το ίδιο ποσοστό θεωρεί το πατίνι πιο οικονομικό. Στα συγκεκριμένα ερωτήματα δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στις απόψεις των μαθητών της ομάδας Α από τους μαθητές της ομάδας Β.

Συμπεράσματα αρχικού ερωτηματολογίου

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα του πρώτου ερωτηματολογίου μπορούμε να πούμε ότι προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1^ο Όλοι σχεδόν οι μαθητές (98%) κατανοούν ότι η ρύπανση είναι σημαντικό πρόβλημα της ανθρωπότητας και αρκετοί (80%) πιστεύουν στην κλιματική αλλαγή. Αντίστοιχη εργασία της Μαριεττή, Β. (2019), σε μαθητές της ίδιας τάξης έδειξε παρόμοια αποτελέσματα., με το 89% των μαθητών σε εκείνη την εργασία να πιστεύουν ότι η κλιματική αλλαγή δεν είναι φυσικό φαινόμενο

2^ο Οι μαθητές δηλώνουν ότι θεωρούν καλά και περιβαλλοντικά χρήσιμα τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα (72%). Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί και με την εργασία της Ποζαπαλίδου, Σ. Η. (2011). Σε αυτήν 68% των μαθητών έχουν παρόμοια αντίληψη.

3^ο Οι μαθητές θα αγόραζαν αυτοκίνητα φιλικότερα στο περιβάλλον , ακόμα και εάν ήταν ακριβότερα (67%) , οι μισοί όμως (33%) ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με το 2^ο συμπέρασμα και δείχνει ότι προφανώς δεν έχουν πειστεί ουσιαστικά για την ωφέλεια του. Είναι επίσης χαρακτηριστικό το γεγονός ότι ενώ 98% θεωρεί την ρύπανση πρόβλημα, μόνο το 67% θα πλήρωνε περισσότερο για την αντιμετώπιση της. Σε μαθητές που αυτή την στιγμή δεν έχουν εισόδημα οι απαντήσεις αυτές ίσως δείχνουν και μία διάθεση μεταφοράς των ευθυνών αλλού.

4^{ov} Μόνο 33% θεωρεί ότι το ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι πιο οικονομικό. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε ελλιπή ενημέρωση τους ή σε γνώση μόνο της τιμής απόκτησης του.

5^{ov} Σχετικά με τα ηλεκτρικά πατίνια φαίνεται ότι το ίδιο περίπου ποσοστό (73%) τα θεωρεί πιο φιλικά στο περιβάλλον (72% όσοι πιστεύουν το ίδιο για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα). Οι μαθητές θεωρούν πιο οικονομικά τα ηλεκτρικά πατίνια (73%), κάτι που δείχνει την καλύτερη ενημέρωση τους σε σχέση με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Τελικό ερωτηματολόγιο

Αφού μελετήθηκαν τα αποτελέσματα των πρώτων ερωτηματολογίων, στο επόμενο μάθημα δόθηκαν καινούργια ερωτηματολόγια στους μαθητές. Τα καινούργια ερωτηματολόγια είχαν δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος υπήρχαν τρεις ερωτήσεις ίδιες με των πρώτων ερωτηματολογίων. Οι ερωτήσεις αφορούσαν το ηλεκτρικό αυτοκίνητο και σκοπός ήταν να φανεί αν ο διαφορετικός τρόπος διδασκαλίας προκάλεσε διαφορετική γνωστική αλλαγή στις δύο ομάδες μαθητών. Η στατιστική επεξεργασία έγινε πάλι με SPSS και δείκτης αξιοπιστίας ήταν ο Cronbach A. Τα αποτελέσματα τους φαίνονται παρακάτω:

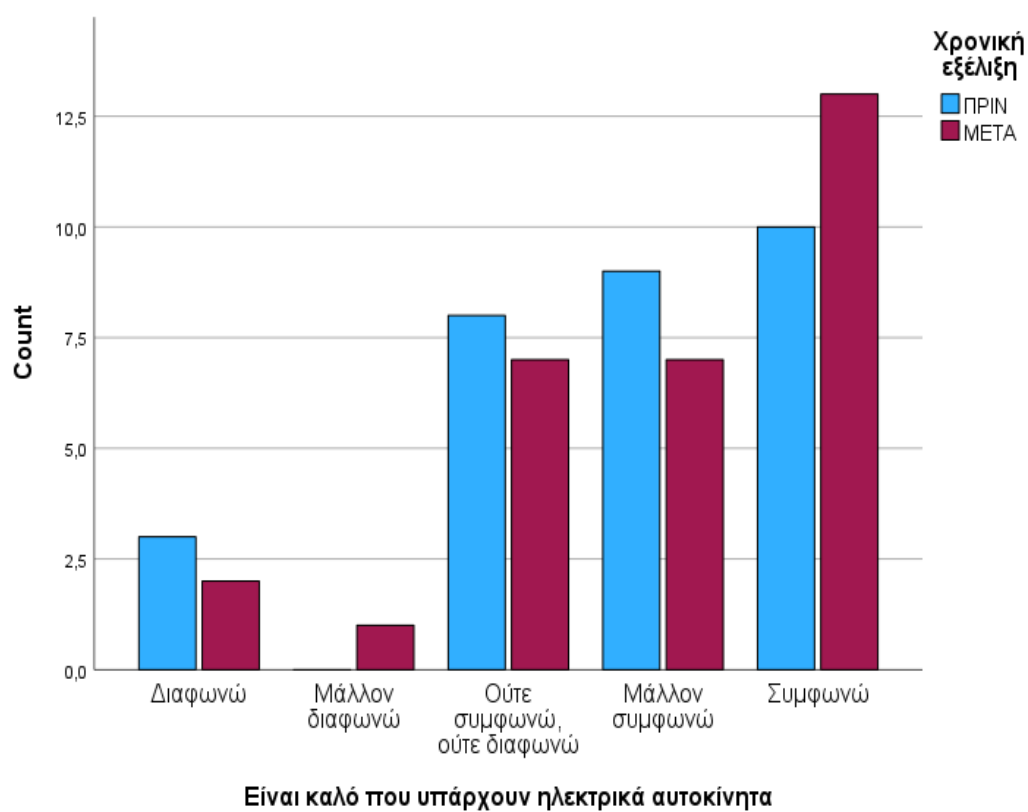
Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	30	100,0

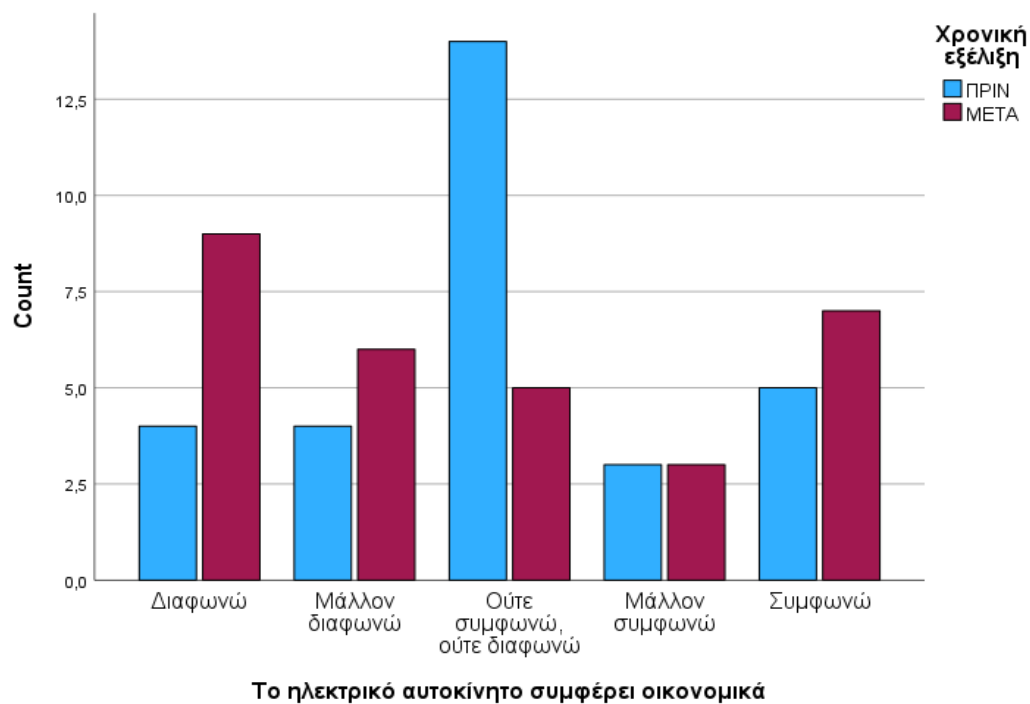
Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,731	,732	3

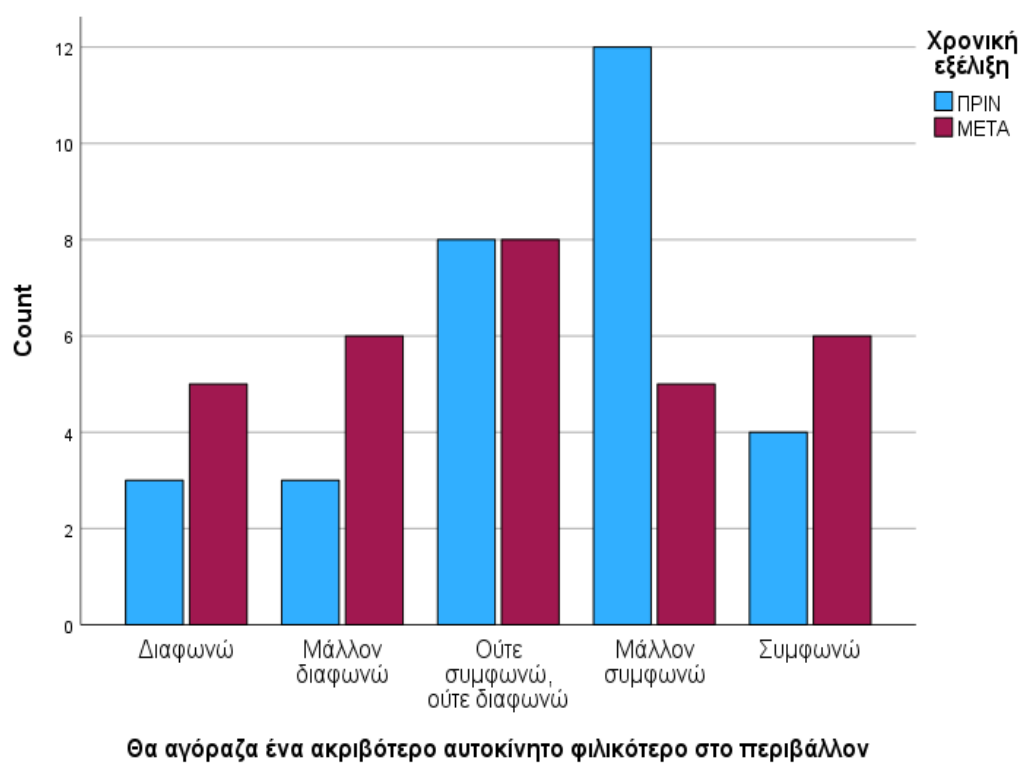
Για τους μαθητές της ομάδας Α που μελέτησαν το θέμα με εργασία στο σπίτι ,τα παρακάτω σχήματα δείχνουν το πώς άλλαξαν οι απόψεις των μαθητών



Σχήμα 18



Σχήμα 19



Σχήμα 20

Από την μελέτη των απαντήσεων φαίνεται ότι για τους μαθητές που μελέτησαν το θέμα με εργασία στο σπίτι:

1^{ov} Υπάρχει μία μικρή στα όρια όμως του στατιστικού λάθους μετακίνηση των απόψεων του μαθητών στα θετικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

2^{ov} Στην οικονομική πλευρά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, υπάρχει μία αντίστοιχη μικρή μετακίνηση σε πιο αρνητικές απόψεις όμως.

3^{ov} Πιο σημαντική αρνητική μετακίνηση (5/30 ή 17%) διαπιστώνεται στο αν θα αγόραζαν ένα ακριβότερο αλλά φιλικότερο προς το περιβάλλον αυτοκίνητο.

Για τους μαθητές της ομάδας Β που διδάχθηκαν το θέμα στο σχολείο υπήρχαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

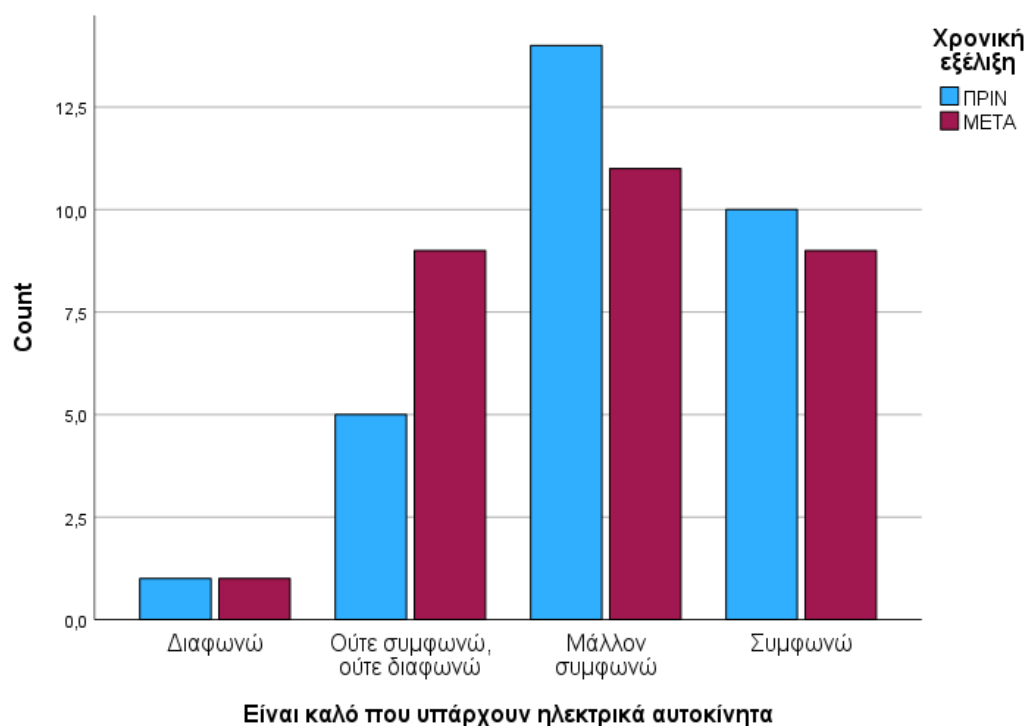
Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	30	100,0

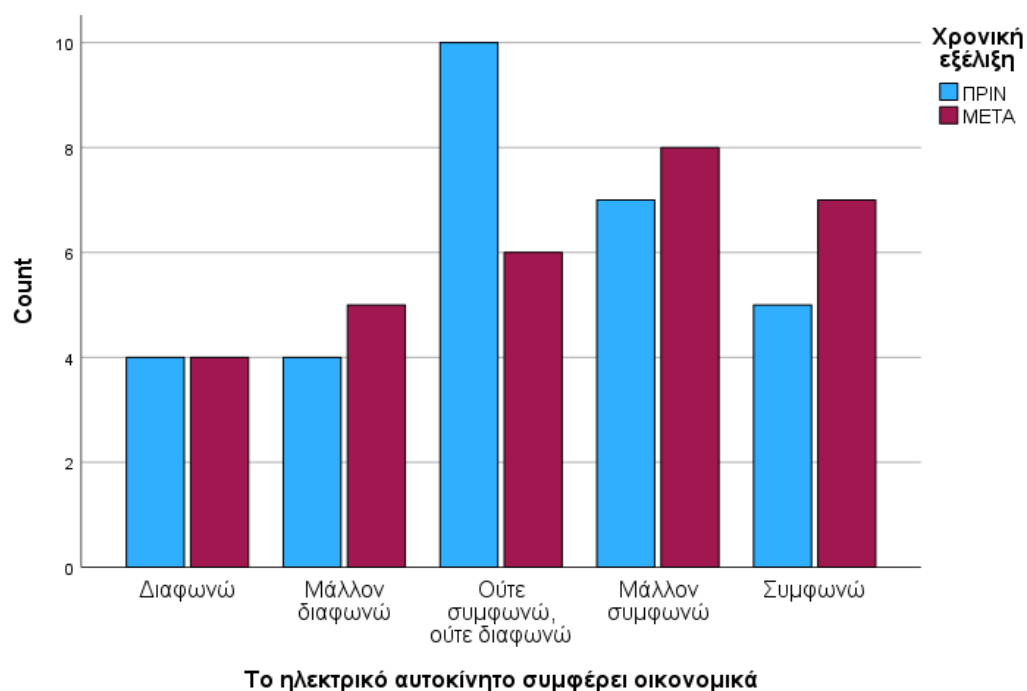
Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,667	,669	3

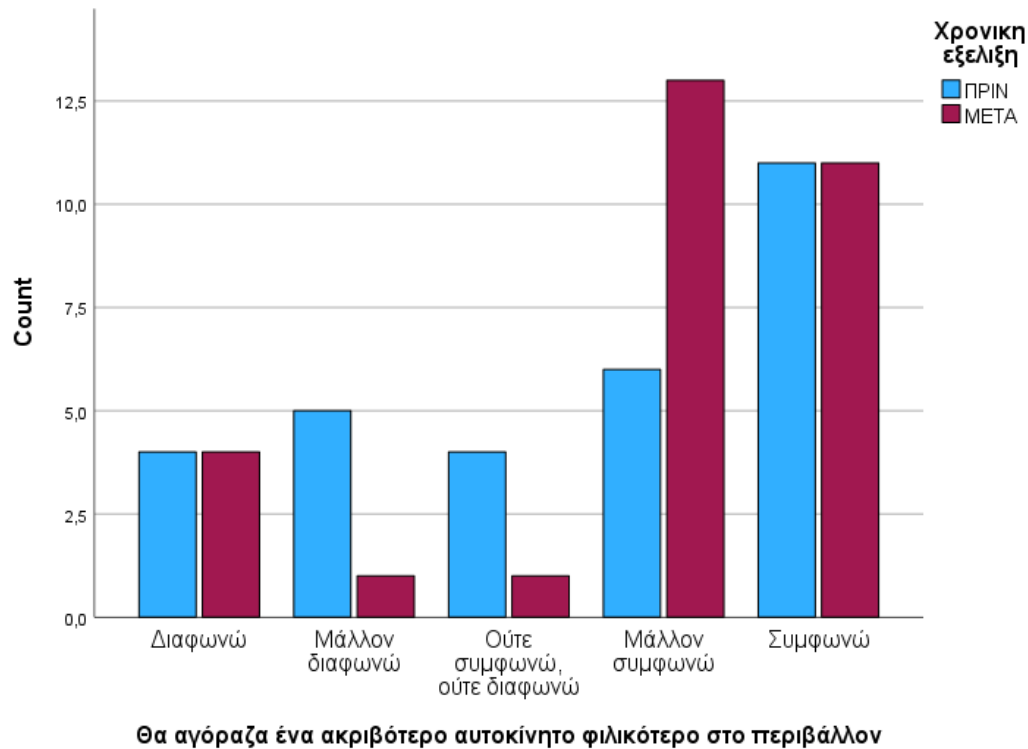
Οι αντίστοιχες **απαντήσεις** των μαθητών φαίνονται στα σχήματα που ακολουθούν:



Σχήμα 21



Σχήμα 22



Σχήμα 23

Άρα για τους μαθητές που διδάχθηκαν με τον παραδοσιακό τρόπο για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1^{ον} Ένα ποσοστό 10% των μαθητών λιγότερο από το αρχικό συμφωνεί με το ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι καλά.

2^{ον} Λίγο περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι το αυτοκίνητο συμφέρει οικονομικά.

3^{ον} Βελτιώθηκε σημαντικά 23% των μαθητών που θα αγόραζαν ένα ακριβότερο αλλά πιο φιλικό στο περιβάλλον αυτοκίνητο.

Συμπεράσματα 1^{ου} μέρους του τελικού ερωτηματολογίου

Συνολικά φαίνεται ότι στα ερωτήματα που αφορούσαν το αν είναι καλό το ηλεκτρικό αυτοκίνητο και αν συμφέρει οικονομικά υπήρχαν θετικές και αρνητικές αλλαγές στα όρια όμως του στατιστικού λάθους. Εκεί που υπήρχε σημαντική αλλαγή ήταν στις απόψεις των μαθητών για την αγορά ακριβότερου αλλά και φιλικότερου προς το περιβάλλον αυτοκινήτου. Υπήρχε μία αλλαγή προς το θετικό (23%) των μαθητών που θα προτιμούσαν ένα τέτοιο αυτοκίνητο στους μαθητές της ομάδας Β που διδάχθηκαν για τα πλεονεκτήματα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου στην τάξη. Ενώ στους μαθητές της ομάδας Α που πήραν το ίδιο θέμα σαν εργασία υπήρχε μία αρνητική μεταβολή (17%). Από τις εργασίες επίσης των μαθητών φάνηκε ότι όλοι σχεδόν στηρίχτηκαν σε απλές αναζητήσεις στο διαδίκτυο, στις οποίες η συνεισφορά του αυτοκινήτου στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής δεν αναφέρεται σαν το πρώτο ή δεύτερο πλεονέκτημα τους, αλλά πολύ χαμηλότερα. Θα μπορούσε να πει λοιπόν κανείς ότι η διδασκαλία στην τάξη έχει θετικότερα αποτελέσματα στην ευαισθητοποίηση των μαθητών.

2^ο μέρος του τελικού ερωτηματολογίου

Στο δεύτερο μέρος των ερωτηματολογίων τέθηκαν καινούργιες ερωτήσεις για να φανεί ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών για ζητήματα ηλεκτρικών οχημάτων αλλά και περιβάλλοντος μετά τους διαφορετικούς τρόπους που επιλέχθηκαν για να ενημερωθούν για τα ζητήματα αυτά. Η επεξεργασία των ερωτηματολογίων έγινε πάλι με SPSS χρησιμοποιώντας τον δείκτη αξιοπιστίας Cronbach A. Τα αποτελέσματα για την κάθε ομάδα ήταν τα εξής:

Για την ομάδα Α

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	30	100,0

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,709	,713	6

Ενώ για την ομάδα Β

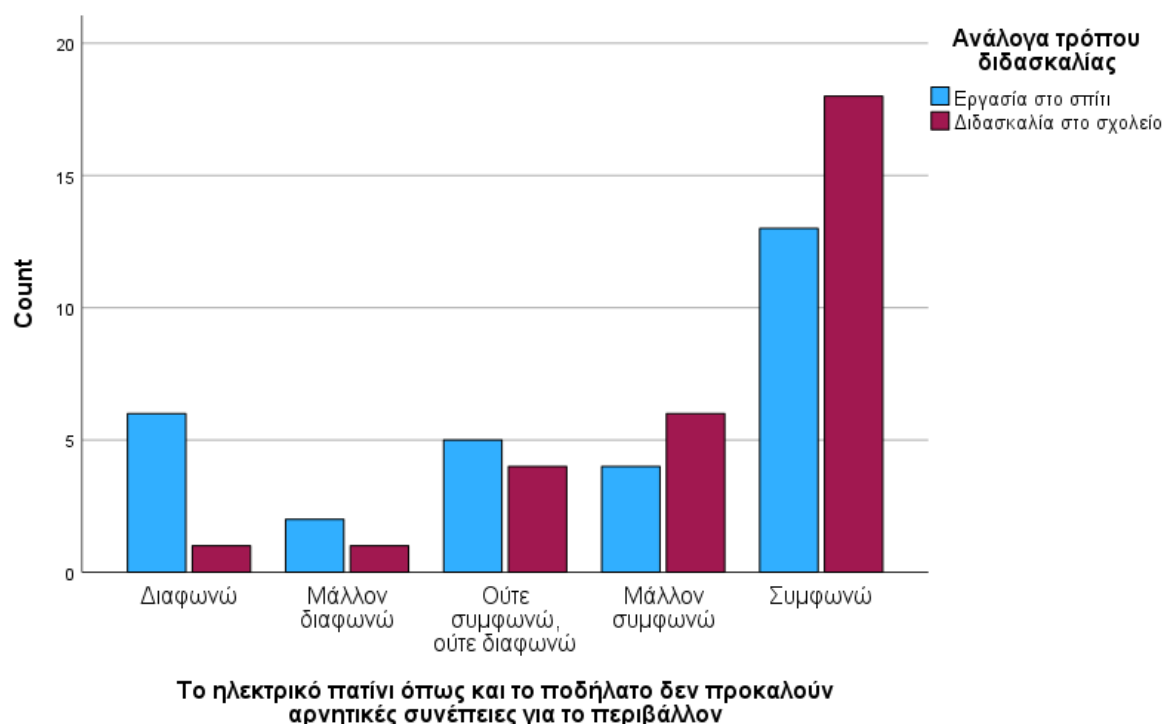
Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	30	100,0

Reliability Statistics

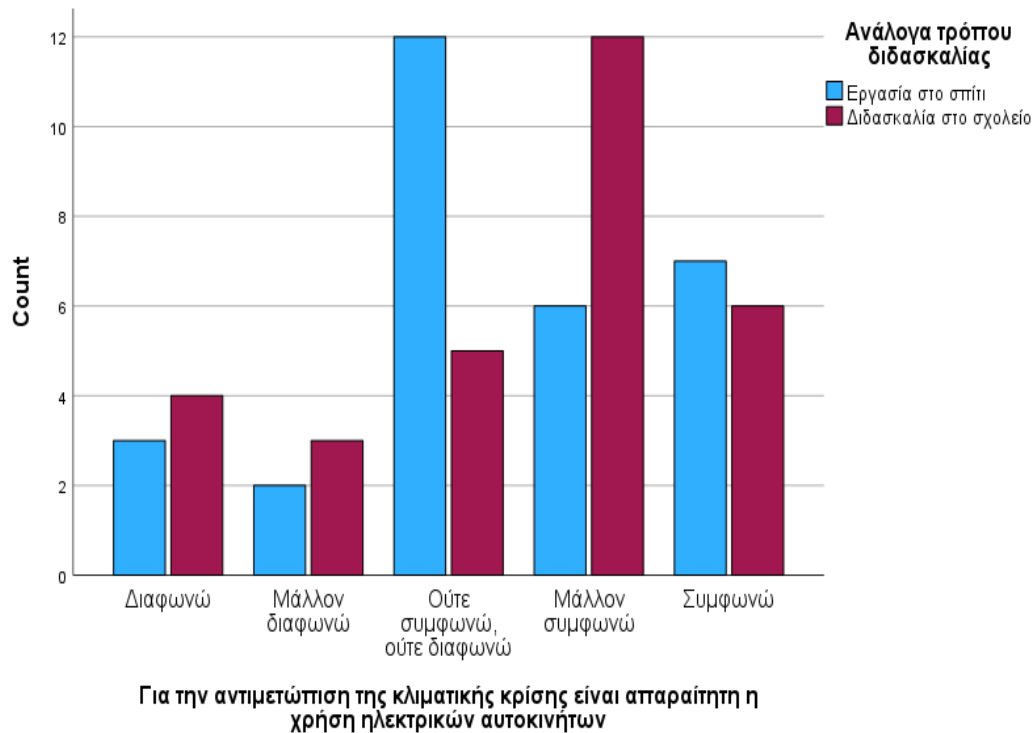
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,710	,690	6

Η στατιστική επεξεργασία των ερωτηματολογίων έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι μαθητές της ομάδας Β ήταν γενικά πιο πολύ συνειδητοποιημένοι για τα περιβαλλοντικά ζητήματα από ότι οι μαθητές της ομάδας Α, όπως έδειξαν τα αρχικά ερωτηματολόγια.



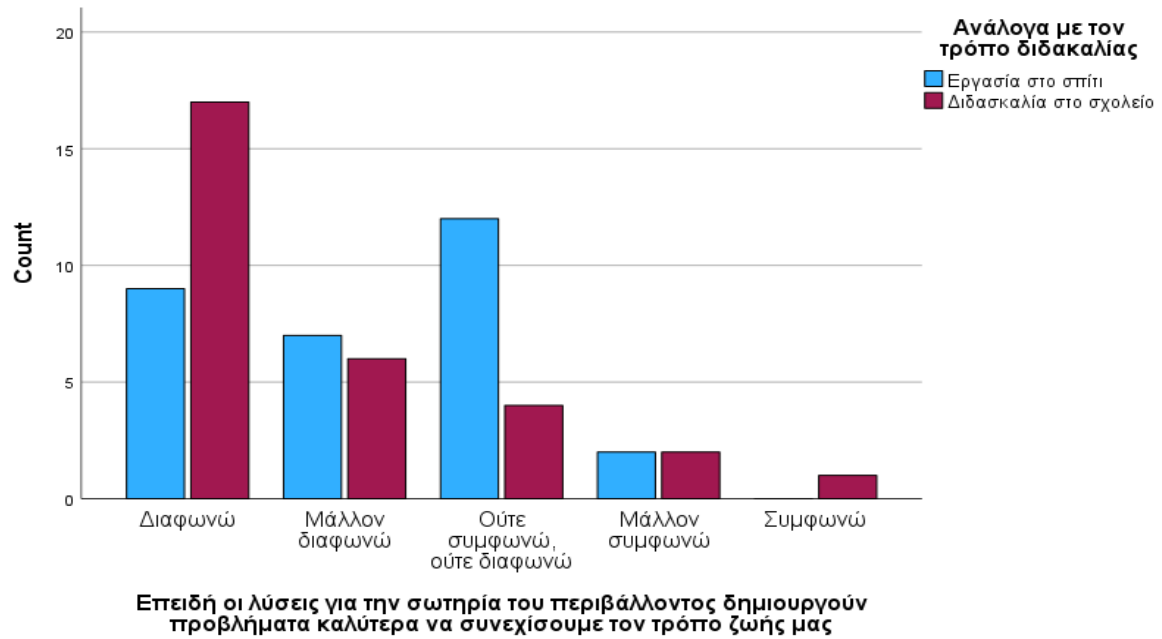
Σχήμα 24

Από το σχήμα 24 αυτό φαίνεται ότι οι μαθητές της ομάδας Β θεωρούν σχεδόν όλοι ότι το ηλεκτρικό πατίνι δεν προκαλεί αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον. Αντίθετα στην ομάδα Α παρόλο που η πλειοψηφία έχει την ίδια άποψη, υπάρχουν και αρκετοί μαθητές (13/30, 43%) που δεν συμφωνούν.



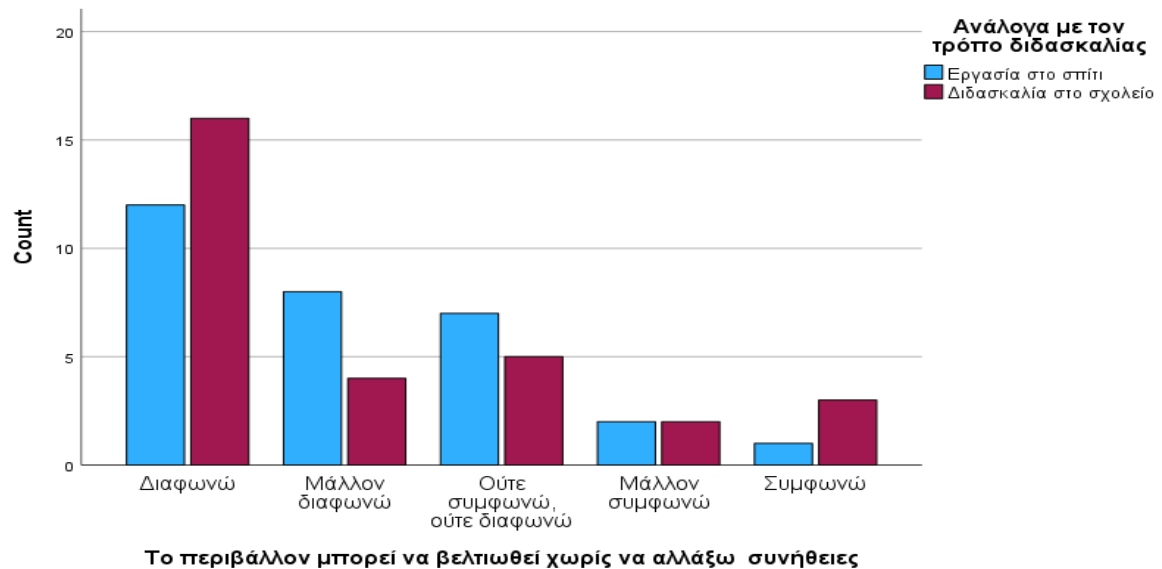
Σχήμα 25

Από το σχήμα 25 φαίνεται ότι περίπου οι μισοί μαθητές (31/60) θεωρούν απαραίτητη την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης. Το ποσοστό είναι μεγαλύτερο στους μαθητές της ομάδας Β, που και τα αρχικά ερωτηματολόγια είχαν δείξει την μεγαλύτερη περιβαλλοντική τους ευαισθησία



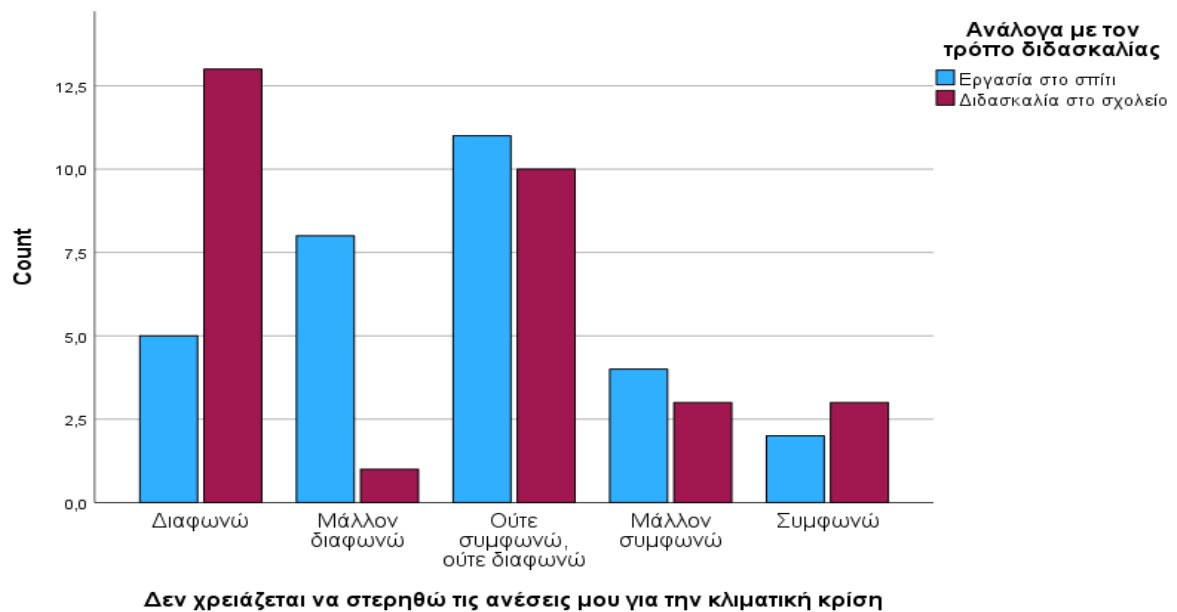
Σχήμα 26

Όπως δείχνει και το σχήμα η πλειοψηφία των μαθητών (39/60 , 65%) καταλαβαίνει ότι για την σωτηρία του περιβάλλοντος πρέπει να αλλάξει ο τρόπος ζωής του, ανεξάρτητα από τα τυχόν προβλήματα που μπορεί να δημιουργήσουν κάποιες προτεινόμενες λύσεις. Η ομάδα Β πάλι έχει τις πιο φιλικές στο περιβάλλον απόψεις

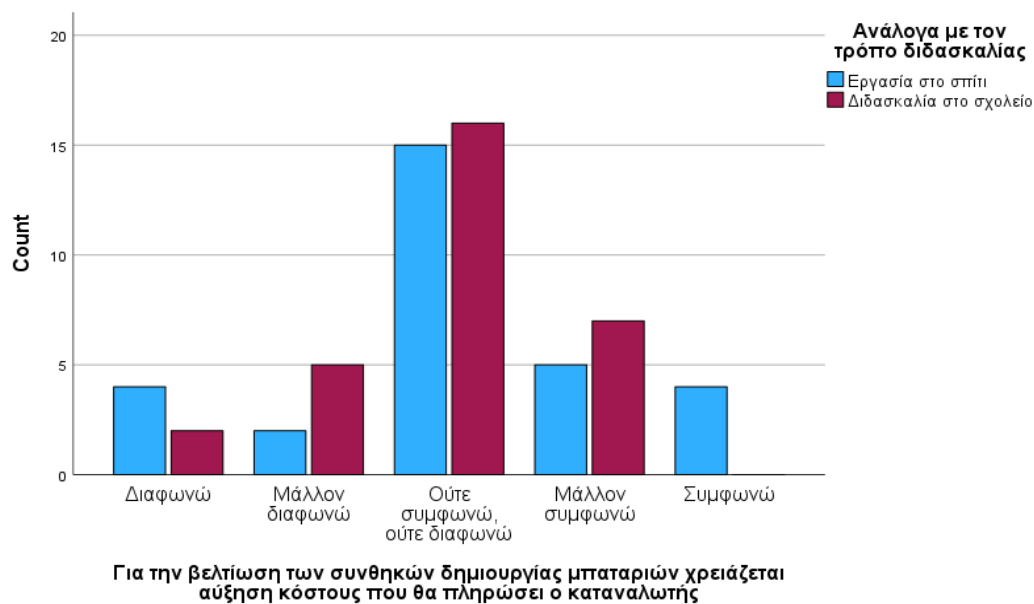


Σχήμα 27

Το 67% (40/60) των μαθητών σύμφωνα με το σχήμα 27 πιστεύει ότι χωρίς αλλαγή συνηθειών δεν αλλάζει το περιβάλλον. Το ποσοστό αυτό είναι σύμφωνο και με τις απαντήσεις του προηγούμενου σχήματος. Σε αυτή την ερώτηση όμως οι μαθητές των δύο ομάδων δεν είχαν γενικά πολύ διαφορετικές απαντήσεις.



Σχήμα 28



Σχήμα 29

Ενώ στα προηγούμενα ερωτήματα φάνηκε η γενική θεωρητική άποψη των μαθητών για την αντιμετώπιση της κρίσης με τα δύο τελευταία ερωτήματα αποφασίστηκε να φανεί πόση ουσιαστική διάθεση έχουν οι μαθητές για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων με δικό τους προσωπικό κόστος. Σύμφωνα με το διάγραμμα 20, 45% (27/60) των μαθητών συμφωνεί ότι πρέπει να στερηθεί τις ανέσεις του για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης. Μόλις όμως 16/60, 27% συμφωνεί ότι πρέπει το κόστος να πληρώσει ο καταναλωτής. Στα τελευταία διαγράμματα (20, 21) φαίνεται επίσης ότι οι μαθητές της ομάδας Α είχαν τις πιο θετικές στάσεις για το περιβάλλον.

Συμπεράσματα 2^{ου} μέρους τελικού ερωτηματολογίου

Από την μελέτη του δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1^ο Όσον αφορά την χρήση ηλεκτρικών πατινιών, η πλειοψηφία των μαθητών (68%, 41/60) θεωρεί ότι δεν βλάπτει το περιβάλλον, ενώ σχεδόν οι μισοί (31/60) θεωρούν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα απαραίτητα για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης

2^ο Σχετικά με τις απόψεις για την αλλαγή συνηθειών, φαίνεται ότι πολύ μεγάλο ποσοστό 65% με 67% συμφωνεί με την αλλαγή συνηθειών για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης,

3^ο Όταν το ερώτημα όμως είναι πιο ουσιαστικό, για το εάν πρέπει να στερηθούν οι ίδιοι τις ανέσεις τους το ποσοστό πέφτει στο 45%. Ενώ μόλις το 18% συμφωνεί ότι το κόστος πρέπει να το πληρώσει ο καταναλωτής.

4^ο Σχετικά με τον τρόπο ενεργοποίησης των μαθητών για το ζήτημα φάνηκε μία μικρή διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. Οι μαθητές της ομάδας Α, έψαξαν για το θέμα με εργασία στο σπίτι τους. Οι μαθητές της ομάδας Β το διδάχθηκαν στο σχολείο. Τα

αρχικά ερωτηματολόγια έδειξαν έτυχε οι μαθητές της ομάδας Β να είχαν μία μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση για περιβαλλοντικά θέματα. Αυτό φάνηκε και από τις απαντήσεις στα τελικά ερωτηματολόγια. Στα ερωτήματα όμως που αφορούσαν το πόσο διατεθειμένοι ήταν οι ίδιοι να αλλάξουν συνήθειες και να πληρώσουν το κόστος οι μαθητές της ομάδας Α είχαν τα καλύτερα αποτελέσματα.

Τελικά συμπεράσματα

Συνολικά τα συμπεράσματα της έρευνας είναι:

1^{ov} Όλοι σχεδόν οι μαθητές (98%) κατανοούν ότι η ρύπανση είναι σημαντικό πρόβλημα της ανθρωπότητας , αλλά λιγότεροι (80%) πιστεύουν στην κλιματική αλλαγή. Αυτό δείχνει την ανάγκη καλύτερης ενημέρωσης τους.

2^{ov} Οι μαθητές δηλώνουν ότι θεωρούν καλά και περιβαλλοντικά χρήσιμα τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, μόνο όμως 33% θα αγόραζε ηλεκτρικό αυτοκίνητο αν και 67% θα αγόραζαν αυτοκίνητα φιλικότερα στο περιβάλλον . Προφανώς λοιπόν δεν έχουν πειστεί ουσιαστικά για την ωφέλεια του.

3^{ov} Σχετικά με τα ηλεκτρικά πατίνια φαίνεται ότι οι μαθητές έχουν παρόμοια γνώμη με αυτή που έχουν για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αλλά είναι καλύτερα ενημερωμένοι για αυτά

4^{ov} Μετά την διδασκαλία οι απόψεις των μαθητών για την ωφέλεια των ηλεκτρικών αυτοκινήτων δεν άλλαξαν σημαντικά. Μόνο όμως ένας στους τρεις τα θεωρεί απαραίτητα για την αντιμετώπιση κλιματικής κρίσης. Επίσης ενώ πολύ μεγάλο ποσοστό 65% με 67% συμφωνεί με την αλλαγή συνθηκών για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης, μόνο 45% συμφωνούν να στερηθούν οι ίδιοι τις ανέσεις τους. Ενώ

συμφωνεί να πληρώσει το κόστος ο καταναλωτής μόλις το 18%. Αυτό το κομμάτι της έρευνας είναι αρκετό ενδιαφέρον γιατί δείχνει μια διάθεση για την μεταφορά της αντιμετώπισης των προβλημάτων στους άλλους.

5^{ον} Σχετικά με τον τρόπο ενεργοποίησης των μαθητών για το ζήτημα φάνηκε μία μικρή διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. Οι μαθητές της ομάδας Α, έψαξαν για το θέμα με εργασία στο σπίτι τους. Οι μαθητές της ομάδας Β το διδάχθηκαν στο σχολείο. Από τις απαντήσεις στα αρχικά ερωτηματολόγια φάνηκε ότι έτυχε οι μαθητές της ομάδας Β να είχαν μία μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση για περιβαλλοντικά θέματα. Αυτό συνέβη και στις ερωτήσεις των τελικών ερωτηματολογίων. Με την διδασκαλία δεν άλλαξαν σημαντικά οι απόψεις των μαθητών με εξαίρεση τις απόψεις τους για την αγορά ακριβότερου αλλά και φιλικότερου προς το περιβάλλον αυτοκινήτου. Υπήρχε μία αλλαγή προς το θετικό (23%) των μαθητών που θα προτιμούσαν ένα τέτοιο αυτοκίνητο στους μαθητές που διδάχθηκαν στην τάξη. Ενώ στους μαθητές που πήραν το ίδιο θέμα σαν εργασία στο σπίτι (ομάδα Α) υπήρχε μία αρνητική μεταβολή (17%). Στα ερωτήματα όμως που αφορούσαν το πόσο διατεθειμένοι ήταν οι ίδιοι να αλλάξουν συνήθειες και να πληρώσουν το κόστος, οι μαθητές της ομάδας Α είχαν τα καλύτερα αποτελέσματα.

Θα μπορούσε να πει λοιπόν κανείς ότι ενώ η διδασκαλία στην τάξη φαίνεται να έχει θετικότερα αποτελέσματα στην ευαισθητοποίηση των μαθητών, η εργασία στο σπίτι τους δίνει την δυνατότητα κατανοήσουν καλύτερα ότι και οι ίδιοι πρέπει να στερηθούν πράγματα για το γενικότερο καλό. Φαίνεται επίσης ότι η ενημέρωση μόνο μέσω διαδικτύου μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα αφού σε αυτή υπερτονίζονται ίσως τα αρνητικά από τα θετικά της χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η διδασκαλία διήρκεσε μόνο μία ώρα και μεσολάβησαν τρεις εβδομάδες μέχρι τα δεύτερα ερωτηματολόγια , κάτι που δείχνει και τον βαθμό απορρόφησης. Η διάθεση περισσότερου χρόνου θα έφερνε ίσως καλύτερα αποτελέσματα , δεν προβλέπεται όμως από τα παρόν Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών.

Η μελέτη των απαντήσεων των μαθητών βοήθησε ποικιλοτρόπως στην εργασία:

1^{ov} Ενημερωθήκαμε για τις απόψεις του για τα περιβαλλοντικά προβλήματα.

2^{ov} Μάθαμε τι πιστεύουν για τα ηλεκτροκίνητα οχήματα.

3^{ov} Βρήκαμε ποια θεωρούν τα σημαντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι πάρα πολλά. Δημιουργούν σχεδόν μηδενικούς ρύπους κατά την χρήση τους, έχουν χαμηλό κόστος συντήρησης και είναι αθόρυβα. Το πιο σημαντικό είναι όμως ότι δεν παράγουν αέρια του θερμοκηπίου, άρα έχουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η κλιματική αλλαγή είναι κοινά αποδέκτη από το σύνολο σχεδόν της επιστημονικής κοινότητας. Οι περισσότερες κυβερνήσεις επίσης παγκοσμίως αποδέχονται την κλιματική αλλαγή και έχουν υπογράψει τη συμφωνία του Παρισιού το 2015, με τις προτάσεις για αλλαγές που στοχεύουν στην αντιμετώπιση της. Οι πολιτικές που εφαρμόζονται επί του παρόντος δείχνουν επιτάχυνση της κλιματικής αλλαγής, με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2,8°C μέχρι το τέλος του αιώνα. Κλιματική αλλαγή όμως δεν σημαίνει μόνο υψηλότερες θερμοκρασίες, αλλά και έντονες ξηρασίες, λειψυδρία, σοβαρές πυρκαγιές, άνοδο της στάθμης της θάλασσας, πλημμύρες, λιώσιμο των πολικών πάγων, καταστροφικές καταιγίδες και μείωση της βιοποικιλότητας. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει όλους τους κατοίκους του πλανήτη, ιδιαίτερα τους πιο ευάλωτους και τα αποτελέσματα της είναι ιδιαίτερα ορατά παντού στον κόσμο, αλλά και τελευταία στην ίδια την Ελλάδα.. Για τον λόγο αυτό η βοήθεια που προσφέρει η χρήση των EV, που αποδεδειγμένα αντιμετωπίζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι πολύ σημαντική.

Όμως υπάρχουν και προβλήματα που σχετίζονται κυρίως με το βασικό εξάρτημα των EV, τις μπαταρίες τους. Κατά την εξόρυξη των μετάλλων ελευθερώνονται τοξικά βαρέα μέταλλα αλλά και τοξικές αέριες ουσίες που ρυπαίνουν το έδαφος, τον αέρα και κυρίως το νερό. Ενώ και η υψηλή ενέργεια που απαιτεί η εξόρυξη επιβαρύνει τον αέρα με αέρια του θερμοκηπίου, αφού η κύρια πηγή ενεργείας προς το παρόν είναι η καύση

ορυκτών καυσίμων. Συνέπειες της ρύπανσης του περιβάλλοντος είναι η πρόκληση ποικίλων προβλημάτων υγείας (σωματικών , βιολογικών , ψυχικών) .Οι συνέπειες αυτές είναι πιο έντονες στους εργαζόμενους στην εξόρυξη αλλά επηρεάζουν και τους κατοίκους των γειτονικών περιοχών. Φυσικά η ρύπανση και τα προβλήματα υγείας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα υλικά που έχει κατασκευαστεί ο κάθε ένας από τους πάρα πολλούς τύπους μπαταρίας. Οι χειρότερες όμως ίσως επιδράσεις της εύρεσης μετάλλων αφορούν την κοινωνία των περιοχών εξόρυξης. Η μη οργανωμένη βιοτεχνική εξόρυξη , που γίνεται κυρίως για το κοβάλτιο στην ΛΔΚ , είναι η αιτία των περισσότερων προβλημάτων. Το κυριότερο είναι η παιδική εργασία, αλλά και οι παραβιάσεις σχεδόν όλων των ανθρώπινων και εργατικών δικαιωμάτων. Οι τοπικές κοινωνίες παρά τα φαινομενικά κέρδη βλέπουν αύξηση των οικονομικών ανισοτήτων, της ανασφάλειας και των καταχρήσεων. Ο ρόλος των εταιριών είναι συνήθως επιβαρυντικός για την δημιουργία αυτών των συνθηκών. Έτσι οι πιο αδύναμοι (παιδιά, γυναίκες και ιθαγενές κάτοικοι) βρίσκονται σε χειρότερη θέση από όλους. Υπάρχει επίσης και ο κίνδυνος μειωμένης προσφοράς των μετάλλων (λόγω εξάντλησης των αποθεμάτων αλλά και πολιτικών συνθηκών) ,κάτι που βραχυπρόθεσμα μπορεί να αυξήσει τις τιμές και μακροπρόθεσμα να στερήσει τα υλικά αυτά από τις επόμενες γενιές. Σημαντικό είναι και το ενεργειακό και περιβαλλοντικό κόστος εύρεσης των μετάλλων, ενώ η ανακύκλωση που μπορεί να δώσει λύση σε πολλά προβλήματα έχει τους δικούς της κινδύνους. Τέλος η εξόρυξη των μετάλλων των μπαταριών δημιουργεί εσωτερικά προβλήματα στις χώρες παραγωγής τους αλλά και στις χώρες παραγωγής των ορυκτών καυσίμων , των οποίων η κατανάλωση μειώνεται. Το βασικότερο όμως πρόβλημα είναι η συγκέντρωση της παραγωγής και επεξεργασίας των μετάλλων σε πολύ λίγες χώρες προκαλώντας την εξάρτηση των υπόλοιπων χωρών από αυτές.

Ιδιαίτερα το διαφαινόμενο μονοπώλιο της Κίνας προβληματίζει έντονα τις χώρες της Δύσης κάτι που ενδεχομένων θα οδηγήσει σε εντάσεις στο μέλλον.

Και αν υπάρχουν αυτά τα προβλήματα τώρα που η παραγωγή είναι σχετικά μικρή, πολλοί αναρωτιούνται τι θα συμβεί στο μέλλον με την επιδιωκόμενη κατακόρυφη αύξηση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων , αρά και της ζήτησης μετάλλων για τις μπαταρίες τους. Φυσικά και τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούν τα συμβατικά αυτοκίνητα σήμερα δεν προκαλούν λιγότερα προβλήματα. Έτσι καταστρέφουν το περιβάλλον κατά την εξόρυξη και την μεταφορά τους (πετρελαιοκηλίδες) , ενώ προκαλούν και την ίδια ζημιά που κάθε εξόρυξη προκαλεί στην υγεία αλλά και στις τοπικές κοινωνίες. Σίγουρα οι μπαταρίες των EV απαιτούν περισσότερα ορυκτά από τα αντίστοιχα ορυκτά που χρειάζονται τα ICEV, αλλά αυτό αφορά μόνο την κατασκευή τους. Ενώ τα ICEV απαιτούν συνεχή εισροή εξορυσσόμενων καυσίμων που δεν μπορούν και να επαναχρησιμοποιηθούν. Επίσης οι τιμές των ορυκτών καυσίμων αυξάνονται συνεχώς , ενώ όσοι τα κατέχουν τα χρησιμοποιούν σαν μοχλό πίεσης για να επιβάλουν την γνώμη τους, όπως στην πρόσφατη εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργούν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα υπάρχουν λύσεις , όπως η εντονότερη χρήση των ΑΠΕ στο μέλλον, αν και κάποιες άλλες λύσεις μπορεί να δημιουργήσουν τα δικά τους προβλήματα. Για παράδειγμα η αντικατάσταση του κοβαλτίου από άλλα υλικά στις μπαταρίες και η αυτοματοποίηση της εξόρυξης θα μειώσουν τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις που τώρα υπάρχουν , αλλά θα δημιουργήσουν περισσότερη ανέχεια σε ήδη φτωχές χώρες η πρώτη και αύξηση της ανεργίας η δεύτερη. Για τον λόγο αυτό οι πιθανές λύσεις πρέπει να εξετάζονται πολύ προσεκτικά και να γίνεται πρόβλεψη όλων των τυχόν επιπτώσεων πριν εφαρμοστούν. Το θετικό όμως είναι ότι, τα πολλά

προβλήματα που δημιουργεί η εξόρυξη μετάλλων έχουν προκαλέσει την ενεργοποίηση της διεθνούς κοινότητας, ιδιαίτερα στις δυτικές κοινωνίες που είναι και οι άμεσα ωφελημένες από την χρήση των ΕV. Έχουν δημιουργηθεί έτσι πολλές ΜΚΟ που ασχολούνται με την ενημέρωση των πολιτών. Αυτό έχει οδηγήσει και στην δημιουργία και στην κινητοποίηση πολλών διεθνών οργανώσεων αλλά και της επιστημονικής κοινότητας που βοηθούν προτείνοντας τρόπους λύσης . Το αποτέλεσμα είναι ότι τα κράτη αλλά πολύ περισσότερο οι εταιρίες έχουν αρχίσει να προχωρούν σε ουσιαστικά μέτρα για την επίλυση των προβλημάτων , τα αποτελέσματα των οποίων είναι ήδη ορατά .

Από την έρευνα στους μαθητές φαίνεται ότι ενώ όλοι σχεδόν οι μαθητές κατανοούν ότι η ρύπανση είναι σημαντικό πρόβλημα της ανθρωπότητας , αρκετοί (πάνω από 20%) δεν πιστεύουν στην κλιματική αλλαγή. Δύο στους τρεις δηλώνουν ότι θα πλήρωναν περισσότερο για φιλικότερα στο περιβάλλον αυτοκίνητα και συμφωνούν με την αλλαγή συνηθειών για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης , αλλά ταυτόχρονα λιγότεροι από τους μισούς συμφωνούν να στερηθούν οι ίδιοι τις ανέσεις τους και πολλοί λιγότεροι να πληρώσει το κόστος ο καταναλωτής . Για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μόνο ένας στους τρεις τα θεωρεί απαραίτητα για την αντιμετώπιση κλιματικής κρίσης και θα τα αγόραζε ηλεκτρικό αυτοκίνητο , παρόλο που δήλωσαν ότι τα θεωρούν περιβαλλοντικά ωφέλιμα.. Για τα ηλεκτρικά πατίνια οι μαθητές φαίνεται να είναι πιο ενημερωμένοι σε σχέση με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Η διδασκαλία δεν άλλαξε ουσιαστικά τις απόψεις των μαθητών. Σημαντική διαφορά υπήρχε μόνο στις απόψεις των μαθητών για την αγορά ακριβότερου αλλά φιλικότερου προς το περιβάλλον αυτοκινήτου. Στους μαθητές της που διδάχθηκαν για τα πλεονεκτήματα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου στην τάξη υπήρχε μία αλλαγή προς το θετικό (23%) ,ενώ στους μαθητές

που πήραν το ίδιο θέμα σαν εργασία στο σπίτι υπήρχε μία αρνητική μεταβολή (17%). Αντίθετα οι μαθητές που έκαναν την εργασία στο σπίτι απάντησαν ότι ήταν πιο διατεθειμένοι να αλλάξουν συνήθειες οι ίδιοι για χάρη του περιβάλλοντος και να πληρώσουν το κόστος. Η διδασκαλία λοιπόν στην τάξη έστω και αυτών των δύο (2) ωρών, φαίνεται να έχει θετικότερα αποτελέσματα στην στάση τους προς τα ΕV, ενώ η εργασία στο σπίτι βοηθά τους μαθητές περισσότερο να κατανοήσουν την ανάγκη των προσωπικών θυσιών. Προφανώς θα υπήρχαν καλύτερα αποτελέσματα, αν για την ενημέρωση για τα περιβαλλοντικά προβλήματα δίνονταν περισσότερος χρόνος στο σχολείο, έξω από το πλαίσιο της διδασκαλίας ενός μαθήματος με την οποία αρκετοί μαθητές είναι αρνητικά προκατειλημμένοι.

Τέλος, τίμημα μπορεί να είναι το χρηματικό κόστος για κάποιον που θέλει να αγοράσει ή να κατασκευάσει κάτι. Τίμημα όμως μπορεί να είναι και οι προσωπικές θυσίες που πρέπει να υποστεί κάποιος για να αποκτήσει ένα αγαθό. Και ενώ υπάρχουν αμφιβολίες για το αν το χρηματικό τίμημα για τα μέταλλα μπαταριών θα αυξηθεί ή θα μειωθεί, δεν πρέπει να υπάρχουν αμφιβολίες για το τίμημα των προσωπικών θυσιών που πρέπει η ανθρωπότητα να πληρώσει. Η κλιματική αλλαγή είναι αναμφισβήτητη. Αν κάποτε ήταν μία υπόθεση σήμερα είναι μία πραγματικότητα παντού στον κόσμο, κάνοντας κάποιους να μιλούν πια για κλιματική κρίση. Η αντικατάσταση των συμβατικών αυτοκινήτων εσωτερικής καύσης με ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ένας από τους βασικούς τρόπους αντιμετώπισης της. Για αυτό πέρα από τα προβλήματα που δημιουργεί η εύρεση των μετάλλων των μπαταριών τους, η καθιέρωση τους γίνεται πια σχεδόν απαραίτητη. Πρέπει φυσικά να γίνουν και προσπάθειες περιορισμού των προβλημάτων που δημιουργούν. Είναι εύκολο να κατηγορούμε για όλα την Κίνα ή τις εταιρείες, αλλά οι

άνθρωποι και ιδιαίτερα του αναπτυγμένου κόσμου είναι αυτοί που χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες. Χρειάζεται έτσι να γίνουν θυσίες από τον καθένα προσωπικά είτε αλλάζοντας τον τρόπο ζωής του με την χρήση του ποδηλάτου, του περπατήματος και των μέσων μαζικής μεταφοράς είτε πληρώνοντας ακριβότερα τις μπαταρίες. Με αυτό τον τρόπο πολλά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και προβλήματα υγείας θα αντιμετωπιστούν, αφού θα μειωθούν οι απαιτήσεις μεγάλης παραγωγής αλλά και τα παραπάνω χρήματα μπορούν να βελτιώσουν τις συνθήκες για όλους τους εμπλεκόμενους στην εξόρυξη. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων από τον έλεγχο της παραγωγής από λίγες χώρες χρειάζονται διεθνείς πρωτοβουλίες. Εδώ οδηγός μπορεί να είναι αυτό που είπε κάποτε ο Winston Churchill για ότι λύση στα προβλήματα του πετρελαίου είναι «η ποικιλομορφία και η ποικιλομορφία μόνο». Είναι καλό να βλέπουμε τα αυτοκίνητα με μπαταρία σαν μία ακόμη λύση και όχι σαν την λύση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Έτσι θα ήταν ωφέλιμο να χρησιμοποιηθούν και άλλες εναλλακτικές μπαταρίες (διαφορετικής σύστασης ή στερεού τύπου) και άλλα αυτοκίνητα αντί των ηλεκτρικών που δουλεύουν με μπαταρία (οχήματα υδρογόνου και ηλεκτρικά οχήματα σταθερής τροχιάς), και όλα αυτά σε συνδυασμό με την εντατικοποίηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έχοντας αυτό κατά νου, όλα τα προβλήματα που σήμερα δημιουργεί η ανάγκη εύρεσης των μετάλλων μπαταριών θα μετριαστούν χωρίς να ακυρωθεί η προσπάθεια αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Μαριεττή, Β. (2019). Αξιολόγηση διδακτικής παρέμβασης για το ρόλο της συμβολής του διοξειδίου του άνθρακα στην κλιματική αλλαγή μέσω της συγκριτικής διερεύνησης των γνώσεων, στάσεων και συμπεριφορών μαθητών της Β΄ Γυμνασίου

Ποζαπαλίδου, Σ. Η. (2011). Οι απόψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης αναφορικά με την παγκόσμια υπερθέρμανση και την κλιματική αλλαγή

Ξένη βιβλιογραφία

Agusdinata, D. B., Liu, W., Eakin, H., & Romero, H. (2018). Socio-environmental impacts of lithium mineral extraction: towards a research agenda. *Environmental Research Letters*, 13(12), 123001.

Al Osman, M., Yang, F., & Massey, I. Y. (2019). Exposure routes and health effects of heavy metals on children. *Biometals*, 32, 563-573.

Altiparmak, S. O. (2023). China and lithium geopolitics in a changing global market. *Chinese Political Science Review*, 8(3), 487-506.

Amui, R. (2020). Commodities at a glance, special issue on strategic battery raw materials, Ch. 5.[EB/OL]. In United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (pp. 09-22).

Areas, H. R. (2011). OECD due diligence guidance for responsible supply chains of minerals from conflict-affected and high-risk areas

Arendt, R., Bach, V., & Finkbeiner, M. (2022). The global environmental costs of mining and processing abiotic raw materials and their geographic distribution. *Journal of Cleaner Production*, 361, 132232

Armand, M., & Tarascon, J. M. (2008). Building better batteries. *nature*, 451(7179), 652-657.

Aroca, P. (2001). Impacts and development in local economies based on mining:: The case of the Chilean II region. *Resources Policy*, 27(2), 119-134.

Asare, B. K., & Darkoh, M. B. K. (2001). Socio-economic and environmental impacts of mining in Botswana: a case Study of the Selebi-Phikwe Copper-Nickel Mine. *Eastern Africa social science research review*, 17(2), 1-42.

Backhaus, R. (2021). Battery raw materials-where from and where to?. *ATZ worldwide*, 123(9), 8-13.

Bamana, G., Miller, J. D., Young, S. L., & Dunn, J. B. (2021). Addressing the social life cycle inventory analysis data gap: Insights from a case study of cobalt mining in the Democratic Republic of the Congo. *One Earth*, 4(12), 1704-1714.

Berger, M. (2008). Using nanotechnology to improve Li-ion battery performance. *Nanowerk Spotlight* (www.nanowerk.com).

Bowers, J., Lo, J., Miller, P., Mawren, D., & Jones, B. (2018). Psychological distress in remote mining and construction workers in Australia. *Medical Journal of Australia*, 208(9), 391-397.

Boyden, A., Soo, V. K., & Doolan, M. (2016). The environmental impacts of recycling portable lithium-ion batteries. *Procedia Cirp*, 48, 188-193.

Bradsher, K. (2010). China Still Bans Rare Earth to Japan. *New York Times*, 10.

Brinn, J. (2023). BUILDING BATTERIES BETTER.

Brodd, R. J., & Helou, C. (2013). Cost comparison of producing high-performance Li-ion batteries in the US and in China. *Journal of Power Sources*, 231, 293-300.

Carmo, F. F., Lanchotti, A. O., & Kamino, L. H. (2020). Mining waste challenges: environmental risks of gigatons of mud, dust and sediment in megadiverse regions in Brazil. *Sustainability*, 12(20), 8466.

Castelvecchi, D. (2021). Electric cars: the battery challenge. *Nature*, 596(7872), 336-339.

Chordia, M., Nordelöf, A., & Ellingsen, L. A. W. (2021). Environmental life cycle implications of upscaling lithium-ion battery production. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 2024-2039.

Church, C., & Crawford, A. (2020). Minerals and the metals for the energy transition: Exploring the conflict implications for mineral-rich, fragile states. *The geopolitics of the global energy transition*, 279-304.

Church, C., & Wuennenberg, L. (2019). Sustainability and Second Life. *International Institute for Sustainable Development*. <https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/sustainability-second-life-cobalt-lithiumrecycling.pdf>.

Cobb, G. P., Sands, K., Waters, M., Wixson, B. G., & Dorward-King, E. (2000). Accumulation of heavy metals by vegetables grown in mine wastes. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 19(3), 600-607

- Comoglio, C., & Botta, S. (2012). The use of indicators and the role of environmental management systems for environmental performances improvement: a survey on ISO 14001 certified companies in the automotive sector. *Journal of Cleaner Production*, 20(1), 92-102.
- Cuenca, R. M., Gaines, L. L., & Vyas, A. D. (2000). Evaluation of electric vehicle production and operating costs (No. ANL/ESD-41). Argonne National Lab., IL (US)
- D., Mucha, L., & Frankel, T. C. (2018). The hidden costs of cobalt mining. *Washingtonpost.com*.
- De Ridder, M. (2013). The geopolitics of mineral resources for renewable energy technologies. The Hague Centre for Strategic Studies.
- Dehghani-Sanij, A. R., Tharumalingam, E., Dusseault, M. B., & Fraser, R. (2019). Study of energy storage systems and environmental challenges of batteries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 192-208.
- Deng, Y., Li, J., Li, T., Gao, X., & Yuan, C. (2017). Life cycle assessment of lithium sulfur battery for electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 343, 284-295.
- Donoghue, A. M. (2004). Occupational health hazards in mining: an overview. *Occupational medicine*, 54(5), 283-289.
- Duan, W., Xu, C., Liu, Q., Xu, J., Weng, Z., Zhang, X., ... & Gu, A. (2020). Levels of a mixture of heavy metals in blood and urine and all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality: A population-based cohort study. *Environmental Pollution*, 263, 114630,
- Dunn, J. B., James, C., Gaines, L., Gallagher, K., Dai, Q., & Kelly, J. C. (2015). Material and energy flows in the production of cathode and anode materials for lithium ion batteries (No. ANL/ESD-14/10 Rev). Argonne National Lab.(ANL), Argonne, IL (United States).
- Elgstrand, K., & Vingård, E. (2013). Occupational safety and health in mining. *Arbets- och miljömedicin*, Göteborgs universitet.
- Escosteguy, M., Clavijo, A., Paz, W. F. D., Hufty, M., & Seghezze, L. (2022). “We are not allowed to speak”: Some thoughts about a consultation process around lithium mining in Northern Argentina. *The Extractive Industries and Society*, 11, 101134.
- Faber, B., Krause, B., & Sánchez de la Sierra, R. (2017). Artisanal mining, livelihoods, and child labor in the cobalt supply chain of the Democratic Republic of Congo.
- Fessehaie, J., & Morris, M. (2013). Value chain dynamics of Chinese copper mining in Zambia: enclave or linkage development?. *The European Journal of Development Research*, 25, 537-556

FORCE, A. T. (2019). Mining and Green Growth in the EECCA region.

Frankel, T. C., Chavez, M. R., & Ribas, J. (2016). Cobalt mining for lithium ion batteries has a high human cost. *The Washington Post*.

Gaines, L. (2014). The future of automotive lithium-ion battery recycling: Charting a sustainable course. *Sustainable Materials and Technologies*, 1, 2-7.

Gaudillat, P. F., Antonopoulos, I. S., Dri, M., Traverso, M., & Canfora, P. (2017). Best environmental management practice for the car manufacturing sector. JRC Science for Policy Report.

Gourley, S. W. D., Or, T., & Chen, Z. (2020). Breaking free from cobalt reliance in lithium-ion batteries. *Iscience*, 23(9), 101505.

Grey, C. P., & Hall, D. S. (2020). Prospects for lithium-ion batteries and beyond—a 2030 vision. *Nature communications*, 11(1), 6279.

Hancock, L., Ralph, N., & Ali, S. H. (2018). Bolivia's lithium frontier: Can public private partnerships deliver a minerals boom for sustainable development?. *Journal of cleaner production*, 178, 551-560.

Hernández, Á. R. (2020). Geopolitics of the Energy Transition: Energy Security, New Dependencies, and Critical Raw Materials: Old Wine in New Bottles for the EU? (Doctoral dissertation, College of Europe).

Huang, B., Pan, Z., Su, X., & An, L. (2018). Recycling of lithium-ion batteries: Recent advances and perspectives. *Journal of Power Sources*, 399, 274-286.

Humphreys, D. (2010). The great metals boom: A retrospective. *Resources Policy*, 35(1), 1-13.

IEA, A. (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions. *World Energy Outlook Special Report*.

Iglesias-Émbil, M., Valero, A., Ortego, A., Villacampa, M., Vilaró, J., & Villalba, G. (2020). Raw material use in a battery electric car—a thermodynamic rarity assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 158, 104820.

Imahashi, R. (2022). Battery costs rise as lithium demand outstrips supply. *Nikkei Asia*, Jan, 3.

Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary toxicology*, 7(2), 60.

Janssens-Maenhout, G., Crippa, M., Guizzardi, D., Dentener, F., Muntean, M., Pouliot, G., ... & Li, M. (2015). HTAP_v2. 2: a mosaic of regional and global emission grid

maps for 2008 and 2010 to study hemispheric transport of air pollution. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15(19), 11411-11432).

Jin, L., He, H., Cui, H., Lutsey, N., Wu, C., Chu, Y., ... & Liu, X. (2021). Driving a green future: A retrospective review of China's electric vehicle development and outlook for the future.

Katwala, A. (2018). The spiralling environmental cost of our lithium battery addiction. *Wired UK*, 5

Katz-Lavigne, S. (2020). Distributional impact of corporate extraction and (un) authorised clandestine mining at and around large-scale copper-and cobalt-mining sites in DR Congo. *Resources policy*, 65, 101584.

Kaunda, R. B. (2020). Potential environmental impacts of lithium mining. *Journal of energy & natural resources law*, 38(3), 237-244.

Kesler, S. E. (2007). Mineral supply and demand into the 21st century. In proceedings for a workshop on deposit modeling, mineral resource assessment, and their role in sustainable development. US Geological Survey circular (Vol. 1294, pp. 55-62).

Khassab, B. (2021). The paradox of sustainability in the extraction of "green minerals" from highly volatile contexts: A case study of graphite mining in Cabo Delgado province, Mozambique (Master's thesis).

Klossek, P., Kullik, J., & van den Boogaart, K. G. (2016). A systemic approach to the problems of the rare earth market. *Resources Policy*, 50, 131-140.

Kotak, Y., Marchante Fernández, C., Canals Casals, L., Kotak, B. S., Koch, D., Geisbauer, C., ... & Schweiger, H. G. (2021). End of electric vehicle batteries: Reuse vs. recycle. *Energies*, 14(8), 2217

Kumar, S., Rahman, M. A., Islam, M. R., Hashem, M. A., & Rahman, M. M. (2022). Lead and other elements-based pollution in soil, crops and water near a lead-acid battery recycling factory in Bangladesh. *Chemosphere*, 290, 133288

Lee, J., Bazilian, M., Sovacool, B., Hund, K., Jowitt, S. M., Nguyen, T. P., ... & Kukoda, S. (2020). Reviewing the material and metal security of low-carbon energy transitions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 124, 109789.

Li, K., Wang, Y., Zhang, Y., Wang, S., & Zou, X. (2022). Multi-risk assessment of mine lithium battery fire based on quantitative factor characterization. *International journal of environmental research and public health*, 20(1), 456.

Li, Y., Lv, W., Huang, H., Yan, W., Li, X., Ning, P., ... & Sun, Z. (2021). Recycling of spent lithium-ion batteries in view of green chemistry. *Green Chemistry*, 23(17), 6139-6171.

Lipman, T. E., & Maier, P. (2021). Advanced materials supply considerations for electric vehicle applications. *MRS Bulletin*, 46(12), 1164-1175.

Liu, B., Ai, S., Zhang, W., Huang, D., & Zhang, Y. (2017). Assessment of the bioavailability, bioaccessibility and transfer of heavy metals in the soil-grain-human systems near a mining and smelting area in NW China. *Science of the Total Environment*, 609, 822-829

Lofgren, H., Robinson, S., & Thurlow, J. (2002). Macro and micro effects of recent and potential shocks to copper mining in Zambia (No. 607-2016-40300)

Mactaggart, F., McDermott, L., Tynan, A., & Gericke, C. (2016). Examining health and well-being outcomes associated with mining activity in rural communities of high-income countries: a systematic review. *Australian Journal of Rural Health*, 24(4), 230-237.

Mahurpawar, M. (2015). Effects of heavy metals on human health. *Int J Res Granthaalayah*, 530, 1-7.

Maier, R. M., Díaz-Barriga, F., Field, J. A., Hopkins, J., Klein, B., & Poulton, M. M. (2014). Socially responsible mining: the relationship between mining and poverty, human health and the environment. *Reviews on environmental health*, 29(1-2), 83-89.

Maiotti, L., & Katz, B. (2019). Interconnected supply chains: A comprehensive look at due diligence challenges and opportunities sourcing cobalt and copper from the Democratic Republic of the Congo,

Malan, S. (2021). How to Advance Sustainable Mining

Manley, D., Heller, P. R., & Davis, W. (2022). No Time to Waste: Governing Cobalt Amid the Energy Transition. *Natural Resource Governance Institute*),

Mancini, L., & Sala, S. (2018). Social impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks. *Resources Policy*, 57, 98-111.

Manzetti, S., & Mariasiu, F. (2015). Electric vehicle battery technologies: From present state to future systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1004-1012

Marchegiani, P., Morgera, E., & Parks, L. (2020). Indigenous peoples' rights to natural resources in Argentina: the challenges of impact assessment, consent and fair and equitable benefit-sharing in cases of lithium mining. *The International Journal of Human Rights*, 24(2-3), 224-240

Martins, L. S., Guimarães, L. F., Junior, A. B. B., Tenório, J. A. S., & Espinosa, D. C. R. (2021). Electric car battery: An overview on global demand, recycling and future approaches towards sustainability. *Journal of environmental management*, 295, 113091

- Mayyas, A., Steward, D., & Mann, M. (2019). The case for recycling: Overview and challenges in the material supply chain for automotive li-ion batteries. *Sustainable materials and technologies*, 19, e00087
- McManus, M. C. (2012). Environmental consequences of the use of batteries in low carbon systems: The impact of battery production. *Applied Energy*, 93, 288-295.
- Melin, H. E. (2019). Analysis of the climate impact of lithium-ion batteries and how to measure it. *Circular Energy Storage-Research and Consulting*, 1-17
- Minister, D. F., & Patterson, P. J. (2004). Amnesty International.
- Mitchell, R. L. (2006). Lithium-ion batteries: Hightech's latest mountain of waste. *ComputerWorld*,
- Mitra, S., Chakraborty, A. J., Tareq, A. M., Emran, T. B., Nainu, F., Khusro, A., ... & Simal-Gandara, J. (2022). Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *Journal of King Saud University-Science*, 1018
- Molapo, M. (1995). Job stress, health and perceptions of migrant mineworkers. *Crossing boundaries: Mine migrancy in a democratic South Africa*, 88-99.
- Mononen, T., Kivinen, S., Kotilainen, J. M., & Leino, J. (2022). Social and Environmental Impacts of Mining Activities in the EU. *European Parliament*.
- Morse, I. (2021). A dead battery dilemma
- Muller, Nicholas Z., Robert Mendelsohn, and William Nordhaus.(2011) Muller, N. Z., Mendelsohn, R., & Nordhaus, W. (2011). Environmental accounting for pollution in the United States economy. *American Economic Review*, 101(5), 1649-1675,
- Murdock, B. E., Toghil, K. E., & Tapia-Ruiz, N. (2021). A perspective on the sustainability of cathode materials used in lithium-ion batteries. *Advanced Energy Materials*, 11(39), 2102028.
- Nalule, V. R., & Nalule, V. R. (2020). Social and Environmental Impacts of Mining. *Mining and the Law in Africa: Exploring the social and environmental impacts*, 51-81.
- Ndilila, W., Callan, A. C., McGregor, L. A., Kalin, R. M., & Hinwood, A. L. (2014). Environmental and toenail metals concentrations in copper mining and non mining communities in Zambia. *International journal of hygiene and environmental health*, 217(1), 62-69

- Nel, P., & Kotze, M. (2017). The influence of psychological resources on mineworkers' levels of burnout in a remote and isolated mining town in South Africa. *The Extractive Industries and Society*, 4(4), 885-892.
- Nigl, T., Baldauf, M., Hohenberger, M., & Pomberger, R. (2020). Lithium-ion batteries as ignition sources in waste treatment processes—A semi-quantitate risk analysis and assessment of battery-caused waste fires. *Processes*, 9(1), 49.
- Norgate, T. E., Jahanshahi, S., & Rankin, W. J. (2007). Assessing the environmental impact of metal production processes. *Journal of Cleaner Production*, 15(8-9), 838-848.
- Noyoo, N. (2021). Mobilising Natural Resources for Sustainable Development: Copper mining and path dependence in Zambia. *Cadernos de Estudos Africanos*, (41), 119-144
- Nunfam, V. F. (2021). Mixed methods study into social impacts of work-related heat stress on Ghanaian mining workers: A pragmatic research approach. *Heliyon*, 7(5), e06918.
- Obaya, M. (2021). The evolution of resource nationalism: The case of Bolivian lithium. *The Extractive Industries and Society*, 8(3), 100932.
- Oladipo, H. J., Tajudeen, Y. A., Taiwo, E. O., Muili, A. O., Yusuf, R. O., Jimoh, S. A., ... & El-Sherbini, M. S. (2023). Global Environmental Health Impacts of Rare Earth Metals: Insights for Research and Policy Making in Africa. *Challenges*, 14(2), 20.
- Onn, C. C., Chai, C., Abd Rashid, A. F., Karim, M. R., & Yusoff, S. (2017). Vehicle electrification in a developing country: Status and issue, from a well-to-wheel perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 50, 192-201.
- Paithankar, J. G., Saini, S., Dwivedi, S., Sharma, A., & Chowdhuri, D. K. (2021). Heavy metal associated health hazards: An interplay of oxidative stress and signal transduction. *Chemosphere*, 262, 128350
- Petrova, S., & Marinova, D. (2013). Social impacts of mining: Changes within the local social landscape. *Rural Society*, 22(2), 153-165.
- Pizarro, J. M., & Fuenzalida, F. A. (2021). Mental health in mine workers: a literature review. *Industrial health*, 59(6), 343-370.
- Pring, G., Otto, J., & Naito, K. (1999). Trends in international environmental law affecting the minerals industry. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 17(1), 39-55.
- Punia, A., & Singh, S. K. (2021). Contamination of water resources in the mining region. In *Contamination of Water* (pp. 3-17). Academic Press

- Quiroz, D., Kuepper, B., Achterberg, E., Rajeevan, C., & Warmerdam, W. (2022). Towards a just energy transition. Labour rights risks in the Latin American mining sector, 11-17.
- Radley, B. (2016). The limits of corporate social responsibility and the possibilities for harnessing mining to reinstitute processes of state-led local development in the DRC
- Rajaeifar, M. A., Ghadimi, P., Raugei, M., Wu, Y., & Heidrich, O. (2022). Challenges and recent developments in supply and value chains of electric vehicle batteries: A sustainability perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 180, 106144.
- Rey, I., Vallejo, C., Santiago, G., Iturrondobeitia, M., & Lizundia, E. (2021). Environmental impacts of graphite recycling from spent lithium-ion batteries based on life cycle assessment. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 9(43), 14488-14501.
- Rise, L. I. B. P. P. (2022). for First Time to an Average of \$151/kWh. Verkkoaineisto. BloombergNEF.
- Rodon, T., & Lévesque, F. (2015). Understanding the social and economic impacts of mining development in Inuit communities: Experiences with past and present mines in Inuit Nunangat. *Northern Review*, (41), 13-39
- Salim, H., Sahin, O., Elsayah, S., Turan, H., & Stewart, R. A. (2022). A critical review on tackling complex rare earth supply security problem. *Resources Policy*, 77, 102697
- Sanchez-Lopez, M. D. (2021). Territory and lithium extraction: the Great Land of Lipez and the Uyuni Salt Flat in Bolivia. *Political Geography*, 90, 102456.
- Scheele, F., de Haan, E., & Kiezebrink, V. (2016). Cobalt blues: Environmental pollution and human rights violations in Katanga's copper and cobalt mines. *Amsterdam*. Online available at <https://www.somo.nl/nl/wp-content/uploads/sites/2/2016/04/Cobalt-blues.pdf>, last accessed, 27, 2017.
- SERIES, G. E. (2017). Hybrid electric, plug-in hybrid electric and battery electric vehicles.
- Sharma, S. S., & Manthiram, A. (2020). Towards more environmentally and socially responsible batteries. *Energy & Environmental Science*, 13(11), 4087-4097
- Sheikh, M., Johnson, J. C., Johnson, P. A., Mardon, A., & Singh, J. (2021). Do Electric Cars Really Benefit the Environment. *Academia Letters*, 2.
- Shu, X., Guo, Y., Yang, W., Wei, K., & Zhu, G. (2021). Life-cycle assessment of the environmental impact of the batteries used in pure electric passenger cars. *Energy Reports*, 7, 2302-2315.

- Sommerville, R., Shaw-Stewart, J., Goodship, V., Rowson, N., & Kendrick, E. (2020). A review of physical processes used in the safe recycling of lithium ion batteries. *Sustainable Materials and Technologies*, 25, e00197.
- Sonoc, A., Jeswiet, J., & Soo, V. K. (2015). Opportunities to improve recycling of automotive lithium ion batteries. *Procedia Cirp*, 29, 752-757
- Sonter, L. J., Ali, S. H., & Watson, J. E. (2018). Mining and biodiversity: key issues and research needs in conservation science. *Proceedings of the Royal Society B*, 285(1892), 20181926.
- Sovacool, B. K. (2019). The precarious political economy of cobalt: Balancing prosperity, poverty, and brutality in artisanal and industrial mining in the Democratic Republic of the Congo. *The Extractive Industries and Society*, 6(3), 915-939.
- Sovacool, B. K. (2021). When subterranean slavery supports sustainability transitions? Power, patriarchy, and child labor in artisanal Congolese cobalt mining. *The Extractive Industries and Society*, 8(1), 271-293
- Tol, R. S. J. (2009). The economic effects of climate change. *Journal of economic perspectives*, 23(2), 29-51.
- Tsurukawa, N., Prakash, S., & Manhart, A. (2011). Social impacts of artisanal cobalt mining in Katanga, Democratic Republic of Congo. *Öko-Institut eV, Freiburg*.
- Van den Bossche, P., Vergels, F., Van Mierlo, J., Matheys, J., & Van Autenboer, W. (2006). SUBAT: An assessment of sustainable battery technology. *Journal of power sources*, 162(2), 913-919
- Van Noorden, R. (2014). A better battery. *Nature*, 507(7490), 26.
- Vasudevan, S., & Oturan, M. A. (2014). Electrochemistry: as cause and cure in water pollution—an overview. *Environmental chemistry letters*, 12, 97-108
- W. H. O., & World Health Organization. (2007). Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution (No. EUR/06/5067592). World Health Organization. Regional Office for Europe.
- Wang, D., & Zhao, P. (2019). Mismatching Structures: A New Explanation for the “Unsatisfactory” Labor Conditions in Chinese Mining Companies in the Democratic Republic of Congo. *Chinese Journal of International Review*, 1(01), 1850005.
- Wang, Q., Liu, W., Yuan, X., Tang, H., Tang, Y., Wang, M., ... & Sun, J. (2018). Environmental impact analysis and process optimization of batteries based on life cycle assessment. *Journal of cleaner production*, 174, 1262-1273.
- Wang, Z., Bao, J., Wang, T., Moryani, H. T., Kang, W., Zheng, J., ... & Xiao, W. (2021). Hazardous heavy metals accumulation and health risk assessment of different

vegetable species in contaminated soils from a typical mining city, central China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2617.

Wellmer, F. W., Buchholz, P., Gutzmer, J., Hagelüken, C., Herzig, P., Littke, R., & Thauer, R. K. (2019). *Raw materials for future energy supply*. Cham: Springer International Publishing

Wu, Y., & Zhang, L. (2017). Can the development of electric vehicles reduce the emission of air pollutants and greenhouse gases in developing countries?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 51, 129-145

Xu, C., Dai, Q., Gaines, L., Hu, M., Tukker, A., & Steubing, B. (2020). Future material demand for automotive lithium-based batteries. *Communications Materials*, 1(1), 99.

Yu, H. (2023). Mining waste: curb risks to people and the environment. *Nature*, 615(7953), 586.

Vardhan, K. H., Kumar, P. S., & Panda, R. C. (2019). A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: Current trends and future perspectives. *Journal of Molecular Liquids*, 290, 111197.

Zabré, H. R., Farnham, A., Diagbougua, S. P., Fink, G., Divall, M. J., Winkler, M. S., & Knoblauch, A. M. (2021). Changes in household wealth in communities living in proximity to a large-scale copper mine in Zambia. *Resources Policy*, 74, 102395

Zaynab, M., Al-Yahyai, R., Ameen, A., Sharif, Y., Ali, L., Fatima, M., ... & Li, S. (2022). Health and environmental effects of heavy metals. *Journal of King Saud University-Science*, 34(1), 101653.

Zhang, W. M., Hu, J. S., Guo, Y. G., Zheng, S. F., Zhong, L. S., Song, W. G., & Wan, L. J. (2008). Tin- nanoparticles encapsulated in elastic hollow carbon spheres for high- performance anode material in lithium- Ion batteries. *Advanced Materials*, 20(6), 1160-1165.

Zhao, Y., Pohl, O., Bhatt, A. I., Collis, G. E., Mahon, P. J., Rüther, T., & Hollenkamp, A. F. (2021). A review on battery market trends, second-life reuse, and recycling. *Sustainable Chemistry*, 2(1), 167-205.

Zhou, H. (2013). New energy storage devices for post lithium-ion batteries. *Energy & Environmental Science*, 6(8), 2256-2256.

Ziegler, M. S., & Trancik, J. E. (2021). Re-examining rates of lithium-ion battery technology improvement and cost decline. *Energy & Environmental Science*, 14(4), 1635-1651.

Žuk, P., & Žuk, P. (2022). Energy/power as a tool that disciplines and reproduces the energy order and as a critical-analytical perspective on energy policy. *Energy Policy*, 161, 112750

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

<https://corporate.ford.com/content/dam/corporate/us/en-us/documents/reports/2023-human-rights-progress-report.pdf>

Ημερομηνία πρόσβασης: 15/12/2023

<https://earth.org/environmental-impact-of-battery-production/>,

Ημερομηνία πρόσβασης: 10/12/2023

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/ip_23_1661, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/ip_23_3819

Ημερομηνία πρόσβασης: 20/12/2023

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_7588.

Ημερομηνία πρόσβασης: 20/12/2023

<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/non-ferrous-metals-industries-0>

Ημερομηνία πρόσβασης: 27/12/2023

<https://gmauthority.com/blog/2021/11/general-motors-joins-the-initiative-for-responsible-mining-assurance/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 15/12/2023

<https://group.mercedes-benz.com/documents/investors/reports/annual-report/mercedes-benz/mercedes-benz-climate-transition-action-plan-2023-en.pdf>

Ημερομηνία πρόσβασης: 18/12/2023

<https://media.renaultgroup.com/groupe-renault-veolia-solvay-join-forces-to-recycle-end-of-life-ev-battery-metals-in-a-closed-loop/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 6/12/2023

<https://oxfordbusinessgroup.com/articles-interviews/mining-and-electric-vehicles-what-can-be-done-to-reduce-the-carbon-footprint>

Ημερομηνία πρόσβασης: 8/12/2023

<https://resourcegovernance.org/publications/triple-win-mining-africa-environment-energy-transition>

Ημερομηνία πρόσβασης: 28/12/2023

https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/inline-files/BEMP_CarManufacturing.pdf

Ημερομηνία πρόσβασης: 21/12/2023

<https://thebreakthrough.org/issues/infrastructure-and-environment/there-wont-be-more-electric-vehicles-without-more-mining>

Ημερομηνία πρόσβασης: 20/12/2023

<https://time.com/6260889/ev-car-supply-chain-climate-human-impact/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 27/12/2023

<https://traction.gr/i-aftokinisi-stin-ypiresia-tis-prostasias-tou-perivallontos/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 27/12/2023

<https://unctad.org/news/demand-raw-materials-electric-car-batteries-set-rise-further>

Ημερομηνία πρόσβασης: 10/8/2023

<https://www.amnesty.org/en/latest/news/2016/01/child-labour-behind-smart-phone-and-electric-car-batteries/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 21/12/2023

<https://www.amnesty.org/en/latest/news/2017/09/the-dark-side-of-electric-cars-exploitative-labor-practices/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 20/12/2023

<https://www.amnesty.org/en/latest/press-release/2019/03/amnesty-challenges-industry-leaders-to-clean-up-their-batteries/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 16/12/2023

<https://www.bmwgroup.com/en/news/general/2020/cobalt-mining.html>

Ημερομηνία πρόσβασης: 29/12/2023

<https://www.bmwgroup.com/en/sustainability/our-focus/co2-reduction.html>

Ημερομηνία πρόσβασης: 29/12/2023

https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/acp/dt/882/882645/882645en.pdf /

Ημερομηνία πρόσβασης: 20/8/2023

<https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20220228STO24218/new-eu-rules-for-more-sustainable-and-ethical>

Ημερομηνία πρόσβασης: 23/12/2023

<https://www.germanwatch.org/en/85281>

Ημερομηνία πρόσβασης: 13/12/2023

<https://www.greenpeace.org/usa/news/greenpeace-ranking-five-major-electric-vehicle-companies-say-no-to-deep-sea-mining/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 23/12/2023

https://www.greenpeace.org/static/planet4-eastasia-stateless/2021/11/47de8bb4-gpea_auto_environmental_guide_2021.pdf

Ημερομηνία πρόσβασης: 22/12/2023

<https://www.hyundai.com/eu/electrification/owning-an-electric-vehicle/reasons-why/sustainability.html>

Ημερομηνία πρόσβασης: 17/12/2023

<https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

Ημερομηνία πρόσβασης: 5/8/2023

<https://www.iisd.org/articles/deep-dive/how-advance-sustainable-mining>

Ημερομηνία πρόσβασης: 27/12/2023

<https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/260242/volvo-cars-to-implement-blockchain-traceability-of-cobalt-used-in-electric-car-batteries>

Ημερομηνία πρόσβασης: 19/12/2023

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8078867/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 25/7/2023

https://www.nissan-global.com/EN/SUSTAINABILITY/LIBRARY/SR/2022/ASSETS/PDF/SR22_E_All.pdf

Ημερομηνία πρόσβασης: 14/12/2023

<https://www.technia.com/blog/how-sustainable-is-electric-vehicle-manufacturing/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 17/12/2023

<https://www.tesla.com/impact/environment>

Ημερομηνία πρόσβασης: 15/12/2023

<https://www.toyota-europe.com/sustainability>

Ημερομηνία πρόσβασης: 20/12/2023

<https://www.uts.edu.au/isf/explore-research/resource-stewardship>

Ημερομηνία πρόσβασης: 22/12/2023

<https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/lithium-mining-what-you-should-know-about-the-contentious-issue-5867>

Ημερομηνία πρόσβασης: 12/12/2023

<https://www.weforum.org/agenda/2021/05/electric-vehicle-battery-recycling-circular-economy/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 29/12/2023

<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/04/22/fact-sheet-president-biden-sets-2030-greenhouse-gas-pollution-reduction-target-aimed-at-creating-good-paying-union-jobs-and-securing-u-s-leadership-on-clean-energy-technologies/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 27/12/2023

<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/04/17/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-private-and-public-sector-investments-for-affordable-electric-vehicles/>

Ημερομηνία πρόσβασης: 27/12/2023

<https://www.wilderness.org/articles/>,

Ημερομηνία πρόσβασης: 17/12/2023

ABSTRACT

In recent years, the use of electric cars has been continuously increasing. In many countries, governments subsidize and strengthen their market in various ways. But as their use increases, questions and concerns arise about the metals needed by the main component of electric cars, their battery. The extraction of the metals required for their construction causes many negative effects on workers, local communities and also rearrangements in international relations. This creates environmental and social problems, health problems as well as dangerous international dependencies. Also, its increased demand endangers metal reserves for generations to come. Thus there is an intense activity of the international community to deal with these problems. However, a contradiction is created, the EVs whose purpose of existence is to improve the quality of life of all people, are today and very likely in the future extremely harmful for a significant portion of people. So the question that arises logically is, how big is this price of finding the battery metals and if humanity is worth paying it. In the research conducted on 60 second-grade lower high school students, the children's opinions on electric cars and the climate crisis in general can be seen.

"Keywords" : Electric Vehicle (EV), Conventional Internal Combustion Engine Vehicle (ICEV), Artisanal and Small Scale Mining (ASM), Lithium Ion Battery LIB)