



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΠΕΡΑΤΩΣΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ  
ΟΡΥΧΕΙΩΝ ΣΕ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΝΕΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ.  
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑ ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ**

**ΖΙΑΓΚΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ**



**Υπεύθυνη Καθηγήτρια  
Μενεγάκη Μαρία**

**ΑΘΗΝΑ, Ιούνιος 2024**

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	5
Περίληψη .....	6
Κεφάλαιο 1	
Οι φυσικοί και τεχνολογικοί κίνδυνοι που εμφανίζονται σε ορυχεία λιγνίτη .....	7
1.1 Εισαγωγικές αναφορές.....	8
1.2 Φάσεις κύκλου ζωής των εξορυκτικών έργων .....	10
1.3 Εισαγωγή στην έννοια των κινδύνων.....	15
1.3.1 Ενδεικτική ταξινόμηση κινδύνων .....	16
1.3.2 Προσδιορισμός των κινδύνων .....	17
1.3.3 Εκτίμηση των κινδύνων .....	18
1.4 Διαχείριση κινδύνων.....	23
1.5 Αποτελέσματα διαχείρισης κινδύνων .....	25
Κεφάλαιο 2	
Σχεδιασμός και εφαρμογή ολοκληρωμένου πλαισίου περάτωσης των ορυχείων - έργα αποκατάστασης εκτάσεων, στο πλαίσιο της νέας στρατηγικής της Ε.Ε.....	27
2.1. Εισαγωγικές παρατηρήσεις.....	28
2.2. Περιβαλλοντική διαχείριση στα λιγνιτωρυχεία του ΛΚΔΜ σε συνάρτηση με την Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ).....	30
2.3. Επίδραση των εξορυκτικών δραστηριοτήτων στην περιφερειακή οικονομία .....	32
2.4. Σχέδια περάτωσης ορυχείων .....	36
2.5. Μεταβατική περίοδος και στάδιο μετά την περάτωση των ορυχείων.....	39
2.5.1 Σχέδιο αποκατάστασης των λιγνιτωρυχείων στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας .....	43
Κεφάλαιο 3	
Αναφορά στην ανάλυση κινδύνων κατά το στάδιο περάτωσης των λιγνιτωρυχείων .....	46
3.1. Εισαγωγικά στοιχεία .....	46
3.2. Ενδεχόμενοι κίνδυνοι σε υπαίθρια λιγνιτωρυχεία .....	47
3.3. Διαχείριση κινδύνων .....	49
Κεφάλαιο 4	
Εντοπισμός και απεικόνιση κινδύνων στα ορυχεία της ΔΕΗ Α.Ε. του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ).....	52
4.1. Ιστορικά στοιχεία των λιγνιτωρυχείων Πτολεμαΐδας (ΛΚΔΜ) .....	52
4.2. Υφιστάμενη κατάσταση Ορυχείων ΛΚΔΜ και επιλογή κατάλληλων χρήσεων γης .....	55
4.3 Χρήσεις γης στα Ορυχεία Πτολεμαΐδας.....	56

4.4. Κίνδυνοι με αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης στα Ορυχεία της Πτολεμαΐδας .....	58
4.5. Συσχέτιση των κινδύνων με την επιλογή των τελικών χρήσεων γης.....	61
4.6. Απεικόνιση περιοχών κινδύνων στα ορυχεία της Πτολεμαΐδας του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ).....	62
4.6.1 Απεικόνιση περιοχών κινδύνων στα ορυχεία της Πτολεμαΐδας.....	62
4.6.2 Απεικόνιση των χρήσεων γης στα ορυχεία της Πτολεμαΐδας.....	68
Κεφάλαιο 572	
Συμπεράσματα και προτάσεις .....	72
Βιβλιογραφικές αναφορές .....	77

## Περιεχόμενα Εικόνων, Σχημάτων, Πινάκων

<b>Σχήμα 1.1.</b> Χρήση ορυκτών πόρων σε σχέση με τους αντίστοιχους παράγοντες κινδύνου ...	10
<b>Σχήμα 1.2.</b> Φάσεις κύκλου ζωής ενός υπαίθριου ορυχείου λιγνίτη σε σχέση με την παραγωγή λιγνίτη (μεταλλεύματος).....	13
<b>Πίνακας 1.1.</b> Ο κύκλος ζωής ενός επιφανειακού έργου εξόρυξης και η σχετική διαχείριση κινδύνων.....	14
<b>Σχήμα 1.3.</b> Κάτοψη και διαμήκης διατομή Α – Α΄ μιας επιφανειακής εξόρυξης χωρισμένη σε τέσσερις ανασκαφικούς τομείς και τέσσερις ανασκαφικούς πάγκους.....	14
<b>Σχήμα 1.4.</b> Απλοποιημένο διάγραμμα αιτίων και αποτελεσμάτων των φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων που είναι πιθανό να επηρεάσουν ένα ορυχείο λιγνίτη.....	17
<b>Σχήμα 1.5.</b> Διαγραμματική αναπαράσταση της επίδρασης του σχεδιασμού ορυχείων στην εκτίμηση επικινδυνότητας και των οικονομικών επιπτώσεων των κινδύνων στη βιωσιμότητα του έργου εξόρυξης σε σχέση με τις φάσεις κύκλου ζωής ενός έργου.....	22
<b>Πίνακας 2.1</b> Απολογιστικά στοιχεία 2016-2023 για το ΛΚΔΜ .....	29
<b>Πίνακας 2.2.</b> Κόστος εφαρμογής των όρων και προϋποθέσεων των περιβαλλοντικών αδειών.....	31
<b>Σχήμα 2.1.</b> Συνολική επίδραση της βιομηχανίας λιγνίτη στην περιφερειακή οικονομία της Δυτικής Μακεδονίας.....	32
<b>Σχήμα 2.2.</b> Συμμετοχή των Περιφερειών της Ελλάδας στην Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία για το Έτος 2021. Η περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας αντιστοιχεί σε μόλις 2,0%.....	34
<b>Πίνακας 2.3.</b> Πιθανές εναλλακτικές λύσεις για τις χρήσεις γης μετά την φάση εξόρυξης .....	45

<b>Σχήμα 4.1.</b> Διαχρονική εξέλιξη παραγωγής λιγνίτη και συνολικών εκσκαφών του ΛΚΔΜ, έτη 1957-2023.....	54
<b>Εικόνα 4.1.</b> Χάρτης της περιοχής μελέτης, των ορυχείων Πτολεμαΐδας του ΛΚΔΜ .....	63
<b>Εικόνα 4.2.</b> Απεικόνιση των περιοχών στις οποίες εμφανίζονται υδρολογικά και γεωτεχνικά προβλήματα, στις εξωτερικές αποθέσεις του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου .....	64
<b>Εικόνα 4.3.</b> Απεικόνιση των περιοχών στις οποίες εμφανίζεται αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης υδρολογικών και γεωτεχνικών, στις εσωτερικές αποθέσεις του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου .....	65
<b>Εικόνα 4.4.</b> Απεικόνιση των περιοχών στις οποίες εμφανίζονται καθιζήσεις και κατολισθήσεις βορειανατολικά του Νοτίου Πεδίου .....	65
<b>Εικόνα 4.5</b> Απεικόνιση των περιοχών στο Ορυχείο Μαυροπηγής στις οποίες εμφανίζονται υδρολογικά προβλήματα και ζητήματα ευστάθειας των πρανών .....	66
<b>Εικόνα 4.6.</b> Απεικόνιση των περιοχών στο Ορυχείο Καρδιάς στις οποίες εμφανίζονται υδρολογικά προβλήματα και ζητήματα ευστάθειας των πρανών .....	67
<b>Εικόνα 4.7.</b> Απεικόνιση της έκτασης που θα δημιουργηθούν οι λίμνες στην περιοχή των εξωτερικών αποθέσεων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου .....	68
<b>Εικόνα 4.8.</b> Απεικόνιση της έκτασης που θα δημιουργηθούν οι λίμνες στην περιοχή των εσωτερικών αποθέσεων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου .....	69
<b>Εικόνα 4.9.</b> Απεικόνιση τεχνητής λίμνης που πρόκειται να δημιουργηθεί στο χώρο εκσκαφών του Ορυχείου Μαυροπηγής. Επιπλέον, απεικονίζονται οι περιοχές ενδεχόμενων κινδύνων. ....	69
<b>Εικόνα 4.10.</b> Απεικόνιση τεχνητής λίμνης, Φ/Β πάρκου και συστήματος αντλησιοταμίευσης στην έκταση του Ορυχείου Καρδιάς. ....	70
<b>Εικόνα 4.11.</b> Απεικόνιση Φ/Β πάρκου που εξετάζεται να δημιουργηθεί στο χώρο βορειανατολικά του Νοτίου Πεδίου .....	71

## Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας με σκοπό την απόκτηση του διπλώματος του Μεταλλειολόγου - Μεταλλουργού Μηχανικού, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που βοήθησαν στην ολοκλήρωση της και ιδιαίτερα: Την επιβλέπουσα καθηγήτρια, κυρία Μενεγάκη Μαρία, που με τη συχνή και συνεχή στήριξη, την παροχή γνώσεων και τις παραγωγικές υποδείξεις της, συνέβαλλε σημαντικά στην εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Τους εξωτερικούς συνεργάτες, Δρα Ρούμπο Χρήστο, Διευθυντή Μελετών Εκμετάλλευσης και Περάτωσης Ορυχείων στη ΔΕΗ Α.Ε. και κύριο Ακύλα Αλέξανδρο, Επικεφαλής του Υποτομέα Υποστήριξης Περιβαλλοντικών Θεμάτων στη ΔΕΗ Α.Ε, για την παροχή πληροφοριών, βιβλιογραφίας και προσωπικών γνώσεων και εμπειριών, καθώς και για την περαιτέρω επίβλεψη της συγγραφής μου.

Τέλος, τους γονείς μου, τα αδέρφια και τους φίλους μου, για την μεγάλη υποστήριξη και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## **Περίληψη**

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας αφορά στον εντοπισμό και στην καταγραφή των πιθανών κινδύνων, καθώς και στην διατύπωση τρόπων διαχείρισης αυτών, σε υπαίθριες εκμεταλλεύσεις κατά τη διαδικασία περάτωσης και κλεισίματος ενός λιγνιτωρυχείου. Περιλαμβάνονται οι φυσικοί και τεχνολογικοί κίνδυνοι, οι οποίοι μπορούν να εμφανιστούν σε συγκεκριμένες περιοχές, κατά το στάδιο περάτωσης των λιγνιτωρυχείων σε συσχέτιση με νέες χρήσεις γης. Για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας, επιλέγονται προς διερεύνηση τα ορυχεία της ΔΕΗ Α.Ε. του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ). Πραγματοποιείται ο χαρακτηρισμός των κινδύνων που εντοπίζονται, και μελετώνται οι προτεινόμενες χρήσεις γης για την αποκατάσταση της ευρύτερης περιοχής, με την βοήθεια απεικόνισης μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD. Η εργασία καταλήγει σε συμπεράσματα και παρουσιάζονται προτάσεις για περαιτέρω συζήτηση και μελλοντική έρευνα.

## **Abstract**

The subject of this thesis is the identification and recording of potential risks, as well as the formulation of ways to manage them in opencast operations during the process of closing and closing a lignite mine. Included are the physical and technological risks, which may occur in specific areas during the closure stage of lignite mines in connection with new land uses. For the needs of the thesis, the mines of the Western Macedonia Lignite Centre (LKDM) are selected for investigation. The characterization of the identified risks is carried out, and the proposed land uses for the rehabilitation of the wider area are studied, with the help of visualization through the AutoCAD design program. The paper concludes and recommendations are presented for further discussion and future research.

## Κεφάλαιο 1

### Οι φυσικοί και τεχνολογικοί κίνδυνοι που εμφανίζονται σε ορυχεία λιγνίτη

Η εξόρυξη λιγνίτη στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης, απαιτεί μεγάλα κεφάλαια και πόρους τόσο για την έναρξη των εργασιών, όσο και για τις λειτουργικές δαπάνες στην πορεία του έργου εκμετάλλευσης. Αυτές αφορούν στην προμήθεια, λειτουργία και συντήρηση του παγίου μηχανολογικού εξοπλισμού, την μεταφορά και απόθεση υλικού, τις εργασίες αποκατάστασης καθώς και πλήθος άλλων εργασιών που απαιτούνται. Ο εξοπλισμός μεγάλης δυναμικότητας και διαστάσεων διακρίνεται, σε συνεχούς λειτουργίας (Καδοφόροι εκσκαφείς - ταινιόδρομοι - αποθέτες) και σε εξοπλισμό ασυνεχούς λειτουργίας (εκσκαφείς ανεστραμμένου κάδου – χωματοργικά αυτοκίνητα). Επίσης, στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης, δεσμεύονται μεγάλες γεωγραφικές εκτάσεις για τις ανάγκες του έργου με αποτέλεσμα να υπάρχει αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων σε έργα τέτοιας έκτασης.

Οι κίνδυνοι αυτοί αφορούν σε πλήθος ζητημάτων όπως ενδεικτικά και όχι περιοριστικά, ζητήματα γεωτεχνικής/γεωχημικής/βιολογικής σταθερότητας, θέματα προστασίας δημόσιας υγείας και ασφάλειας, περιβαλλοντικά ζητήματα, θέματα παροπλισμού και καθαίρεσης υποδομών, θέματα χρήσεων γης και διαχείρισης εκτάσεων, με κοινωνικοοικονομικά προβλήματα, με ζητήματα νομοθεσίας, με θέματα της κλιματικής αλλαγής κ.α. Τα παραπάνω ζητήματα μπορούν να έχουν σοβαρές συνέπειες και να οδηγήσουν σε καθυστερήσεις, σε αύξηση του κόστους παραγωγής και απώλεια εισοδήματος (μείωση της παραγωγής ενέργειας), κ.α.

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται (α) οι φυσικοί κίνδυνοι και (β) οι τεχνολογικοί κίνδυνοι, που επηρεάζουν την παραγωγή λιγνίτη, και προσδιορίζονται τα ενδεχόμενα ρίσκα που σχετίζονται με κάθε συγκεκριμένο τύπο κινδύνου. Οι φυσικοί κίνδυνοι είναι φαινόμενα υψηλής έντασης που δημιουργούνται από δυνάμεις της φύσης, ενώ οι τεχνολογικοί κίνδυνοι είναι τυχαία γεγονότα που προκαλούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα και τα αποτελέσματα αυτής στο πεδίο εργασιών ή/και από τις συνέπειες λόγω των αποφάσεων που έχουν ληφθεί.

Η ανάγκη για την καθιέρωση μιας οικονομικά αποδεκτής πρακτικής για την πρόληψη διαχείρισης κινδύνων, μέσω ποιοτικής αξιολόγησης των κινδύνων και των επιπτώσεων τους, κρίνεται απαραίτητη ιδιαίτερα για έργα τέτοιας έκτασης. Η υλοποίηση ενός οδηγού που να σχετίζεται με την περάτωση των ορυχείων, περιλαμβάνοντας το σύνολο των διαδικασιών που ακολουθούνται, συνιστάται ως χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση, πρόβλεψη και αντιμετώπιση ενδεχόμενων κινδύνων.

## **1.1 Εισαγωγικές αναφορές**

Η μεταλλευτική βιομηχανία είναι βαθιά συνδεδεμένη τόσο με την παγκόσμια όσο και με την σύγχρονη ιστορία της Ελλάδας για την οποία έχει παίξει σημαντικό ρόλο στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη ιδιαίτερα το 2ο μισό του 20ου αιώνα. Αν και η συμβολή της εξόρυξης στο ΑΕΠ της χώρας έχει μειωθεί αισθητά από το 2000 και ύστερα, ο μεταλλευτικός κλάδος συνεχίζει να συμβάλλει στην εθνική οικονομία. Κατά τον 21<sup>ο</sup> αιώνα, σε παγκόσμιο επίπεδο, η εκμετάλλευση των ορυκτών πόρων αποτελεί ένα εξαιρετικά ευαίσθητο και σημαντικό θέμα, καθώς αυτό διαθέτει περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές πτυχές με σημαντικές επιπτώσεις στις χρηματοπιστωτικές αγορές, τις κοινωνίες, την ανθρώπινη ζωή και το οικοσύστημα. Υπό αυτό το πρίσμα, η συνεχόμενη επιφανειακή εξόρυξη έχει μεγάλο μερίδιο στην παραγωγή άνθρακα και λιγνίτη, κατέχοντας ηγετικό ρόλο τόσο στην αγορά ενέργειας, όσο και στις χρηματοοικονομικές αγορές.

Οι εξορυκτικές διαδικασίες είναι πολυσύνθετες λόγω των αβεβαιοτήτων που σχετίζονται με τη δυναμική τους κατάσταση. Σε αυτή την κατηγορία έργων, οι κίνδυνοι σχετίζονται με γεωλογικούς, τεχνικούς, περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς, και οικονομικούς παράγοντες. Σε αυτό το πλαίσιο, ο αρχικός στρατηγικός σχεδιασμός της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος περιλαμβάνει μεταξύ άλλων, την εκτίμηση και καταγραφή των κινδύνων, ταυτόχρονα με την δημιουργία ενός πλαισίου για την διαχείριση και αντιμετώπιση τους, μέσω του περιορισμού των επιπτώσεων που έχουν προκαλέσει. Λαμβάνονται υπόψη, η ορθολογική εκμετάλλευση των αποθεμάτων άνθρακα/λιγνίτη, ζωτικής σημασίας για τη βιωσιμότητα του έργου, καθώς και τα δεδομένα χρόνου και κόστους των εξορυκτικών δραστηριοτήτων και ο τρόπος που επηρεάζουν τη βέλτιστη ανάπτυξη. Απαιτείται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση και



βελτιστοποίηση βάσει τεχνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών ή κοινωνικών παραμέτρων, λαμβάνοντας υπόψη επίσης παράγοντες κινδύνου και αβεβαιότητες που σχετίζονται με φυσικές και τεχνολογικές παραμέτρους (Roumpros et al, 2018).

Τα έργα μεγάλης κλίμακας της επιφανειακής εξόρυξης διαταράσσουν την τοπογραφία της επιφάνειας, τη σταθερότητα των πρανών εκσκαφής και απόθεσης και την απορροή της επιφάνειας με ποικίλους τρόπους προκαλώντας επικίνδυνες καταστάσεις σε περίπτωση που εμφανιστούν ακραία φυσικά φαινόμενα. Σχετικά με τους τεχνολογικούς κινδύνους, παρά τις επιστημονικές γνώσεις, την τεχνική εμπειρογνωμοσύνη και το νομικό πλαίσιο που ρυθμίζει όλα τα θέματα ασφάλειας, εξακολουθεί να υπάρχει πιθανότητα να προκληθούν καταστάσεις που απειλούν τόσο το φυσικό, όσο και το ανθρωπογενές περιβάλλον. Πρόκληση αποτελεί, ο συνδυασμός της εξορυκτικής δραστηριότητας λαμβάνοντας υπόψη τα βασικά ζητήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω (γεωτεχνική/γεωχημική/βιολογική σταθερότητα, θέματα ασφάλειας, περιβαλλοντικά ζητήματα, κτλ.) με το βέλτιστο οικονομικό κόστος για την επιχείρηση. Δηλαδή την ύπαρξη ενός ιδανικού ισορροπημένου μοντέλου «Ασφάλειας – Κόστους – Επιπτώσεων».

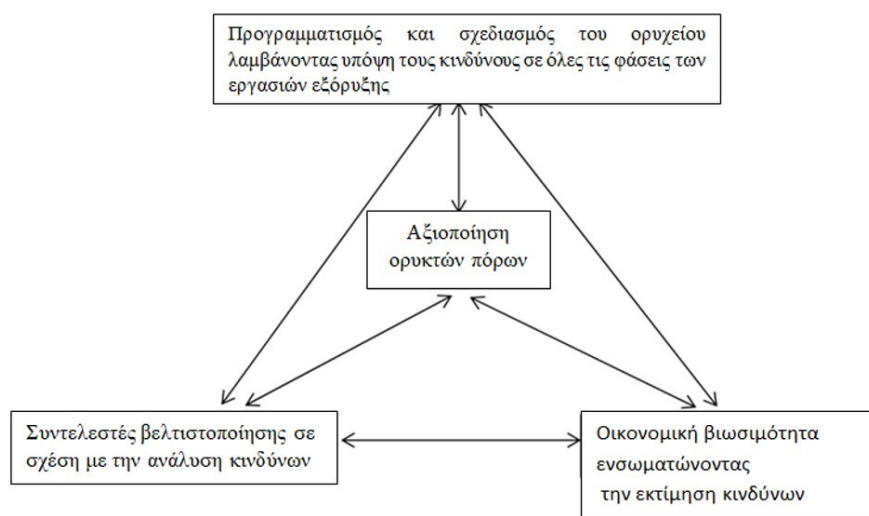
Το νέο ανταγωνιστικό περιβάλλον της εξόρυξης λιγνίτη και των αντίστοιχων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, επηρεάζει την βιωσιμότητά τους, κυρίως λόγω: (i) των μεταβαλλόμενων οικονομικών συνθηκών σε σχέση με τους μετασχηματισμούς της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, (ii) των πιο περίπλοκων και συνεχώς μεταβαλλόμενων συνθηκών εξόρυξης ως αποτέλεσμα της εξάντλησης των πιο πλούσιων αποθεμάτων λιγνίτη και (iii) των τεχνολογικών εξελίξεων των νέων σταθμών παραγωγής ενέργειας υψηλής απόδοσης και χαμηλών εκπομπών (Roumpros et al, 2018). Η προσοχή συγκεντρώνεται σε αυτό το ζήτημα, καθώς ένας πιθανός κίνδυνος επηρεάζει κρίσιμες παραμέτρους ενός επιφανειακού ορυχείου, όπως η ασφάλεια του προσωπικού, η ακεραιότητα των μηχανημάτων, το κόστος επισκευής και αποκατάστασης, οι χρόνοι αδράνειας και η απώλεια κέρδους λόγω μείωσης του παραγωγής. Η ποσοτικοποίηση των παραμέτρων αυτών από οικονομικής πλευράς, αποδεικνύει πως αξίζει η επένδυση περισσότερων χρημάτων για την πρωταρχική μελέτη στην οποία, θα εντοπίζονται οι πιθανοί κίνδυνοι, λόγω των εργασιών εκμετάλλευσης, ενώ θα εξετάζονται σενάρια αντιμετώπισης και ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων τους.

Στην σχετική έρευνα θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

- (i) την έλλειψη βασικής μεθοδολογίας διαχείρισης των κινδύνων
- (ii) τον διαφορετικό τρόπο εντοπισμού, αξιολόγησης και αντιμετώπισης των κινδύνων, με τον οποίο οι διάφορες εταιρείες εξόρυξης προσεγγίζουν, σύμφωνα με τα δικά τους κριτήρια που πολλές φορές διαφέρουν.
- (iii) την εμφάνιση των ακραίων κλιματικών συνθηκών, η οποία τείνει αυξανόμενη παγκοσμίως, και επηρεάζει έντονα τέτοιας έκτασης έργα.

## 1.2 Φάσεις κύκλου ζωής των εξορυκτικών έργων

Η ολιστική προσέγγιση για τον μακροπρόθεσμο στρατηγικό σχεδιασμό σε σχέση με τους κινδύνους, λαμβάνει υπόψη την πρόσφατη τεχνική, περιβαλλοντική, κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη όσον αφορά τη λειτουργία των εξορυκτικών έργων (Σχήμα 1.1). Προκειμένου να βελτιστοποιηθούν τα αποτελέσματα κάθε διαδικασίας λήψης αποφάσεων, οι παράγοντες ρίσκου που σχετίζονται με φυσικούς και τεχνολογικούς κινδύνους πρέπει να προσδιοριστούν καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των έργων εξόρυξης (Roumpos et al., 2018).



**Σχήμα 1.1.** Χρήση ορυκτών πόρων σε σχέση με τους αντίστοιχους παράγοντες κινδύνου (Roumpos et al., 2018).

Σε έργα μεγάλης κλίμακας, όπως είναι οι υπαίθριες εκμεταλλεύσεις λιγνιτικών κοιτασμάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι απαραίτητο να καταγραφούν και ταξινομηθούν αρχικά οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι από την εξορυκτική διαδικασία. Ιδιαίτερα όσον αφορά το στάδιο περάτωσης των ορυχείων και την μεταλιγνιτική περίοδο, θα πρέπει να δοθεί έμφαση σε πλήθος παραγόντων ώστε να εξασφαλίζεται η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα. Ο ορθολογικός σχεδιασμός των εξορυκτικών διαδικασιών, ο οποίος προηγείται, συντελεί στην μείωση των κινδύνων κατά τη μεταλιγνιτική περίοδο. Στη διαδικασία βελτιστοποίησης, οι παράμετροι βιωσιμότητας πρέπει να ενσωματωθούν σε όλες τις φάσεις των εξορυκτικών έργων (Roumpos & Papacosta, 2013).

Η εκμετάλλευση ενός λιγνιτικού κοιτάσματος διαρκεί συνήθως αρκετές δεκαετίες. Για την ανάλυση των φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων που ενδέχεται να επηρεάσουν τις εργασίες εξόρυξης επιφανειών, όλα τα έργα εξόρυξης μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες φάσεις (Pavloudakis et al., 2018):

**1. Η φάση της εξερεύνησης:** Οι δραστηριότητες οι οποίες προηγούνται της εξόρυξης περιλαμβάνουν, εξερεύνηση, κατασκευή δρόμων, διεξαγωγή γεωτρήσεων, γεωχημική ανάλυση (κύρια δράση σχεδιασμού ορυχείου), κ.α. Η πιθανότητα εμφάνισης επικίνδυνου συμβάντος λόγω ακραίων φυσικών φαινομένων ή τεχνολογικών βλαβών θεωρείται μικρή σε αυτό το στάδιο. Αυτό μπορεί να απαιτήσει την προετοιμασία μιας σύντομης έκθεσης αξιολόγησης κινδύνου, βάσει της άδειας εξερεύνησης που παρέχει τα μέτρα για τον έλεγχο των κινδύνων που σχετίζονται κυρίως με την κατασκευή οδών πρόσβασης και βασικών δραστηριοτήτων διεξαγωγής γεωτρήσεων.

**2. Η φάση της ανάπτυξης:** Είναι η περίοδος η οποία ακολουθεί της φάσης εξερεύνησης, και εντοπίζεται από την έναρξη των δραστηριοτήτων εξόρυξης έως την πλήρη εγκατάσταση του εξοπλισμού. Αν και αποτελεί μια σχετικά σύντομη περίοδο, συγκριτικά με τη συνολική διάρκεια ζωής των ορυχείων, η φάση της ανάπτυξης μπορεί να έχει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις λόγω των εκτεταμένων έργων ανάπτυξης και υποδομών που πραγματοποιούνται. Τα εξορυκτικά απόβλητα απορρίπτονται αρχικά εκτός της περιοχής του ορυχείου, σε εξωτερικές αποθέσεις. Οι κύριες ενέργειες σχεδιασμού ορυχείων που σχετίζονται με τη διαχείριση των κινδύνων περιλαμβάνουν: εγκαταστάσεις κοινής ωφέλειας, κατασκευή κτιρίων και υποδομών, ανάπτυξη οδικής πρόσβασης και μεταφοράς, εκκαθάριση χώρων για ανάπτυξη

εγκαταστάσεων, μετακίνηση μαζών, τροποποίηση της επιφανείας απορροής των εκτάσεων που θα αναπτυχθούν τα ορυχεία. Επιπλέον, αναπτύσσονται δράσεις περιβαλλοντικής διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένου των εγκαταστάσεων ελέγχου της ρύπανσης και των συστημάτων παρακολούθησης της ποιότητας του περιβάλλοντος.

**3. Η φάση ωριμότητας/πλήρους παραγωγής:** Αποτελεί την μεγαλύτερη περίοδο στον κύκλο ζωής του ορυχείου στο οποίο επιτυγχάνεται υψηλό ποσοστό εξόρυξης λιγνίτη ενώ το κόστος λειτουργίας βελτιώνεται εξαιτίας της παραγωγής. Σε αυτό το στάδιο τα εξορυκτικά απόβλητα απορρίπτονται εντός της λεκάνης του ορυχείου, σε εσωτερικές αποθέσεις. Ταυτόχρονα, η αποκατάσταση γης ξεκινά σταδιακά από τις εξωτερικές αποθέσεις με εργασίες διαστρώσεων και φυτεύσεων.

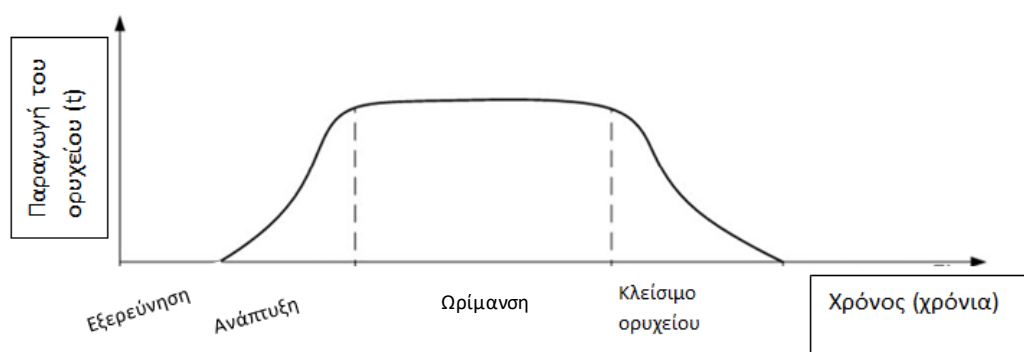
**4. Η φάση γήρανσης:** Έπειτα από την φάση της πλήρους παραγωγής, ο κύκλος ζωής των ορυχείων οδεύει προς την μείωση της παραγωγής και στην σταδιακή παύση των εργασιών. Η φάση της σταδιακής παύσης των εργασιών μπορεί να οφείλεται στην εξάντληση των αποθεμάτων του κοιτάσματος ή στην παύση των εργασιών λόγω άλλων παραγόντων, όπως για παράδειγμα η απολιγνιτοποίηση. Σε αυτή τη φάση μπορεί η μείωση της παραγωγής να αναπληρώνεται σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη αύξηση άλλων μορφών παραγωγής ενέργειας (π.χ. ΑΠΕ). Η φάση γήρανσης, αποτελεί μια περίοδο φυσικής εξέλιξης στην ζωή ενός ορυχείου κατά την οποία δημιουργούνται νέες ευκαιρίες για ανάπτυξη.

**5. Η περάτωση των ορυχείων (Mine closure) :** Αποτελεί το στάδιο κατά το οποίο οι εργασίες εξόρυξης συρρικνώνονται, ενώ η περιβαλλοντική αποκατάσταση των εκτάσεων, καθώς και επιπλέον ενέργειες μετασχηματισμού εξελίσσονται κανονικά. Θέλει προσοχή σχετικά με τον αντίκτυπο που μπορεί να έχει μια τέτοια ενέργεια και εξαρτάται από το βαθμό προγραμματισμού και τα διαθέσιμα μέσα αντιμετώπισης (διαθεσιμότητα των οικονομικών πόρων). Οι κύριες ενέργειες σχεδιασμού περιλαμβάνουν πλήθος ενεργειών όπως, εκπόνηση μελέτης εκτίμησης κινδύνου, εφαρμογή ολοκληρωμένου σχεδίου κλεισίματος ορυχείων, παροπλισμός εξοπλισμού και αποσυναρμολόγηση /καθαίρεση εγκαταστάσεων, διαχωρισμός και ανακύκλωση υλικών, ανάκτηση περιουσιακών στοιχείων, επιλογή κατάλληλων χρήσεων γης και τελική αποκατάσταση εκτάσεων (σύμφωνα με τις προκαθορισμένες χρήσεις),

διοικητικές δομές, κοινωνικοοικονομικές μελέτες και αντιμετώπιση πιθανών επιπτώσεων στην τοπική κοινωνία. Οι παραπάνω αναφορές είναι ζωτικής σημασίας για την προετοιμασία ενός ορυχείου σχετικά με τη μετάβαση στην φάση μετά την περάτωση (Mine closure). Ο φορέας και οι εποπτικές αρχές, υλοποιούν το πρόγραμμα περάτωσης του ορυχείου λαμβάνοντας υπόψη πρώτα την ασφάλεια, περιορίζοντας την όποια πιθανότητα τυχόν ατυχημάτων ή σοβαρών προβλημάτων υγείας.

**6. Η φάση μετά το κλείσιμο (Post mining):** Αποτελεί την φάση στην οποία έχει ολοκληρωθεί το σύνολο των απαραίτητων εργασιών για το κλείσιμο των ορυχείων, και των εργασιών αποκατάστασης γης και αλλαγής χρήσης. Απαραίτητη είναι η εφαρμογή του προγράμματος παρακολούθησης μετά την παύση των εργασιών, όπως έχει ορισθεί. Η ελάττωση της πιθανότητας των ενδεχόμενων φυσικών ή τεχνολογικών κινδύνων, σε αυτή την φάση, εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα των προληπτικών μέτρων που ληφθήκαν κατά τις προηγούμενες φάσεις του κύκλου ζωής των ορυχείων.

Η παραγωγή λιγνίτη, κατά τη διάρκεια των διαδοχικών φάσεων κύκλου ζωής ενός υπαίθριου λιγνιτωρυχείου, απεικονίζεται στο **Σχήμα 1.2**, ενώ οι διάφορες προσεγγίσεις δράσεων διαχείρισης κινδύνων σε σχέση με τις διάφορες φάσεις κύκλου ζωής ενός ορυχείου δίδεται στον **Πίνακα 1.1**.

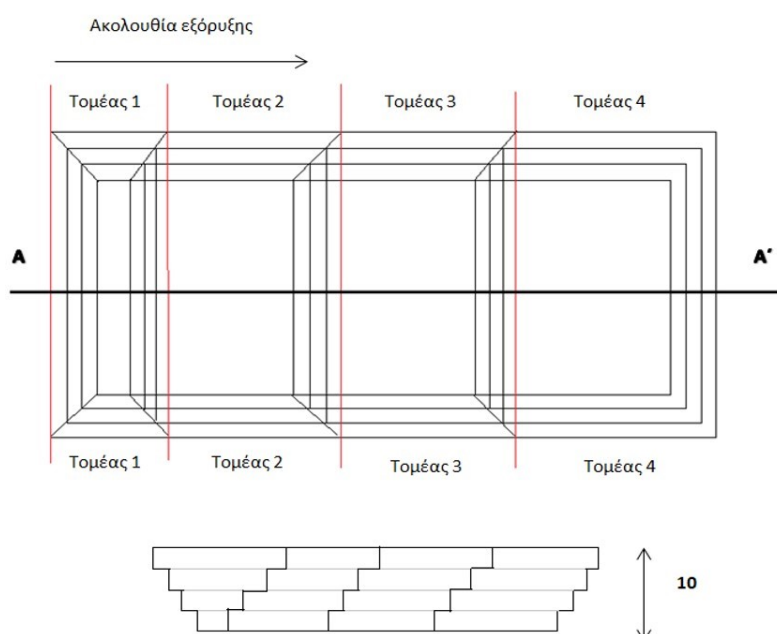


**Σχήμα 1.2.** Φάσεις κύκλου ζωής ενός υπαίθριου ορυχείου λιγνίτη σε σχέση με την παραγωγή λιγνίτη (μεταλλεύματος) (Roumpos et al., 2018).

**Πίνακας 1.1.** Ο κύκλος ζωής ενός επιφανειακού έργου εξόρυξης και η σχετική διαχείριση κινδύνων (Roumpos et al., 2018).

Φάσεις κύκλου ζωής ενός έργου επιφανειακής εξόρυξης	Φάσεις διαχείρισης κινδύνων	Δράσεις	Προσέγγιση
Εξερεύνηση	Πρόβλεψη	Προετοιμασία	Πρόληψη
Διεξαγωγή (ανάπτυξη/ωρίμανση/γήρανση)	Προειδοποίηση έκτακτης ανάγκης/ ανακατασκευή	Ανταπόκριση	Δράση
Κλείσιμο	Μακροπρόθεσμη ανακατασκευή	Ανάκτηση	Πρόληψη και Δράση
Μετά το κλείσιμο	Μακροπρόθεσμη ανακατασκευή	Ανάκτηση	Δράση

Στο **Σχήμα 1.3** απεικονίζεται η κάτοψη και η διαμήκης διατομή ενός επιφανειακού ορυχείου χωρισμένο σε τέσσερις τομείς εκσκαφής που εξορύσσονται διαδοχικά από δυτικά προς ανατολικά. Η φάση ανάπτυξης αναφέρεται στις εργασίες στον Τομέα 1, τη φάση ωρίμανσης στους Τομείς 2 και 3 και τη φάση κλεισίματος στη σταδιακή εξάντληση του Τομέα 4.



**Σχήμα 1.3.** Κάτοψη και διαμήκης διατομή A – A' μιας επιφανειακής εξόρυξης χωρισμένη σε τέσσερις ανασκαφικούς τομείς και τέσσερις ανασκαφικούς πάγκους (Roumpos et al., 2018).

### 1.3 Εισαγωγή στην έννοια των κινδύνων

Οι κίνδυνοι είναι φαινόμενα και διεργασίες οι οποίες εμφανίζονται στιγμιαία και μπορεί να προκαλέσουν καταστροφές με διάφορα επίπεδα έντασης και με επιβλαβείς επιπτώσεις, στους ανθρώπους (θάνατοι, τραυματισμοί, ασθένειες), στις ανθρώπινες δραστηριότητες (οικονομικές, κοινωνικές), στο περιβάλλον (ρύπανση, απώλεια πανίδας και χλωρίδας) και στην ιδιοκτησία (ζημιές από κατασκευές). Επίσης στους κινδύνους εντάσσονται και κοινωνικοοικονομικά προβλήματα, ζητήματα νομοθεσίας, θέματα σχετιζόμενα με την κλιματική αλλαγή κ.α. τα οποία ενδέχεται να προκύψουν έπειτα από έντονες μεταβολές, όπως για παράδειγμα η απότομη παύση εργασιών ενός ορυχείου λόγω άλλων παραγόντων.

Σύμφωνα με τη Διεθνή Στρατηγική των Ηνωμένων Εθνών (UN International Strategy for Disaster Risk, 2004), για τη μείωση του κινδύνου καταστροφών ο κίνδυνος είναι «ένα δυνητικά καταστροφικό γεγονός, φαινόμενο ή ανθρώπινη δραστηριότητα που μπορεί να προκαλέσει απώλεια ζωής ή τραυματισμό, ζημία περιουσίας, κοινωνική και οικονομική αναστάτωση ή περιβαλλοντική υποβάθμιση». Αυτός ο ορισμός δείχνει ότι κάθε ολοκληρωμένη ανάλυση των πιθανών επιπτώσεων των κινδύνων σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό, περιβαλλοντικό ή βιομηχανικό σύστημα, απαιτεί εμπειρικά στοιχεία και επιστημονική τεκμηρίωση.

Όσον αφορά συγκεκριμένα τις περιοχές εξόρυξης άνθρακα/λιγνίτη, αυτές εκτίθενται σε καταστροφικές επιπτώσεις λόγω των ακόλουθων βασικών λόγων (Kavvadas et al., 2018).

- Δραστική αλλαγή της γεωμορφολογίας που μεταβάλλει το φυσικό τοπίο και την τοπογραφία.
- Μείωση της συνοχής του εδάφους λόγω της συνεχούς λειτουργίας παγίου εξοπλισμού.
- Διαφοροποίηση περιοχών του εδάφους λόγω της χρήσης εκρηκτικών υλικών και δονήσεων που δημιουργούνται από την εκσκαφή και τα μέσα μεταφοράς (ιμάντες μεταφοράς, βαγόνια κ.λπ.).
- Διαταραχές του εδάφους λόγω της διάνοιξης των δρόμων πρόσβασης και των εργασιών διαμόρφωσης του εδάφους.
- Τροποποιήσεις στην υπάρχουσα υδρολογία και δημιουργία τεχνητών λιμνών.

- Μείωση της συνοχής σε περιοχές του εδάφους λόγω της αφαίρεσης του εδάφους.
- Επιδράσεις στη σταθερότητα του εδάφους λόγω προσαρμογών στις ανοιχτές κοιλότητες.
- Απόρριψη ποσοτήτων λιγνίτη που έχουν εξορυχθεί.
- Ανθρώπινες παρεμβάσεις με χρήση τεχνικών μέσων για την αύξηση της παραγωγής λιγνίτη.

Με τις παραπάνω παρεμβάσεις μπορεί να καταλάβει κανείς πως τα λιγνιτωρυχεία είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σε φυσικούς και τεχνολογικούς κινδύνους με πιθανές επιπτώσεις στην υγεία και την ασφάλεια του εργαζομένου, στις εξορυκτικές υποδομές/εγκαταστάσεις και σε περιβαλλοντικά - κοινωνικοοικονομικά θέματα.

### **1.3.1 Ενδεικτική ταξινόμηση κινδύνων**

Η ταξινόμηση των φυσικών κινδύνων, αφορά αντιπροσωπευτικές κατηγορίες όπως, ατμοσφαιρικούς, γεωφυσικούς, υδρολογικούς και βιολογικούς κινδύνους. Για τους τεχνολογικούς κινδύνους υπάρχει διαφοροποίηση διότι μπορεί να περιλαμβάνονται ατυχήματα κατά τη μεταφορά, εκρήξεις και πυρκαγιές, απελευθέρωση τοξικών χημικών ουσιών, ζητήματα με τον πάγιο εξοπλισμό, κ.α. Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές έρευνες αναγνωρίζουν μεταξύ φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων την κατηγορία των “σχεδόν φυσικών κινδύνων”. Αυτός ο όρος υπονοεί την ανθρώπινη παρέμβαση που μειώνει τις αρνητικές επιδράσεις στα φυσικά οικοσυστήματα. Για παράδειγμα, μια ακραία περίπτωση φυσικού κινδύνου σε επιφανειακό ορυχείο μπορεί είναι ο κίνδυνος της ερημοποίησης ο οποίος ενισχύεται από την ακατάλληλη διαχείριση του εδάφους (Hewitt and Burton, 1971; Dey and Singh, 2006; Nelson, 2014).

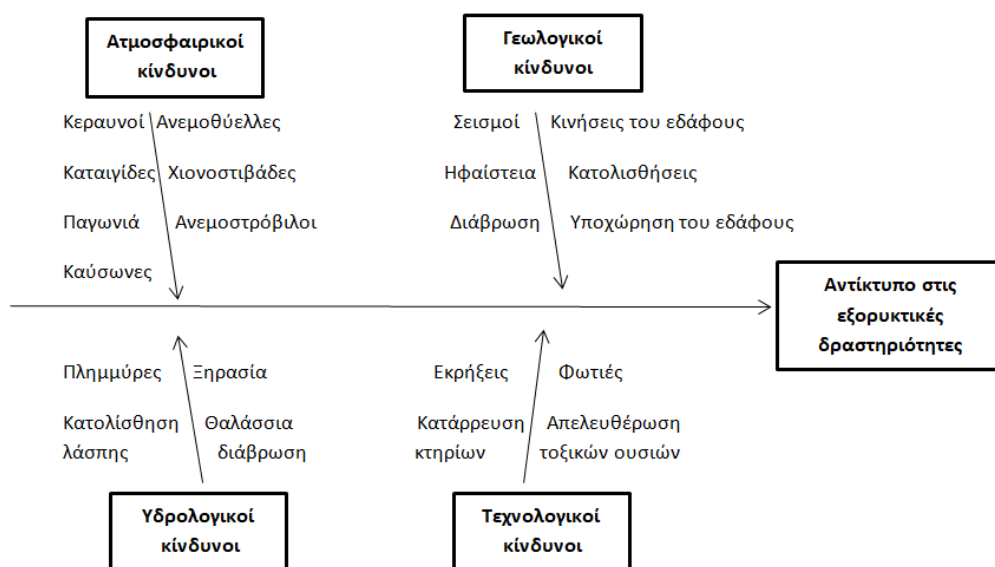
Οι κίνδυνοι μπορεί να χαρακτηριστούν ως πολλαπλοί, δευτερογενείς ή/και χρόνιοι. Οι πολλαπλοί κίνδυνοι αναφέρονται σε συμβάντα με αντίκτυπο στην ίδια περιοχή και ταυτόχρονα διαχωρίζονται στο χρόνο. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι δυνατή η διάκριση του επικίνδυνου συμβάντος που ξεκίνησε νωρίτερα, προκαλώντας την εμφάνιση του δευτερεύοντος συμβάντος. Τυπικά παραδείγματα δευτερογενών κινδύνων είναι η κατάρρευση κτιρίων και η αποτυχία δικτύων κοινής ωφέλειας μετά από σεισμό ή στην περίπτωση δραστηριοτήτων εξόρυξης επιφανειών, κατολισθήσεις



που συμβαίνουν μετά από έντονες βροχοπτώσεις/πλημμύρες του ορυχείου. Οι χρόνιοι κίνδυνοι είναι εκείνοι που προκύπτουν από μακροχρόνιες δράσεις (Long-term risks) με συσσωρευτικό χαρακτήρα με την πάροδο του χρόνου, όπως η μεγάλη κλίμακας μόλυνση του εδάφους λόγω διαρροής τοξικών χημικών ουσιών.

### 1.3.2 Προσδιορισμός των κινδύνων

Με βάση την παραπάνω αναφορά στους κινδύνους, ένα απλοποιημένο διάγραμμα αιτίων και αποτελεσμάτων, μπορεί να συνοψίσει τους κύριους φυσικούς και τεχνολογικούς κινδύνους. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ενός πλήθους κινδύνων παρουσιάζονται σε ένα τέτοια διάγραμμα αιτίων και αποτελεσμάτων που προσδιορίζει τους παράγοντες κινδύνου και τους επιμέρους παράγοντες που εμπλέκονται σε τακτικές εργασίες εξόρυξης (**Σχήμα 1.4**).



**Σχήμα 1.4.** Απλοποιημένο διάγραμμα αιτίων και αποτελεσμάτων των φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων που είναι πιθανό να επηρεάσουν ένα ορυχείο λιγνίτη. (Vlachos & Kakalis, 2018).

Οι κύριοι φυσικοί κίνδυνοι περιλαμβάνουν ατμοσφαιρικούς, γεωλογικούς και υδρολογικούς κινδύνους, όπως αναλύονται στο **Σχήμα 1.4**. Οι τεχνολογικοί κίνδυνοι μπορεί να σχετίζονται με φυσικούς κινδύνους ή να ξεκινούν από αυτούς. Σύμφωνα με τους Βλάχο και Κακάλη (2018), η ευπάθεια των επιφανειακών ορυχείων, λόγω του

αυξανόμενου κινδύνου με την πάροδο του χρόνου, θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με προληπτικές ενέργειες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μιας σχετικής Ανάλυσης Επιχειρηματικών Επιπτώσεων (Business Impact Analysis) στον εντοπισμό κρίσιμων δραστηριοτήτων ενός λιγνιτωρυχείου, οι προσδιοριζόμενες κρίσιμες δραστηριότητες περιλαμβάνουν ενδεικτικά την μεταφορά λιγνίτη σε σταθμούς ενέργειας, την ύπαρξη αποθέματος λιγνίτη, τη λειτουργία της αίθουσας ελέγχου των μάντων μεταφοράς, την ηλεκτρική και μηχανική υποστήριξη και την διαχείριση των εξορυκτικών αποβλήτων. Είναι αυτονόητο πως οι κρίσιμες δραστηριότητες σε έργα τέτοιας έκτασης (Λιγνιτωρυχεία - υποδομές - ΑΗΣ) δεν μπορούν να περιορίζονται σε λίγες γραμμές και απαιτούν εκτεταμένη αναφορά. Συνεπώς, οι προαναφερθέντες φυσικοί και τεχνολογικοί κίνδυνοι θα πρέπει να εξεταστούν με μεγαλύτερη έμφαση στον σχεδιασμό αυτών των κρίσιμων δραστηριοτήτων.

### **1.3.3. Εκτίμηση των κινδύνων**

Η επικινδυνότητα (βαθμός σοβαρότητας του εξεταζόμενου κινδύνου) βασίζεται στις διαθέσιμες επιστημονικές πληροφορίες σχετικά με την τοπογραφία, τα χαρακτηριστικά του εδάφους και των πετρωμάτων, τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής εξόρυξης, το κλίμα και τα υδρολογικά δεδομένα κ.λπ. Επίσης και σε πληροφορίες σχετικά με το ιστορικό των κινδύνων στην περιοχή έρευνας, η οποία προήλθε από επίσημες εκθέσεις και προφορικές συνεντεύξεις προσωπικού και κατοίκων.

Η διάκριση του βαθμού επικινδυνότητας διακρίνεται σε ποσοτική και ποιοτική. Η ποσοτική προσέγγιση στηρίζεται στη χρήση μαθηματικών μοντέλων για να υποδηλώσει σχέσεις μεταξύ της πιθανότητας εμφάνισης και της σοβαρότητας του κινδύνου και μιας σειράς μετρήσιμων μεταβλητών. Τα εμπειρικά δεδομένα, που συλλέγονται από ιστορικά αρχεία, καθώς και θεωρητικά δεδομένα από βασικές αρχές της φυσικής, χρησιμοποιούνται για να αντλήσουν τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Η χρήση των αριθμητικών δεδομένων σε αυτές τις συναρτήσεις μπορεί να λειτουργήσει προληπτικά και να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη μελλοντικών συμβάντων καθώς και να είναι ενδεικτική για το μέγεθος των επιπτώσεών τους.

Ένα παράδειγμα εκτίμησης κινδύνων βάσει ποσοτικής προσέγγισης είναι ο προσδιορισμός των επιπτώσεων μιας πλημμύρας μετά από μια έντονη βροχόπτωση,

ως αποτέλεσμα ακραίων συνθηκών. Οι επιπτώσεις μια πλημμύρα στην περιοχή ενδιαφέροντος μπορεί εν μέρει να ελεγχθούν: i. διαμορφώνοντας την περιοχή της λεκάνης απορροής, κατασκευάζοντας τα απαραίτητα έργα και λειτουργώντας προληπτικά, και ii. λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία όπως, το ύψος της στήλης νερού (βροχόπτωση), την απορροή της επιφάνειας (υδρολογικό σχέδιο), τη διαπερατότητα του εδάφους, το κάλυμμα της βλάστησης κ.λπ. Ως αποτέλεσμα, είναι πως μπορεί να υπάρξει έλεγχος για τον περιορισμό των επιπτώσεων ενός τέτοιου γεγονότος καθώς και άμεση αντιμετώπιση των περιορισμένων επιπτώσεων του.

Αντίθετα, η ποιοτική προσέγγιση χρησιμοποιεί την κατάταξη, όπως «χαμηλή - μεσαία - υψηλή» για την αξιολόγηση ενός επικίνδυνου συμβάντος, όταν υπάρχει έλλειψη επαρκών δεδομένων για ποσοτική αξιολόγηση ή όταν ορισμένες μεταβλητές δεν μπορούν να εκφραστούν αριθμητικά.

Η εκτίμηση επικινδυνότητας μπορεί επίσης να είναι ντετερμινιστική (σύμφωνα με τους φυσικούς και τους αντικειμενικούς νόμους) ή πιθανοτική. Η πρώτη προσέγγιση βασίζεται στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών και των συνεπειών των κινδύνων που σημειώθηκαν στο παρελθόν και είναι αιτιωδώς προσδιορισμένα. Αντίθετα η πιθανοτική προσέγγιση βασίζεται στον εντοπισμό των κινδύνων που επηρεάζουν την περιοχή έρευνας και λαμβάνει υπόψη διαφορετική προσέγγιση.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων από αυτούς τους κινδύνους πραγματοποιείται με ανάλυση πιθανότητας. Παρέχει μια εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης για κάθε κίνδυνο, η οποία μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως «υψηλή», «μέτρια» ή «χαμηλή». Η πιθανότητα εμφάνισης μπορεί να εκτιμηθεί μέσω παρατήρησης και έρευνας σε παρελθόντα γεγονότα ή συμβάντα που έχουν παρουσιαστεί. Στη γενική περίπτωση της ποιοτικής προσέγγισης, η εκτίμηση των κινδύνων βασίζεται σε μια σειρά παραγόντων που καθορίζουν τον αντίκτυπό τους στους ανθρώπους, τις ανθρώπινες δραστηριότητες και το οικοσύστημα. Πιο συγκεκριμένα:

**1. Πιθανότητα εμφάνισης:** Στην επισκόπηση του επιχειρηματικού κινδύνου των λιγνιτωρυχείων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης της ΔΕΗ, τα πιθανά συμβάντα κινδύνου ταξινομήθηκαν στις ακόλουθες κατηγορίες με βάση τη περίοδο επιστροφής: 25.000 χρόνια, 2.500 χρόνια, το προσδόκιμο ζωής του ανθρώπου (δηλαδή περίπου 80 έτη), η διάρκεια της επαγγελματικής καριέρας (δηλαδή περίπου 35 έτη), 25 έτη και 5 έτη. Αυτή η κλίμακα αντικατοπτρίζει ένα στατιστικό μέτρο για το πόσο συχνά θα

συμβεί ένα συμβάν κινδύνου ενός δεδομένου συγκεκριμένου μεγέθους και έντασης. Για παράδειγμα, ένα διάστημα επανάληψης 25 ετών για μια πλημμύρα υποδηλώνει ότι σε κάθε χρόνο, μια πλημμύρα αυτού του μεγέθους έχει πιθανότητα εμφάνισης 4%. Αν και η πλειονότητα των κινδύνων εμφανίζει περιόδους επιστροφής συγκρίσιμες με την ανθρώπινη χρονική κλίμακα, τα πιο ακραία γεγονότα είναι τα πιο καταστροφικά, τα οποία παρουσιάζουν πολύ μικρή εμφάνιση, αλλά πολύ υψηλά μεγέθη όσον αφορά τις καταστροφικές επιπτώσεις.

**2. Πρόβλεψη:** Ορισμένοι κίνδυνοι είναι πιο εύκολο να προβλεφθούν από άλλους. Για παράδειγμα, οι κατολισθήσεις μπορούν να εκτιμηθούν εάν έχει εγκατασταθεί ένα κατάλληλο σύστημα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, στα πρηνή των εκσκαφών και των εξωτερικών αποθέσεων. Ωστόσο, άλλοι κίνδυνοι, όπως τροχαία ατυχήματα ή εκρήξεις είναι πολύ πιο δύσκολο να προβλεφθούν και βασίζονται στην πιθανότητα βάση ιστορικού. Σε γενικές γραμμές, ισχύει ότι οι κίνδυνοι χωρίς κάποια ένδειξη ή προειδοποίηση είναι και οι πιο σοβαροί κυρίως για την ανθρώπινη ζωή.

**3. Βαθμός Σοβαρότητας:** Η εκτίμηση ενός κινδύνου υψηλού ρίσκου, προϋποθέτει την διαβάθμιση του βαθμού σοβαρότητας. Αποτελεί μια παράμετρο που σχετίζεται με την επίδραση που μπορεί να έχει στο προσωπικό, την εταιρεία εξόρυξης, στο έργο εκμετάλλευσης, και τους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής, εφόσον προκύψει ο πιθανός κίνδυνος. Ο βαθμός σοβαρότητας μπορεί να εκφραστεί σε οικονομικούς όρους, σχετικά με τη συνέπεια που μπορεί να έχει ο κίνδυνος για την εταιρεία εξόρυξης και όλους τους ενδιαφερόμενους. Στη μελέτη σχετικά με την επισκόπηση του επιχειρηματικού κινδύνου των ορυχείων λιγνίτη της ΔΕΗ, ο βαθμός σοβαρότητας των πιθανών επικίνδυνων συμβάντων ταξινομείται στις ακόλουθες κατηγορίες, εκπεφρασμένη σε οικονομικό μέγεθος:  $<200.000\text{€}$ ,  $200.000\text{€} < X <2.000.000\text{€}$ ,  $2.000.000\text{€} < X <20.000.000\text{€}$ ,  $> 20.000.000 \text{€}$ . Για τον ίδιο σκοπό, οι ακόλουθες παράμετροι, οι οποίες χρησιμοποιούνται εκτενώς στην ασφαλιστική αγορά, χρησιμοποιήθηκαν για μια σειρά τυχαίων συμβάντων, όπως πιθανότητα πυρκαγιάς στον εκσκαφέα με τροχούς, ενδεχόμενη τρομοκρατική επίθεση, σεισμός και πλημμύρα:

- *Μέγιστη προβλεπόμενη απώλεια:* Μέγιστη τιμή μιας καταστροφής, προερχόμενης ως συνέπεια του κινδύνου, κατά την παραγωγική λειτουργία με μη εφαρμογή εσωτερικών μέτρων προστασίας.

- *Πιθανή μέγιστη απώλεια:* Μέγιστη τιμή καταστροφής από δεδομένο κίνδυνο υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, με ειδικές συνθήκες εσωτερικής και εξωτερικής ασφάλειας, σε σχέση με ένα αγαθό ή ένα σύνολο αγαθών.

Και οι δύο παράμετροι εκφράζονται ως το ποσοστό ζημίας (%) σε σχέση με τη συνολική αξία του αγαθού ή του συνόλου των αγαθών.

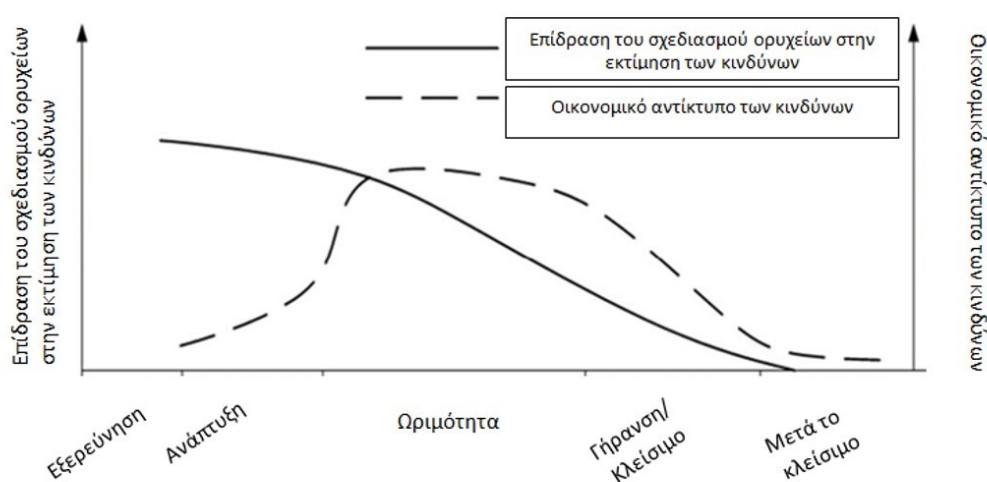
**4. Δυνατότητα διαχείρισης:** Για ορισμένους τύπους κινδύνων, οι πραγματικές διαστάσεις του συμβάντος μπορεί να διαμορφωθούν εάν ληφθούν κατάλληλα μέτρα. Φυσικά αυτό δεν ισχύει για το σύνολο και σε ορισμένες περιπτώσεις δεν μπορεί να αλλάξει αποτελεσματικά το περιστατικό. Για παράδειγμα, η κατασκευή κατάλληλων καναλιών για την εκτροπή ρεμάτων, κατά τη διάρκεια ακραίων βροχοπτώσεων, μπορεί να μετριάσει την ποσότητα νερού λόγω των πολλών απορροών, αλλά το φαινόμενο δεν μπορεί να περιορισθεί στην έκταση του. Το αποτέλεσμα όμως των επιπτώσεων θα μετριαστεί λόγω της πρόβλεψης.

**5. Χρόνος ένδειξης του συμβάντος:** Η χρόνος ένδειξης πριν την έναρξη ενός συμβάντος ή ο χρόνο προειδοποίησης είναι μια πολύ σημαντική μεταβλητή, δεδομένου ότι επηρεάζει τον χρόνο αντίδρασης ή ενημέρωσης. Οι εκρήξεις και τα τροχαία ατυχήματα ταξινομούνται στην κατηγορία κινδύνων που φτάνουν αμέσως στη μέγιστη έντασή τους χωρίς προειδοποίηση. Από την άλλη πλευρά, οι χειμερινές καταιγίδες, οι πλημμύρες και οι κατολισθήσεις είναι τυπικά παραδείγματα κινδύνων ότι η ενδεχόμενη εμφάνιση τους είναι γνωστή αρκετές ώρες ή ημέρες νωρίτερα. Η ένταση τους όμως, δεν μπορεί να προβλεφθεί ακριβώς. Οι μαζικές κινήσεις, όπως η διάβρωση/καθίζηση, έχουν ταχύτητες έναρξης που ποικίλλουν από μερικές ώρες, ως αποτέλεσμα καταιγίδας, και εκτείνονται έως και πολλά χρόνια.

**6. Διάρκεια:** Ορίζεται ως το χρονικό διάστημα της εξέλιξης ενός κινδύνου. Ο γενικός κανόνας προτάζει ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος, τόσο πιο σοβαρός είναι. Για παράδειγμα, ένας σεισμός που διαρκεί ένα λεπτό είναι πιθανό να είναι πιο σοβαρός και να προκαλέσει και δευτερεύοντες κινδύνους (π.χ. κατολισθήσεις) από έναν που διαρκεί δέκα δευτερόλεπτα όπως και μια ξηρασία που διαρκεί δέκα χρόνια είναι δεδομένο πως θα είναι σοβαρότερη από εκείνη που διαρκεί τρεις μήνες.

**7. Διασπορά:** Αναφέρεται στην έκταση που διαμορφώνεται το αποτέλεσμα ενός κινδύνου πάνω στη γεωγραφική περιοχή στην οποία μπορεί να προκύψει ο κίνδυνος. Σε περιπτώσεις τεχνολογικών κινδύνων, η διασπορά ζημιών εκτός των ορίων του επιφανειακού ορυχείου είναι μια εξέλιξη που εκθέτει την εταιρεία εξόρυξης σε πολλαπλούς νομικούς κινδύνους και δημιουργεί μεγάλες αξιώσεις αποζημίωσης.

Οι οικονομικές επιπτώσεις στη βιωσιμότητα των έργων εξόρυξης εξαρτώνται από το αντίστοιχο άμεσο και έμμεσο κόστος, καθώς και από το χρόνο. Με βάση την αντικειμενική συνάρτηση της καθαρής τρέχουσας αξίας των ταμειακών ροών οι κύριες κρίσιμες παράμετροι που σχετίζονται με τις επιπτώσεις των φυσικών ή τεχνολογικών κινδύνων είναι τα εναπομείναντα αποθέματα λιγνίτη, η ετήσια παραγωγή λιγνίτη του ορυχείου σε σχέση με τη χωρητικότητα του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας, όπως και το κόστος εξόρυξης και λειτουργίας (Pavloudakis, et al., 2018). Ανάλογα με το στάδιο των εξορυκτικών δραστηριοτήτων, οι επιπτώσεις στις εργασίες εξόρυξης και συνεπώς στη βιωσιμότητα του έργου εξόρυξης ενδέχεται να έχουν διαφορετικές οικονομικές επιπτώσεις. Μια διαγραμματική απεικόνιση της επίδρασης του σχεδιασμού ορυχείων στην εκτίμηση επικινδυνότητας και των οικονομικών επιπτώσεων των κινδύνων στη βιωσιμότητα του έργου εξόρυξης, συναρτήσει του κύκλου ζωής ενός έργου, παρουσιάζεται στο **Σχήμα 1.5**.



**Σχήμα 1.5.** Διαγραμματική αναπαράσταση της επίδρασης του σχεδιασμού ορυχείων στην εκτίμηση επικινδυνότητας και των οικονομικών επιπτώσεων των κινδύνων στη βιωσιμότητα του έργου εξόρυξης σε σχέση με τις φάσεις κύκλου ζωής ενός έργου. (Roumpos & Spanidis, 2003)

## 1.4 Διαχείριση κινδύνων

Η διαχείριση κινδύνων περιλαμβάνει πέντε φάσεις, και πιο συγκεκριμένα: πρόβλεψη, προειδοποίηση, ανακούφιση έκτακτης ανάγκης, αποκατάσταση και ανοικοδόμηση (Pathranarakul, 2006).

**1. Πρόβλεψη:** Αυτή η φάση ενσωματώνει δραστηριότητες άμβλυνσης των αποτελεσμάτων. Αυτό περιλαμβάνει διαρθρωτικά μέτρα που έχουν ληφθεί για τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων των κινδύνων, της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και των μη διαρθρωτικών μέτρων που έχουν ληφθεί εκ των προτέρων για τη διασφάλιση αποτελεσματικής αντιμετώπισης των επιπτώσεων των κινδύνων.

**2. Προειδοποίηση:** Αναφέρεται στην παροχή έγκαιρων και αποτελεσματικών πληροφοριών, μέσω αναγνωρισμένου φορέα, όπου απευθύνεται σε άτομα που εκτίθενται σε κίνδυνο και τους ωθεί να αναλάβουν δράση για την αποφυγή, ή τη μείωση του κινδύνου, και την προετοιμασία αποτελεσματικής αντίδρασης.

**3. Ανακούφιση έκτακτης ανάγκης:** Η παροχή βοήθειας ή παρέμβασης κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά από ένα συμβάν για την κάλυψη της διατήρησης της ζωής και των βασικών αναγκών διαβίωσης των ατόμων που πλήττονται. Μπορεί να έχει άμεση, βραχυπρόθεσμη ή παρατεταμένη διάρκεια.

**4. Αποκατάσταση:** Λαμβάνονται αποφάσεις και ενέργειες έπειτα από ένα συμβάν, με σκοπό την αποκατάσταση των συνθηκών λειτουργίας και των συνθηκών διαβίωσης των πληγέντων κοινοτήτων της ευρύτερης περιοχής εξόρυξης, ενώ ενθαρρύνει και διευκολύνει τις απαραίτητες προσαρμογές για τη μείωση του κινδύνου.

**5. Ανασυγκρότηση:** Η μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη ανοικοδόμηση και βιώσιμη αποκατάσταση κρίσιμων υποδομών, υπηρεσιών, εγκαταστάσεων επιβίωσης που απαιτούνται για την πλήρη λειτουργία μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας που έχει πληγεί από ένα συμβάν - μια καταστροφή, σύμφωνα με τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης.

Όπως συμβαίνει σε κάθε τεχνικό έργο, η επιτυχής εφαρμογή των προαναφερόμενων μέτρων εξαρτάται από τις περιστάσεις, τα γεγονότα ή τις επιρροές που εισέρχονται στο σύστημα διαχείρισης του έργου και μπορούν άμεσα ή έμμεσα να επηρεάσουν τα αποτελέσματα του έργου. Υπάρχουν οι παρακάτω δέκα κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας, οι οποίοι πρέπει να ληφθούν προσεκτικά υπόψη στη διαχείριση κινδύνων (Pathranarakul, 2006):

- Αποτελεσματική θεσμική ρύθμιση: Οι ασαφείς οδηγίες προκαλούν σημαντικές καθυστερήσεις κατά τη διάρκεια διαχείρισης της έκτακτης ανάγκης και της αποκατάστασης.
- Συντονισμός και συνεργασία μεταξύ κυβερνητικών υπηρεσιών και της εξορυκτικής εταιρείας.
- Νομοθεσία και κανονισμοί: Η σύγκυση ρόλων και εξουσιοδοτήσεων που προκαλούνται από την ύπαρξη πλήθους διαφορετικών νόμων και κανονισμών είναι εξίσου επικίνδυνη με την έλλειψη σταθερού νομικού πλαισίου.
- Αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης πληροφοριών: Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ εμπλεκόμενων μερών είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή διαχείριση κινδύνων, αν και μερικές φορές αποφεύγεται λόγω του φόβου των νομικών επιπτώσεων.
- Ικανότητες διευθυντών και μελών της ομάδας: Η εταιρεία εξόρυξης πρέπει να επιλέξει τον επικεφαλής και τα μέλη της ομάδας διαχείρισης κινδύνων με τρόπο που να εγγυάται τις διοικητικές, επαγγελματικές και τεχνικές τους δεξιότητες. Εάν είναι απαραίτητο, πρέπει να παρέχεται πρόσθετη εκπαίδευση σε όλο το εμπλεκόμενο προσωπικό.
- Αποτελεσματική διαβούλευση με τους ενδιαφερόμενους και τους δικαιούχους.
- Αποτελεσματικός μηχανισμός επικοινωνίας: Η εμπιστοσύνη που προκύπτει από την αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ της διοίκησης της εταιρείας εξόρυξης καθώς και των συντονιστών των τοπικών ή/και εθνικών αρχών σε συνδυασμό με τη συνοχή της ομάδας διαχείρισης κινδύνων, παίζουν βασικό ρόλο στην επίτευξη επιτυχίας.
- Σαφώς καθορισμένοι στόχοι και δεσμεύσεις από τα εμπλεκόμενα μέρη.



- Αποτελεσματική διαχείριση ανεφοδιασμού: Η αποφυγή συμφόρησης μεταφοράς είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική αντίδραση κατά τη φάση ανακούφισης έκτακτης ανάγκης.
- Επαρκής κινητοποίηση και εκταμίευση πόρων (άτομα, εξοπλισμός και υλικά): Πολλά συστήματα διαχείρισης κινδύνων αποδείχθηκαν ανεπαρκή λόγω της έλλειψης πόρων και λόγω του χαμηλού προϋπολογισμού ή της υποτίμησης του μεγέθους της εξελισσόμενης καταστροφής.

Γίνεται σαφές ότι πρέπει να καταρτιστεί αρχικά, σχέδιο πρόληψης και διαχείρισης κινδύνων που να παρέχει επιπλέον εργαλεία και πρακτικές έκτακτης ανάγκης. Αυτά θα είναι κατάλληλα για την αξιολόγηση των καταστάσεων πριν από την εμφάνιση του ενδεχόμενου κινδύνου, και να συνδράμουν ώστε να περιοριστούν οι καταστροφικές επιπτώσεις του.

### **1.5 Αποτελέσματα διαχείρισης κινδύνων**

Ο εντοπισμός και η εκτίμηση των φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων, σε έργα εκμετάλλευση λιγνιτωρυχείων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης, αποτελεί μια διεπιστημονική προσπάθεια. Αυτοί οι κίνδυνοι, αποτελούν πραγματική απειλή για το έργο και στην ανάλυση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ως προς τις επιπτώσεις τους στη βιώσιμη ανάπτυξη των αντίστοιχων εξορυκτικών έργων.

Για τη διερεύνηση των φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων που ενδέχεται να επηρεάσουν τις επιφανειακές εργασίες εξόρυξης, όλες οι φάσεις του κύκλου ζωής της εξόρυξης διερευνώνται σε συνδυασμό με τις σχετικές φάσεις διαχείρισης κινδύνου.

Κατά την φάση σχεδιασμού και προγραμματισμού του έργου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη θέματα φυσικού κινδύνου. Από τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, συμπεραίνεται ότι αξίζει να αναπτυχθούν εκ των προτέρων σχέδια πρόληψης και διαχείρισης κινδύνων που να παρέχουν επιπλέον εργαλεία και πρακτικές έκτακτης ανάγκης κατάλληλα για την αξιολόγηση των καταστάσεων πριν από την ενδεχόμενη εμφάνιση του κινδύνου και, σε μεταγενέστερο στάδιο, να επιτρέψουν να μετριάσει τις καταστροφικές επιπτώσεις του.

Πρέπει να δοθεί έμφαση στην ανάπτυξη υποδομών σε όλα τα στάδια των εξορυκτικών δραστηριοτήτων, καθώς και στην περίοδο μετά το πέρας της απολιγνιτοποίησης, προκειμένου να διασφαλιστεί μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα. Η μείωση της πιθανότητας του ενδεχόμενου κινδύνου για όλες τις χρονικές περιόδους του έργου εξόρυξης, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σωστό σχεδιασμό της εκμετάλλευσης καθώς και τον ρεαλιστικό σχεδιασμό αντιμετώπισης και διαχείρισης κινδύνων (Pavloudakis et al., 2018).

## Κεφάλαιο 2

### **Σχεδιασμός και εφαρμογή ολοκληρωμένου πλαισίου περάτωσης των ορυχείων - έργα αποκατάστασης εκτάσεων, στο πλαίσιο της νέας στρατηγικής της Ε.Ε.**

Η εφαρμογή της νέας ενεργειακής στρατηγικής της Ε.Ε. στοχεύει προς ένα μέλλον με χαμηλές έως μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ρύπους άνθρακα, ενώ θέτει σημαντικές τεχνολογικές, οικονομικές και κοινωνικές προκλήσεις. Η μετάβαση σε μια νέα πραγματικότητα αποτελεί πρόκληση για την βιομηχανία σε παγκόσμιο επίπεδο και η διαχείριση απαιτεί προσοχή. Ιδιαίτερα σε περιοχές με ισχυρή βιομηχανία εξόρυξης λιγνίτη, εφαρμόζονται οδηγίες για τη μείωση και τελικά τη σταδιακή κατάργηση των δραστηριοτήτων εξόρυξης και παραγωγής ενέργειας. Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) αποτελεί το στρατηγικό σχέδιο για τα θέματα του κλίματος και της ενέργειας, ενώ παρουσιάζεται ο αναλυτικός οδικός χάρτης για την επίτευξη συγκριμένων ενεργειακών στόχων έως το έτος 2030. Στόχος είναι, η μείωση των εκπομπών στο 55% μέχρι το 2030 και στη συνέχεια η σταδιακή μείωση των εκπομπών μέχρι το 0% έως το 2050 (Κύρωση του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα, ΕΣΕΚ, 2019).

Η περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, όπου τα τελευταία 60 χρόνια υπήρξε ιδιαίτερη δραστηριότητα των εργασιών εξόρυξης για την παραγωγή ενέργειας από την ΔΕΗ, αντιμετωπίζει μια νέα πρόκληση. Η περιοχή ήδη πάσχει από το υψηλότερο ποσοστό ανεργίας στην ελληνική περιφέρεια, ως αποτέλεσμα της σταδιακής μείωσης της παραγωγής λιγνίτη μετά το 2004. Συνεπώς, η Δυτική Μακεδονία απαιτεί την εφαρμογή μιας αποτελεσματικής πολιτικής και ενός ολοκληρωμένου πλαισίου, ώστε να γίνει η απαραίτητη μετάβαση σε μια πιο διαφοροποιημένη και βελτιωμένη οικονομία. Στο παρόν Κεφάλαιο παρουσιάζεται μια ποσοτική ανάλυση των επιπτώσεων των δραστηριοτήτων εξόρυξης λιγνίτη και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη δημιουργία και διατήρηση άμεσων και έμμεσων θέσεων εργασίας.

Στο παρόν Κεφάλαιο παρουσιάζεται το νομικό πλαίσιο που ρυθμίζει τη διαχείριση του περιβάλλοντος στα λιγνιτωρυχεία της Δυτικής Μακεδονίας, με αναφορές στις εργασίες αποκατάστασης γης που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν,

στοχεύοντας στην αναδάσωση και την ανάπτυξη γεωργικών εκτάσεων στις επιφάνειες απόθεσης των αγόνων υλικών.

Επίσης ο σχεδιασμός για τις μελλοντικές εργασίες αποκατάστασης των εκτάσεων των ορυχείων, μέσα από την εφαρμογή νέων ιδεών για την ανάπτυξη καινοτόμων χρήσεων γης, όπως η αναδάσωση που προορίζεται για την παραγωγή ξυλείας, η κτηνοτροφία, καλλιέργειες βοτάνων και κατασκευή Φωτοβολταϊκών πάρκων, κ.α. Όλα όσα αναφέρθηκαν αποτελούν μέρος της βασικής περιφερειακής στρατηγικής για την ομαλή μετάβαση της τοπικής κοινωνίας στη μεταλιγνιτική εποχή.

## **2.1. Εισαγωγικές παρατηρήσεις**

Τα λιγνιτωρυχεία της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, εξακολουθούν να διαδραματίζουν καίριο ρόλο στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα. Βέβαια, λόγω της απολιγνιτοποίησης, η οποία επισήμως ξεκίνησε το 2018, η τροφοδοσία των θερμοηλεκτρικών σταθμών οδηγεί σε 11% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας για το έτος 2022, και μόλις στο 9% περίπου για το 2023 (δελτίο ενέργειας του ΑΔΜΗΕ, δελτία Δεκ. 2022, Δεκ. 2023). Στην πρώτη θέση πλέον βρίσκονται οι ΑΠΕ και το φυσικό αέριο. Σύμφωνα με τις τελευταίες ανακοινώσεις της Δ.Ε.Η., τα υφιστάμενα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο τον λιγνίτη στην περιοχή θα λειτουργήσουν μέχρι το 2028, ενώ σήμερα αρκετά από αυτά έχουν τερματίσει την λειτουργία τους.

Σήμερα, τα ορυχεία στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ) εκτείνονται σε έκταση 17000 εκταρίων. Οι συνολικές ετήσιες εκσκαφές της ΔΕΗ του ΛΚΔΜ για το έτος αναφοράς 2023, είναι ίσες με 55,52 Mm<sup>3</sup> με την παραγωγή λιγνίτη να είναι ίση με 8,62 Mt. Ενώ για το σύνολο της ΔΕΗ, αντιστοιχεί σε 62,52 Mm<sup>3</sup> εκσκαφές και παραγωγή λιγνίτη ίση με 9,53 Mt. Σύμφωνα με τα απολογιστικά στοιχεία των τελευταίων ετών παρατηρείται σημαντική μείωση των ετησίων εκσκαφών και της παραγωγής λιγνίτη όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 2.1.

**Πίνακας 2.1** Απολογιστικά στοιχεία 2016-2023 για το ΛΚΔΜ (ΔΕΗ, 2024)

Έτος	Συνολικές ετήσιες εκσκαφές (Mm <sup>3</sup> )	Παραγωγή λιγνίτη (Mt)
2016	202,05	25,31
2017	170,81	27,26
2018	166,44	27,23
2019	129,53	17,67
2020	80,57	10,32
2021	55,90	8,60
2022	47,95	10,49
2023	55,52	8,62

Η εφαρμοζόμενη μέθοδος εκμετάλλευσης βασίζεται σε συστήματα συνεχούς εκσκαφής, μεταφοράς και απόθεσης. Η μέθοδος εξόρυξης βασίζεται στην λειτουργία παγίου εξοπλισμού που αντιστοιχεί στον αριθμό των 26 εκσκαφών, 13 αποθετών και 160 χιλιομέτρων μεταφορικών ταινιών, οι οποίες έχουν εγκατασταθεί σε τέσσερα επιφανειακά ορυχεία. Μέρος του παραπάνω εξοπλισμού δεν βρίσκεται σε λειτουργία στην παρούσα φάση λόγω της συρρίκνωσης των εργασιών εξόρυξης ως επακόλουθο της απολιγνιτοποίησης. Ο συμβατικός χωματουργικός εξοπλισμός χρησιμοποιείται κυρίως για την εκσκαφή των σκληρών πετρωμάτων που υπάρχουν μέσα στα στρώματα του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου (ΟΝΠ) το μεγαλύτερο ορυχείο της περιοχής.

Σε αυτό το πλαίσιο, ο στρατηγικός σχεδιασμός των ορυχείων, ο οποίος στοχεύει στην ορθολογική εκμετάλλευση των κοιτασμάτων λιγνίτη και είναι ζωτικής σημασίας για τη βιωσιμότητα των έργων, διαφοροποιείται λόγω της πρόωρης περάτωσης των ορυχείων. Ωστε η περάτωση των ορυχείων να πραγματοποιηθεί με ομαλό τρόπο. Απαιτείται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση η οποία να βασίζεται σε τεχνικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές παραμέτρους, λαμβάνοντας υπόψη, παράγοντες κινδύνου και αβεβαιότητες που σχετίζονται με γεωτεχνικές, περιβαλλοντικές και άλλες τεχνικές παραμέτρους, αλλά και με αλλαγές στο ρυθμιστικό πλαίσιο και τις τάσεις της αγοράς ενέργειας (Roumpros et al., 2018). Πρέπει να δοθεί έμφαση στην ανάπτυξη ενός μοντέλου αποκατάστασης γης, το οποίο θα πρέπει να επιλέγει μεταξύ των διαφόρων χρήσεων γης βάσει μιας προσέγγισης κόστους που πληροί τους στόχους περιφερειακής ανάπτυξης.

## 2.2. Περιβαλλοντική διαχείριση στα λιγνιτωρυχεία του ΛΚΔΜ σε συνάρτηση με την Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ)

Στην Ελλάδα, όλες οι δραστηριότητες εξόρυξης στα λατομεία λειτουργούν σύμφωνα με κανονισμούς που καθορίζονται με υπουργικές αποφάσεις και το Κανονισμό Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΚΜΛΕ). Επιπλέον, τα ορυχεία πρέπει να πληρούν τα πρότυπα ποιότητας και να εφαρμόζουν προληπτικά μέτρα που περιγράφονται σε πολλές εθνικές νομοθεσίες και ευρωπαϊκές οδηγίες. Ωστόσο, το κύριο εργαλείο που ρυθμίζει όλες τις αποφάσεις περιβαλλοντικής διαχείρισης της εταιρείας είναι η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) η οποία οδηγεί στην Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), για κάθε ένα ορυχείο ξεχωριστά. Τα κύρια ζητήματα που εισάγονται από τις περιβαλλοντικές άδειες είναι τα παρακάτω (Pavloudakis & Agioutantis, 2008):

- Ανάπτυξη και εφαρμογή προγράμματος αποκατάστασης εκτάσεων, σύμφωνα με συγκεκριμένες οδηγίες που ασχολούνται με τα ακόλουθα θέματα όπως: αναδάσωση, μετακίνηση και διάσπρωση των σωρών εξορυκτικών αποβλήτων, πρόληψη κατολισθήσεων-καθιζήσεων, διαχείριση εδάφους, κα.
- Διαχείριση διαφόρων μορφών αποβλήτων (υγρά, στερεά).
- Έλεγχος και παρακολούθηση της ποιότητας του περιβάλλοντος.

Στην ΑΕΠΟ, συμπεριλαμβάνεται και το κόστος περιβαλλοντικής αποκατάστασης των ορυχείων ως εφαρμογή των προαναφερθέντων όρων και προϋποθέσεων για την περίοδο λειτουργίας και μέχρι το κλείσιμο και την τελική αποκατάσταση των ορυχείων (Πίνακας 2.2). Αυτό το κόστος περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που απαιτούνται για την περιβαλλοντική διαχείριση κατά τις εργασίες εξόρυξης και αποκατάστασης γης σύμφωνα με τα σχέδια που έχουν εγκριθεί από τις αρχές.

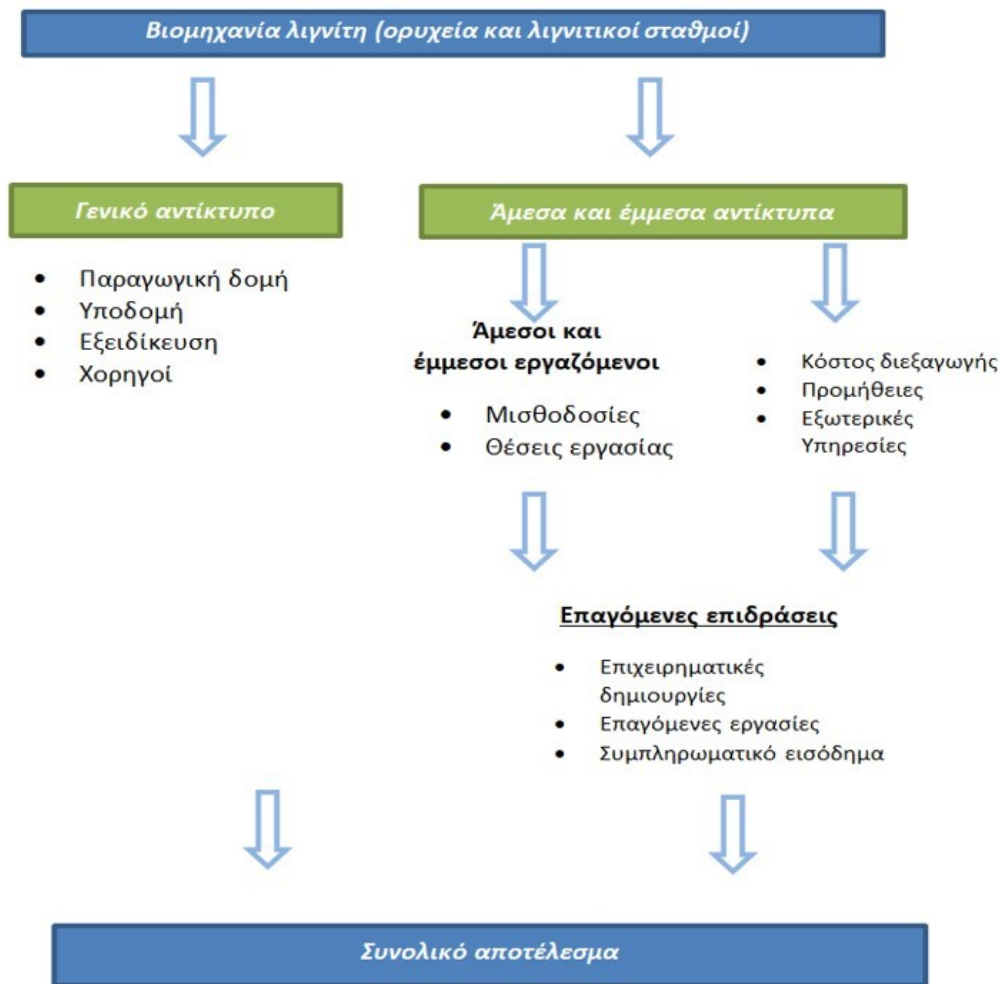
**Πίνακας 2.2.** Κόστος εφαρμογής των όρων και προϋποθέσεων των περιβαλλοντικών αδειών (Pavloudakis & Agioutantis, 2008).

Ορυχεία	Περιοχή που απασχολείται (ha)	Περιβαλλοντικό κόστος μέχρι την προβλεπόμενη λήξη (€)	Περιβαλλοντικό κόστος μέχρι το κλείσιμο του ορυχείου (€)
Πτολεμαΐδα	14,792	25,000,000	90,000,000
Αμύνταιο	5,294	8,000,000	40,000,000

Ο γενικός σχεδιασμός της αποκατάστασης των εκτάσεων ακολουθεί τον τελικό χάρτη των χρήσεων γης, ο οποίος αποτελεί μέρος της μελέτης εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχει εγκριθεί από το Υπουργείο Περιβάλλοντος. Μέχρι τώρα έχει ανακτηθεί μεγάλη έκταση γης, κυρίως τελικές επιφάνειες αποθέσεων αγόνων υλικών από τις εξορυκτικές διεργασίες. Οι συνήθεις διαδικασίες αποκατάστασης που εφαρμόζει η ΔΕΗ είναι: (α) η ανάπτυξη γαιών (διάστρωση μαζών) σε οριζόντιες περιοχές στην κορυφή των σωρών των εξορυκτικών αποβλήτων και (β) η αναδάσωση με ενδημικά είδη των κεκλιμένων επιφανειών των περιθωρίων των σωρών. Η καλλιεργούμενη γη νοικιάζεται στους ντόπιους αγρότες ετησίως και καλλιεργείται με σιτάρι. Οι παραγωγικότητες που επιτυγχάνονται ποικίλλουν σημαντικά από τοποθεσία σε τοποθεσία. Γενικά, η παραγωγικότητα των ανακτημένων εκτάσεων κυμαίνεται από 1000 έως 4000 kg/ha (μέση τιμή είναι 2200 kg/ha) και είναι συγκρίσιμη με αυτήν που αναφέρεται για αντίστοιχες καλλιέργειες που αναπτύσσονται στις γύρω περιοχές (Pavloudakis et al., 2018).

### 2.3. Επίδραση των εξορυκτικών δραστηριοτήτων στην περιφερειακή οικονομία

Η βιομηχανία εξόρυξης λιγνίτη στη περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας επηρεάζει έντονα την περιφερειακή οικονομία με πολυδιάστατο τρόπο, η οποία μπορεί να συστηματοποιηθεί σε άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις, όπως απεικονίζεται παρακάτω (Σχήμα 2.1):



**Σχήμα 2.1.** Συνολική επίδραση της βιομηχανίας λιγνίτη στην περιφερειακή οικονομία της Δυτικής Μακεδονίας.

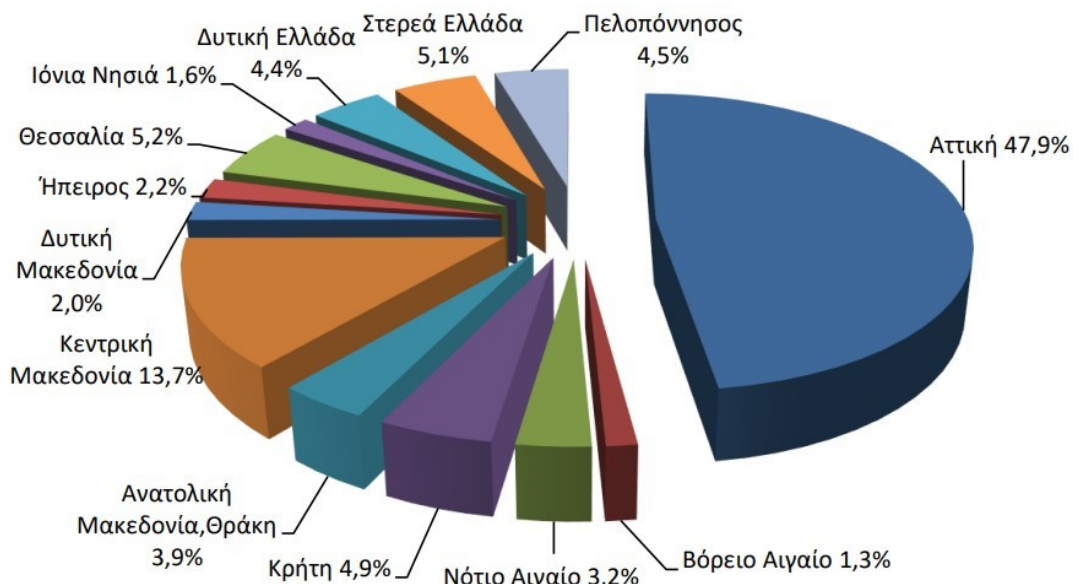
Οι άμεσες επιπτώσεις χαρακτηρίζονται κυρίως από αυτές που σχετίζονται με την βιομηχανία εξόρυξης λιγνίτη και περιλαμβάνουν την πρωτογενή παραγωγή, τις θέσεις εργασίας και τους μισθούς των εργαζομένων. Οι έμμεσες επιπτώσεις περιλαμβάνουν επενδύσεις και δαπάνες σε προϊόντα, υπηρεσίες και αγαθά που



απαιτούνται για την ορθή λειτουργία της βιομηχανίας εξόρυξης λιγνίτη. Οι έμμεσες επιδράσεις προέρχονται από τη επιχείρηση καθώς και από τις θέσεις εργασίας που δημιουργούνται από τις προαναφερθείσες απαιτήσεις. Τα επαγόμενα αποτελέσματα επισημαίνονται στον πλούτο και τις θέσεις εργασίας. Είναι το αποτέλεσμα των εισοδημάτων των εργαζομένων που απασχολούνται άμεσα ή έμμεσα στη βιομηχανία λιγνίτη.

Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά, που προκύπτουν σε σχέση με την επιρροή της βιομηχανίας λιγνίτη τόσο στη δημιουργία πλούτου όσο και στην τοπική αγορά εργασίας, συνοψίζονται ως εξής:

- Στην κορυφή της παραγωγής λιγνίτη, περισσότερο από το 34% της Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας της Περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας, περίπου 1.5 δισεκατομμύρια ευρώ, προήλθε από τον τομέα της εξόρυξης και της ενέργειας, ενώ 22.5 χιλιάδες άμεσες, έμμεσες ή επαγωγικές θέσεις εργασίας σχετίζονται με η βιομηχανία παραγωγής ενέργειας.
- Για κάθε μόνιμη θέση προσωπικού στην εξόρυξη λιγνίτη και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργούνται και διατηρούνται 3.28 θέσεις στην τοπική αγορά εργασίας. Για κάθε ευρώ που δαπανά η βιομηχανία λιγνίτη σε μισθούς και υπεργολαβίες, περισσότερα από τρία ευρώ παράγονται επαγωγικά στον κύκλο της τοπικής οικονομίας.
- Η απώλεια ενέργειας ίσης με 300 MW μπορεί να στερήσει την τοπική οικονομία 83 εκατομμύρια ευρώ σε ετήσια βάση. Εάν το σύνολο των 2400 MW παροπλιστούν, χωρίς ισοδύναμα μέτρα στήριξης, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι καταστροφικά για την περιφερειακή κοινωνικοοικονομική κατάσταση.



**Σχήμα 2.2.** Συμμετοχή των Περιφερειών της Ελλάδας στην Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία για το Έτος 2021. Η περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας αντιστοιχεί σε μόλις 2,0% (ΕΛΣΤΑΤ, 2024)

Επιπλέον, από τη σύγκριση της ετήσιας ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας στη Δυτική Μακεδονία με τα σχετικά στοιχεία της Ελλάδας, συμπεραίνεται ότι η πρώτη εισήλθε στην οικονομική ύφεση το 2006, πριν από την έναρξη της εθνικής οικονομικής κρίσης (2009). Από την άλλη πλευρά, οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης έχουν πιο ήπια χαρακτηριστικά στη Δυτική Μακεδονία από ό, τι στην υπόλοιπη Ελλάδα. Η υψηλή εξάρτηση της αγοράς εργασίας από τη βιομηχανία λιγνίτη αποτελεί χρηματοοικονομικό ανάχωμα ενάντια στην εκτεταμένη οικονομική ύφεση, όμως ταυτόχρονα είναι ευάλωτη στις αλλαγές οι οποίες θα γίνουν στον τομέα της παραγωγής ενέργειας με βάση τον λιγνίτη.

Μια πρώτη φάση συρρίκνωσης της τοπικής βιομηχανίας λιγνίτη σημειώθηκε κατά την περίοδο 2010 - 2015, όπου η ενεργειακή απόδοση μειώθηκε κατά 663 MW. Παράλληλα, η παραγωγή ηλεκτρισμού από λιγνίτη έχει χάσει τη σημαντική θέση της στο ελληνικό ενεργειακό μείγμα και το φαινόμενο αυτό ενισχύεται έντονα από την απολιγνιτοποίηση. Μετά το 2020 υπάρχει πιο έντονο το φαινόμενο της ελάττωσης παραγωγής λιγνίτη, λόγω της παύσης λειτουργίας επιπλέον μονάδων των ΑΗΣ, σύμφωνα με τους υφιστάμενους περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Επιπλέον, σύμφωνα με την προτεινόμενη Εθνική Στρατηγική για Μέτρα Προσαρμογής στην Κλιματική

Αλλαγή του Υπουργείου Ενέργειας (2015), όπου η ευπάθεια των περιοχών εξετάστηκε από άποψη τομέων οικονομικής δραστηριότητας, εκτιμήθηκε ότι ο τοπικός αρνητικός αντίκτυπος θα μπορούσε ενδεχομένως να είναι τετραπλάσιος σε σύγκριση με άλλες περιοχές.

## 2.4. Σχέδια περάτωσης ορυχείων

Οι μεταλλευτικές εταιρείες ακολουθώντας την εθνική νομοθεσία και στο πλαίσιο της Εταιρικής Περιβαλλοντικής Ευθύνης έχουν εντάξει το κλείσιμο και την αποκατάσταση μιας λιγνιτικής περιοχής ως αναπόσπαστο μέρος του επιχειρησιακού σχεδίου. Πολυάριθμες κατευθυντήριες γραμμές για το κλείσιμο ορυχείων και τον προγραμματισμό κλεισίματος ορυχείων έχουν συνταχθεί από διεθνείς οργανισμούς (Παγκόσμια Τράπεζα, Διεθνές Συμβούλιο Μεταλλείων και Μετάλλων, Πρόγραμμα Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών κ.λπ.). Οι οδηγίες περάτωσης υπάρχουν σε εθνική κλίμακα, όπως οι οδηγίες για την προετοιμασία σχεδίων κλεισίματος ορυχείων στη Δυτική Αυστραλία, οι σουηδικές κατευθυντήριες γραμμές, οι ΗΠΑ, ο Καναδάς κ.λπ.. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα απόβλητα εξόρυξης, τα υλικά που πρέπει να αφαιρεθούν για να αποκτήσουν πρόσβαση στον ορυκτό πόρο, ρυθμίζονται από την οδηγία 2006/21/ΕΚ για τα απόβλητα. Οι οδηγίες για τα απόβλητα εξόρυξης έχουν ειδικές διατάξεις για τις διαδικασίες κλεισίματος αλλά και για μετά το κλείσιμο. Οι όροι αποκατάσταση / ανάκτηση / αναγέννηση χρησιμοποιούνται συχνά στη βιβλιογραφία ως συνώνυμοι (European Commission, 2012), ωστόσο, υπάρχουν διαφορετικοί επίσημοι ορισμοί για κάθε έναν που ισχύει σε διαφορετικές περιστάσεις. Σύμφωνα με τον Pearman, G. (2009), έχει συνοψίσει αυτές τις διαφορετικές έννοιες των λέξεων:

Η *ανάκτηση* είναι η διαδικασία μετατροπής της εγκαταλελειμμένης γης σε αξιοποιήσιμη γη και μπορεί να περιλαμβάνει μηχανικές καθώς και οικολογικές λύσεις. Δηλαδή, πρόκειται για αποκατάσταση της επιφάνειας της γης ώστε να έχει κάποιου είδους οικονομικά παραγωγικής χρήσης.

Η *αποκατάσταση*, με οικολογική έννοια, επιδιώκει να επιταχύνει τεχνητά τις διαδικασίες της φυσικής διαδοχής, επαναφέροντας τη λειτουργία και τη μορφή του αρχικού οικοσυστήματος. Έτσι, η αποκατάσταση καθοδηγείται από οικολογικές αρχές και προωθεί την αποκατάσταση του αρχικού (πριν από την εξόρυξη) οικοσυστήματος σε όλες τις δομικές και λειτουργικές πτυχές του. Ορισμένα οικοσυστήματα μπορεί να έχουν αλλάξει τόσο δραματικά, ώστε να μην είναι πλέον δυνατή η επιστροφή στο αρχικό τοπίο και η αποκατάσταση - μερική επιστροφή σε προηγούμενη κατάσταση - θα μπορούσε να είναι η μόνη επιλογή. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι με την αποκατάσταση των οδηγίων εξορυκτικών αποβλήτων νοείται η επεξεργασία της πληγείσας γης (από εγκατάσταση αποβλήτων) κατά τρόπο ώστε να

αποκατασταθεί η γη σε ικανοποιητικό βαθμό, ιδίως όσον αφορά την ποιότητα του εδάφους, την άγρια ζωή, τους φυσικούς οικότοπους, τα συστήματα νερού. Περιλαμβάνει μέτρα για τη μείωση των βλαβών για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Η αναγέννηση συνεπάγεται ότι λαμβάνεται υπόψη μια ευρεία κοινωνικοοικονομική (και περιβαλλοντική) προοπτική, συμπεριλαμβανομένης της περιοχής των ορυχείων, του περιβάλλοντος και των τοπικών κοινοτήτων. Γενικότερα ισχύουν τα εξής:

- Υπάρχει η ανάγκη για την εφαρμογή ορθής μεθοδολογίας σχετικά με την πλήρη παύση εργασιών και την περάτωση - αποκατάσταση των εγκαταλελειμμένων ορυχείων.
- Μια συστηματική μακροπρόθεσμη προσέγγιση είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που ενδέχεται να προκύψουν.
- Τα έργα μπορούν να εκτελεστούν σε διάφορες κλίμακες (εθνικές, περιφερειακές, τοπικές, κ.λπ.)
- Η χρηματοδότηση του προγράμματος αποκατάστασης απαιτεί πόρους ο οποίοι αναζητούνται σε κατάλληλους φορείς.
- Οι περιορισμένοι πόροι καθιστούν απαραίτητη την ιεράρχηση μεταξύ των περιοχών (εγκαταστάσεων) ενδιαφέροντος και την κατάταξη των εκτάσεων που θα αποκατασταθούν κατά σειρά προτεραιότητας. Εφόσον τα κεφάλαια δεν επαρκούν για το σύνολο των περιβαλλοντικών βελτιώσεων, οι εργασίες αποκατάστασης θα πρέπει να περιορισθούν στις απολύτων απαραίτητες για την ασφάλεια και την εξάλειψη των κινδύνων για την υγεία.
- Οποιαδήποτε απόφαση για την αποκατάσταση σε μια περιοχή πρέπει να βασίζεται σε αξιόπιστες πληροφορίες και να περνά από μια διαδικασία διαβούλευσης με τα ενδιαφερόμενα μέρη.
- Το τελικό αποτέλεσμα οποιουδήποτε προγράμματος αποκατάστασης πρέπει να είναι αυτοσυντηρούμενοι χώροι, συμβατοί με το περιβάλλον και απαιτούν ελάχιστη συνεχή συντήρηση αν είναι εφικτό.
- Απαραίτητη είναι η υλοποίηση προγράμματος παρακολούθησης και αποκατάστασης για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η υλοποίηση του καθώς και τυχόν επιπλέον επεμβάσεις.

Ομοίως, οι πρόσφατες κατευθυντήριες γραμμές για την προετοιμασία σχεδίων κλεισίματος ορυχείων, που δημοσιεύθηκαν από την κυβέρνηση της Δυτικής Αυστραλίας (Western Australian Government, 2015), επισημαίνουν ότι οι στόχοι αποκατάστασης πρέπει να καθοριστούν μέσω των χρήσεων γης μετά την εξόρυξη και των στόχων κλεισίματος για συγκεκριμένους τόπους. Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές ορίζουν ότι η αποκατάσταση είναι η προσπάθεια επαναφοράς της χρησιμοποιημένης γης σε μια προηγούμενη πιο ασφαλή, σταθερή, μη ρυπογόνα κατάσταση με οικολογικά βιώσιμο τρόπο που να είναι λειτουργική και συμβατή με τη συμφωνημένη χρήση γης μετά την εξόρυξη. Η αποτελεσματική αποκατάσταση μπορεί να περιλαμβάνει μια αυτοσυντηρούμενη βλάστηση μετά την ολοκλήρωση των χωματουργικών έργων. Η αποκατάσταση περιλαμβάνει συνήθως την ανάπτυξη σχεδίων για κατάλληλη διαμόρφωση των εκτάσεων γης της περιοχής μελέτης σε συνδυασμό με την δημιουργία κατάλληλων βιώσιμων οικοσυστημάτων.

Έπειτα από την ολοκλήρωση της αποκατάστασης, τα ορυχεία οφείλουν να είναι ασφαλή για τον άνθρωπο και την πανίδα της περιοχής, γεωτεχνικά σταθερά, μη ρυπογόνα και ικανά να διατηρήσουν τις νεοσύστατες συνθήκες. Οι ακόλουθες βασικές αρχές και προσεγγίσεις θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να ακολουθούνται κατά την προετοιμασία ενός Σχεδίου Περάτωσης Ορυχείων:

- Ο προγραμματισμός για την περάτωση των ορυχείων πρέπει να ενσωματωθεί πλήρως στον αρχικό σχεδιασμό των ορυχείων.
- Τα Σχέδια Περάτωσης Ορυχείων πρέπει να είναι συγκεκριμένα και σαφή για κάθε περίπτωση.
- Ο σχεδιασμός περάτωσης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους πιθανούς κίνδυνους σε συνδυασμό με τα δεδομένα για τις τοπικές περιβαλλοντικές και κλιματολογικές συνθήκες.
- Θα πρέπει να πραγματοποιούνται διαβουλεύσεις μεταξύ των ενδιαφερομένων, οι οποίες θα περιλαμβάνουν την αναγνώριση και την ανταπόκριση στις ανησυχίες των ενδιαφερομένων. Οι στόχοι του κλεισίματος και τα κριτήρια παύσης εργασιών του ορυχείου πρέπει να είναι σε συνεννόηση με την τοπική κοινωνία.

Οι χρήσεις γης μετά την εξόρυξη πρέπει να επιλέγονται ύστερα από μελέτη και να είναι συμβατές με το περιβάλλον και το τοπίο. Θα πρέπει να λαμβάνετε υπόψη τη διάρκεια ζωής του έργου και να περιλαμβάνει τα αποτελέσματα διαχείρισης περιβάλλοντος, καθώς και δυνατότητα για πολλαπλές χρήσεις γης.

- Ο σχεδιασμός περάτωσης βασίζεται σε μια προσαρμοσμένη διαχείριση. Το σχέδιο περάτωσης ενός ορυχείου ακολουθεί συγκεκριμένη μεθοδολογία και βασίζεται σε Βασικά κριτήρια επιτυχίας που είναι χαρακτηριστικά για όλες τις περιπτώσεις.
- Στο σχέδιο περάτωσης θα πρέπει να υπολογίζεται η εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων παρακολούθησης τα οποία θα λειτουργούν για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, στοχεύοντας στην επιτυχή εφαρμογή του σχεδίου περάτωσης ή/και εφαρμόζοντας εργασίες βελτίωσης .

## **2.5. Μεταβατική περίοδος και στάδιο μετά την περάτωση των ορυχείων**

Η πολιτική της Ε.Ε., η οποία αφορά στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνει μέτρα τα οποία ευνοούν τις θέσεις εργασίας και την βιώσιμη ανάπτυξη, ενθαρρύνοντας νέες ευκαιρίες απασχόλησης στον ενεργειακό τομέα και επενδύοντας σε σύγχρονες τεχνολογίες. Μεταξύ των ετών 2008 και 2014 ο αριθμός των θέσεων εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξήθηκε κατά ποσοστό 70%. Στο πλαίσιο του πακέτου «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» (Clean Energy for All Europeans), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ξεκίνησε τον Δεκέμβριο του έτους 2017 μια Πλατφόρμα για τις *Περιφέρειες Άνθρακα σε Μετάβαση* (Coal Regions in Transition). Σκοπός είναι να βοηθήσει τις περιφέρειες οι οποίες δραστηριοποιούνται στην εξόρυξης του άνθρακα να εντοπίσουν, να αναπτύξουν και να υλοποιήσουν έργα προκειμένου να ξεκινήσουν έναν βιώσιμο οικονομικό και τεχνολογικό μετασχηματισμό.

Σήμερα, 41 περιφερειακές ενότητες, σε 12 κράτη μέλη, δραστηριοποιούνται στην εξόρυξη άνθρακα και λιγνίτη, παρέχοντας άμεση απασχόληση σε περίπου 185.000 πολίτες. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια η παραγωγή και καύση άνθρακα και λιγνίτη στην Ε.Ε. σημειώνει σταθερή πτώση.

Το προγραμματισμένο και συνεχιζόμενο κλείσιμο των ανθρακωρυχείων και η δέσμευση ορισμένων κρατών μελών να καταργήσουν σταδιακά τη χρήση άνθρακα

για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αναμένεται να ενισχύσουν και να επιταχύνουν αυτήν την πτωτική τάση. Υπό το πρίσμα αυτό, η πλατφόρμα για τις περιφερειακές ενότητες παραγωγής άνθρακα σε μεταβατικό στάδιο έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τα κράτη μέλη να επιτρέψουν έναν διάλογο πολλών ενδιαφερομένων για τα πλαίσια πολιτικής. Επίσης στοχεύει στο να χρηματοδοτήσει διαρθρωτικούς μετασχηματισμούς, συμπεριλαμβανομένης της οικονομικής διαφοροποίησης και επαναπροσδιορισμού, της ανάπτυξης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προηγμένων τεχνολογιών άνθρακα.

Η συγκεκριμένη πλατφόρμα λειτουργεί σε πιλοτική βάση με έναν μικρό αριθμό περιφερειών στα κράτη μέλη για το σχεδιασμό και την επιτάχυνση της διαδικασίας οικονομικής διαφοροποίησης και τεχνολογικής μετάβασης μέσω τεχνικής βοήθειας, ανταλλαγής πληροφοριών και διμερούς διαλόγου σχετικά με τα κονδύλια της Ε.Ε., και των προγραμμάτων και εργαλείων χρηματοδότησης. Με βάση τα αιτήματα αυτών των κρατών μελών, συγκροτήθηκαν ομάδες πιλοτικών χωρών, συγκεκριμένα για τη Σλοβακία, την Πολωνία και την Ελλάδα, το δεύτερο εξάμηνο του 2017, για να βοηθήσουν τις περιοχές Trencin, Silesia και Δυτικής Μακεδονίας αντίστοιχα με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες τους.

Στην περίπτωση της περιοχής της Δυτικής Μακεδονίας, οι συνολικοί χρηματοδοτικοί πόροι που απαιτούνται για την αντιμετώπιση της ανεργίας που θα προκύψει από τον ενεργειακό τομέα, εκτιμώνται μεταξύ 1.18 και 3.54 δισεκατομμυρίων ευρώ. Αυτό κυμαίνεται ανάλογα με το συνδυασμό αναπτυξιακής και επενδυτικής πολιτικής που επιλέγεται να εφαρμοστεί και προφανώς από την ικανότητα προσέλκυσης επενδύσεων.

Αυτή η πολιτική πρέπει να βασίζεται στους ακόλουθους τρεις πυλώνες και στα αντίστοιχα πιλοτικά έργα τους:

- Διακυβέρνηση της μετάβασης
  - Ανάπτυξη ενός μεταβατικού πλαισίου βάσει ολιστικής προσέγγισης για παρεμβάσεις
  - Ίδρυση του ταμείου χαρτοφυλακίου «Ταμείο Ανάπτυξης Δυτικής Μακεδονίας»
- Ανάπτυξη κοινωνίας χαμηλών εκπομπών άνθρακα που προωθεί την τεχνική καινοτομία



- Απαιτούμενες διαδικασίες για την περάτωση των ορυχείων λιγνίτη
- Η Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας να έχει σχεδόν μηδενική εξάρτηση πετρελαίου θέρμανσης έως το 2025 - Μια αποκεντρωμένη περιοχή εφαρμογών ΑΠΕ
- Αναβάθμιση των κτηρίων στη Δυτική Μακεδονία, από ενεργειακής άποψης ώστε να μην έχουν εκπομπές αερίων
- Ανάπτυξη ενός νέου μοντέλου βιώσιμης παραγωγής
  - Αποκατάσταση εκτάσεων
  - Ανάπτυξη της γεωργικής παραγωγής
  - Εκπαίδευση και προγράμματα κατάρτισης

Η επίτευξη της μετάβασης της Περιφέρειας βασίζεται στην ολοκλήρωση της αποκατάστασης των περιοχών σε συνδυασμό με τις νέες εκτάσεις όπου οι χρήσεις γης θα είναι οι κατάλληλες. Αυτές οι χρήσεις γης πρέπει να προσδιορίζονται λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες απαιτήσεις, το σχετικό χρονοδιάγραμμα και τα ειδικά χαρακτηριστικά της περιοχής ενδιαφέροντος, με βάση τα ακόλουθα:

- Μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Υιοθέτηση νέας πολιτικής για τη δασοκομική διαχείριση από άποψη περιβαλλοντικών - υδατικών απαιτήσεων και διαχείρισης.
- Διαμόρφωση περιοχών ΑΠΕ.
- Εκμετάλλευση πρώην περιοχών ορυχείων για διαφορετικής χρήσης οικονομικές δραστηριότητες (γεωργία, αναψυχή, τουρισμός κ.λπ.)

Η προτεινόμενη στρατηγική θα διασφαλίσει ότι οι δραστηριότητες αποκατάστασης των εκτάσεων εφαρμόζονται κατάλληλα, σύμφωνα με την πολιτική περιφερειακής ανάπτυξης και σε βάση κόστους - οφέλους. Θα συμβάλει επίσης στις νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες, στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στην ανάπτυξη τεχνογνωσίας και εμπειρίας. Η Δ.Ε.Η. υλοποιεί πρόγραμμα αποκαταστάσεων σε εκτάσεις στις οποίες η εξόρυξη λιγνίτη έχει ολοκληρωθεί ή σε εκτάσεις αποθέσεων αγόνων υλικών. Αποκαταστάσεις πραγματοποιεί η Δ.Ε.Η. στις εκτάσεις της από το 1985 και μετά, ενώ έχουν οριστεί οι χρήσεις γης για τα λιγνιτικά κέντρα Πτολεμαΐδας και Μεγαλόπολης καθώς και για άλλα ορυχεία όπως του Αμυνταίου.

Προκειμένου να ενισχυθεί η γεωργική οικονομία της ευρύτερης περιοχής εξόρυξης, εκτάσεις θα χρησιμοποιηθούν για καλλιέργεια αρωματικών βοτάνων. Αυτός ο τύπος καλλιέργειας θεωρείται κατάλληλος για τις αποκατασταθείσες επιφάνειες ορυχείων σύμφωνα με μελέτη που διεξήχθη από τη Κτηνιατρική Σχολή του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η παραγωγικότητα της αποκατεστημένης γης δεν διαφέρει σημαντικά από αυτήν της γης που δεν χρησιμοποιήθηκε για εξόρυξη λιγνίτη. Η ποιότητα των εδαφών δεν έχει επηρεαστεί ή υποβαθμιστεί. Οι καλλιέργειες που συνιστώνται κυρίως είναι αμπελώνες, βρώσιμα όσπρια και αρωματικά βότανα και δημητριακά. Η καλλιέργεια σίκαλης και βρώμης προτείνεται μόνο μετά τη βελτίωση των χαρακτηριστικών του εδάφους σε περιοχές όπου αυτό είναι οικονομικά εφικτό (Profitou et al., 2010).

Εκτός από τις καλλιέργειες τροφίμων, η καλλιέργεια βιομηχανικών και δασικών καλλιεργειών και η μετατροπή τους σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας είναι μια ακόμη πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση για την αξιοποίηση των εκτάσεων. Σχετικά με αυτό το θέμα, είναι σημαντικό, να εντοπιστούν και να καλλιεργηθούν οι πιο κατάλληλες ποικιλίες καλλιεργειών (συμπεριλαμβανομένων δασικών δέντρων και πολυετών θαμνοειδών) και να εφαρμοστούν βιώσιμες αγρονομικές πρακτικές για να εξασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη κερδοφορία από την γη. Για τη διασφάλιση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών με βιομάζα, διατηρώντας ανταγωνιστικά επίπεδα κόστους, θα πρέπει να υπάρχει έλεγχος και ευελιξία.

Η Δ.Ε.Η διερεύνησε τις δυνατότητες ανάπτυξης ενός νέου σχεδίου αναδάσωσης για τις επιφάνειες των ορυχείων που θα είναι σταδιακά διαθέσιμες για αποκατάσταση μέχρι το κλείσιμο των ορυχείων το 2028. Ένα μέρος της επιφάνειας θα φυτευτεί με διάφορα δέντρα, ενώ το υπόλοιπο θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη υποδομών (π.χ. δρόμοι, πάρκα αναψυχής). Πιο συγκεκριμένα, οι περιοχές διακρίνονται σε:

- δάση που προορίζονται για αγροτική χρήση
- δάση που προορίζονται για παραγωγή ξυλείας
- δάση που προορίζονται για κτηνοτροφία.

Τα φυτά που θα επιλεγούν για την αποκατάσταση των ορυχείων θα πρέπει να είναι πολυετή, με ικανότητα ανάπτυξης σε εδάφη με έλλειψη θρεπτικών ουσιών και θα

πρέπει να παρέχουν επαρκή κάλυψη εδάφους και αποτελεσματική σταθεροποίηση των εδαφών. Επιπλέον, η αναδάσωση με τα εγγενή είδη θα συμβάλει περαιτέρω στη διατήρηση της ποικιλομορφίας των ειδών (Platis et al., 2011).

Σχεδιάζεται να αναπτυχθούν Φωτοβολταϊκά Πάρκα (Φ/Β) σε διαστρωμένες εκτάσεις σωρών εξορυκτικών αποβλήτων ή σε αδιατάρακτες περιοχές στην περιοχή των ορυχείων Πτολεμαΐδας. Συγκεκριμένα σχεδιάζεται η δημιουργία Φ/Β πάρκων στο ΛΚΔΜ μετά την περάτωση λειτουργίας των ορυχείων, συνολικής δυναμικότητας 2.0GW Η δημιουργία των μεγάλων Φ/Β πάρκων αποτελεί μια επιλογή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά την οποία επιτυγχάνεται η μείωση των εκπομπών αερίων και αποτελεί φιλική προς το περιβάλλον λύση.

### **2.5.1 Σχέδιο αποκατάστασης των λιγνιτωρυχείων στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας**

Τα λιγνιτωρυχεία της Δυτικής Μακεδονίας, διαδραμάτισαν και εξακολουθούν να παίζουν βασικό ρόλο στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα. Σχετίζεται άμεσα με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αποτελούν βασικό τομέα της πρωτογενούς παραγωγής, συμβάλλοντας στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Έπειτα από δεκαετίες λειτουργίας εξακολουθούν να αποτελούν τον κύριο πυλώνα της περιφερειακής οικονομίας. Ωστόσο, η εξορυκτική δραστηριότητα έχει επηρεάσει το περιβάλλον. Μία από τις κρίσιμες παραμέτρους που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των έργων εξόρυξης επιφανείας στη νέα ανταγωνιστική αγορά αναφέρεται στις αυστηρές περιβαλλοντικές συνθήκες σε σχέση με τις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες εξόρυξης (Roumpos et al., 2018).

Οι υπαίθριες εκμεταλλεύσεις εξόρυξης λιγνίτη αποτελούν έργα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης και κατά την διάρκεια της ζωής τους αλλοιώνουν σημαντικά το τοπίο. Περαιτέρω αλλαγές στο τοπίο θα προκύψουν εάν είναι απαραίτητο να εκτραπούν τα επιφανειακά νερά κοντά η εντός της έκτασης του ορυχείου. Η συνολική επίδραση στο τοπίο θα εξαρτηθεί από το μέγεθος των εργασιών εξόρυξης και σε κάποιο βαθμό από τη τελική διαμόρφωση. Συνεπώς η επιλογή χρήσης γης μετά το πέρας των εργασιών είναι πολύ σημαντική για το περιβάλλον, τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την αισθητική άποψη. Επιπλέον, η επίδραση της εξόρυξης στην ποιότητα του νερού και του υδροφόρου ορίζοντα είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα προς μελέτη. Για παράδειγμα η αποστράγγιση όξινων ορυχείων και η έκλυση

μετάλλων είναι φυσικές διαδικασίες που επιταχύνονται με την εντατικοποίηση των εργασιών εξόρυξης (Banerjee, 2014). Ορυχεία τα οποία δεν λειτουργούν και η αποκατάσταση των εκτάσεων τους δεν έχει γίνει βάση μελέτης, ενδέχεται να συνεχίσουν να υποβαθμίζουν τη γύρω περιοχή, τα υδάτινα σώματα και την ποιότητα του αέρα (Kivinen, 2017). Σε αυτό το πλαίσιο, ο στρατηγικός σχεδιασμός της εξόρυξης, με έμφαση στη φάση κλεισίματος των ορυχείων, είναι απαραίτητος για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση (Roumpros & Papacosta, 2013).

Η Δ.Ε.Η. και τα λιγνιτωρυχεία της Δυτικής Μακεδονίας εφαρμόζουν για πάνω από τρεις δεκαετίες ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αποκατάστασης των εκτάσεων. Σε αυτό το πλαίσιο, υπάρχουν εκτάσεις που αποτελούν δείγματα ταχείας και αποτελεσματικής αναδάσωσης περιοχών εξορυκτικών αποβλήτων, καθώς και περιοχές ανάπτυξης γεωργικών γαιών με παρόμοια παραγωγικότητα σε σύγκριση με αυτή της γης που προϋπήρχε. Επιπλέον, αναπτύσσεται από τις τοπικές αρχές, τους Δημόσιους φορείς, τα πανεπιστήμια και τα ερευνητικά ιδρύματα, ένα νέο σχέδιο δράσης για την αποκατάσταση και χρήση της γης, το οποίο θα οδηγήσει τη Δυτική Μακεδονία στην μεταλιγνιτική εποχή. Το νέο σχέδιο θα επωφεληθεί από τη συμμετοχή της Δυτικής Μακεδονίας στην Ευρωπαϊκή πλατφόρμα για τις περιοχές εξόρυξης άνθρακα προς μετάβαση, προκειμένου να επιδείξει και να εφαρμόσει καινοτόμες τεχνολογίες, με στόχο την ορθολογική οικονομική εκμετάλλευση της γης.

Οι χρήσεις γης μετά το στάδιο της εξόρυξης λιγνίτη, καθορίζονται λαμβάνοντας υπόψη, οικονομικούς, κοινωνικούς και τεχνικούς παράγοντες, καθώς και χαρακτηριστικά των ορυχείων. Επιπρόσθετα, λαμβάνονται υπόψη στοιχεία σχετικά με τους πόρους της γης (π.χ. φυσικά, βιολογικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά), την ιδιοκτησία, το είδος της μεταλλευτικής δραστηριότητας, την εκάστοτε τοποθεσία, τις ανάγκες της τοπικής κοινωνίας, την οικονομία και το περιβάλλον. Οι τυχόν διαφορετικές δραστηριότητες που μπορεί να αναπτυχθούν σε αυτές τις εκτάσεις, εξαρτώνται, από άλλους παράγοντες όπως, την χρήση των περιβάλλοντων εκτάσεων, τις υποδομές/εγκαταστάσεις, κ.α. (Kivinen, 2017). Πιθανές εναλλακτικές λύσεις για τις χρήσεις γης μετά την παύση των εργασιών εξόρυξης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3.

Οι πιο συνηθισμένες χρήσεις γης μετά την παύση των εργασιών εξόρυξης περιλαμβάνουν, τη γεωργία, τη δασοκομία, την αναψυχή, την κατασκευή, τη διατήρηση και τις λίμνες. Οι εκτάσεις, μπορούν να φιλοξενήσουν μοναδικό φυσικό, πολιτιστικό και οικονομικό δυναμικό. Παραδείγματα αυτών είναι οι βοσκότοποι, η υδατοκαλλιέργεια, οι βιότοποι της άγριας πανίδας, οι εκπαιδευτικές, αθλητικές και ψυχαγωγικές εγκαταστάσεις και οι βιομηχανικές χρήσεις (Kivinen, 2017).

**Πίνακας 2.3.** Πιθανές εναλλακτικές λύσεις για τις χρήσεις γης μετά την φάση εξόρυξης (Narrei, Osanloo, 2011).

Τύποι χρήσης της γης	Χρήσεις Γης μετά την εξόρυξη που χρησιμοποιήθηκαν
Γεωργία	Καλλιεργήσιμες εκτάσεις, βοσκότοποι, φυτώρια
Δασοκομία	Παραγωγή ξυλείας, δενδροφύτευση
Λίμνες	Ιχθυοκαλλιέργειες, παροχές νερού
Εντατική αναψυχή	Γήπεδα, αλιευτικές λίμνες
Μη εντατική αναψυχή	Πάρκα, χώροι πράσινου, εκθέσεις μεταλλευτικών δραστηριοτήτων
Κατασκευές	Κατοικήσιμες, εμπορικές, βιομηχανικές εκτάσεις
Συντήρηση	Καταφύγια άγριας ζωής
Επίχωση λάκκων	Δυνατότητα υγειονομικής ταφής

## **Κεφάλαιο 3**

### **Αναφορά στην ανάλυση κινδύνων κατά το στάδιο περάτωσης των λιγνιτωρυχείων**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους κινδύνους και στα μέτρα που λαμβάνονται κατά το στάδιο περάτωσης των ορυχείων, με σκοπό τη σωστή και ασφαλέστερη περάτωση λειτουργίας τους. Τα υπαίθρια λιγνιτωρυχεία λόγω της φύσης τους, είναι ευάλωτα σε πλήθος πιθανών κινδύνων όπως, σε ακραία καιρικά φαινόμενα, σε πλημμύρες, σεισμούς, αστάθεια/καθιζήσεις εδάφους και πρανών, κ.α. Αυτοί οι πιθανοί κίνδυνοι αποτελούν την κύρια αιτία διαφόρων επιπτώσεων, οι οποίοι θα πρέπει να αξιολογηθούν από τους υπεύθυνους για την μελέτη των συνεπειών τους και των ενεργειών που θα πρέπει να ληφθούν προληπτικά. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη και ζητήματα σχετικά με κοινωνικοοικονομικά στοιχεία.

#### **3.1. Εισαγωγικά στοιχεία**

Τα λιγνιτωρυχεία της Δ.Ε.Η. που βρίσκονται σε λειτουργία από τη δεκαετία του 1950 έχουν μπει πλέον σε μια περίοδο παύσης της λειτουργίας τους. Η έκτασή τους καταλαμβάνει μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, οι οποίες με την πάροδο του χρόνου έχουν υποστεί αλλαγές. Οι αλλαγές αυτές σχετίζονται, με την μορφολογία λόγω εντατικών ανασκαφών και παρεμβάσεων στην υδρολογία της περιοχής, με αλλαγές στους σχηματισμούς του εδάφους, με περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά και τις μικροκλιματικές συνθήκες των χώρων εξόρυξης (Knabe, 1964).

Οι εκτάσεις των υπαίθριων λιγνιτωρυχείων επηρεάζονται έντονα από τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Αποτελεί κρίσιμο ζήτημα και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς σχετίζονται με την ασφάλεια του προσωπικού, την ακεραιότητα των μηχανημάτων, το κόστος επισκευής και αποκατάστασης, τους χρόνους αδράνειας και την απώλεια κέρδους λόγω διακοπών της παραγωγής ενέργειας.

Η εμπειρία που υπάρχει από την Δ.Ε.Η. καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο σχεδιασμός περάτωσης των ορυχείων πρέπει να εξελίσσεται δυναμικά κατά την περίοδο λειτουργίας του έργου και να επικαιροποιείται με βάση τις εξειδικευμένες πληροφορίες που συγκεντρώνονται και αξιολογούνται ανά διαστήματα. Επίσης, η διαχείριση των κινδύνων διαφέρει και απαιτεί κατάλληλο σχέδιο αντιμετώπισης

διαφορετικό σε κάθε περίπτωση. Σημειώνεται πως, πάντα υπάρχει περιθώριο για περαιτέρω έρευνα και βελτίωση όσον αφορά τις συνέπειες από κινδύνους, δεδομένου ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν οδηγούν στην ενσωμάτωση ενός γενικότερου πλαισίου αντιμετώπισης τους.

### **3.2. Ενδεχόμενοι κίνδυνοι σε υπαίθρια λιγνιτωρυχεία**

Ως κίνδυνος ορίζεται ένα φυσικό ή μη φυσικό γεγονός, το οποίο εξελίσσεται στιγμιαία ή σταδιακά, προκαλώντας καταστροφές με επιβλαβείς επιπτώσεις στον άνθρωπο, το περιβάλλον και την ιδιοκτησία. Σύμφωνα με τη διεθνή στρατηγική του Ο.Η.Ε. για τη μείωση του κινδύνου καταστροφών ισχύουν τα εξής (ADPC, 2004):

- Ένας κίνδυνος είναι: ένα δυνητικά επιβλαβές φυσικό γεγονός, φαινόμενο ή ανθρώπινη δραστηριότητα που μπορεί να προκαλέσει απώλεια ζωής ή τραυματισμό, ζημία περιουσίας, κοινωνική και οικονομική αναστάτωση ή περιβαλλοντική υποβάθμιση.
- Μια καταστροφή είναι: σοβαρή διαταραχή της λειτουργίας μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας που προκαλεί εκτεταμένες ανθρώπινες, υλικές, οικονομικές ή περιβαλλοντικές απώλειες που υπερβαίνουν την ικανότητα της πληγείσας κοινότητας ή της κοινωνίας να αντιμετωπίσει χρησιμοποιώντας τους δικούς της πόρους.

Οι παραπάνω ορισμοί δείχνουν ότι οι κίνδυνοι και οι καταστροφές είναι φαινόμενα τα οποία συνδέονται, συνεπώς η ανάλυση των πιθανών επιπτώσεών τους σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό, περιβαλλοντικό ή βιομηχανικό σύστημα απαιτεί εμπειρικά στοιχεία και επιστημονική τεκμηρίωση. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ταξινόμησης των φυσικών κινδύνων, αλλά οι πιο αντιπροσωπευτικές κατηγορίες αυτών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι οι ατμοσφαιρικοί, γεωφυσικοί, υδρολογικοί και βιολογικοί κίνδυνοι (Hewitt, Burton, 1971; Nelson, 2014). Στα υπαίθρια λιγνιτωρυχεία οι φυσικοί κίνδυνοι και οι καταστροφές που προκαλούνται από αυτούς, είναι ένα καίριο ζήτημα ανησυχίας λόγω της αυξανόμενης έντασης και εμφάνισης των ακραίων φαινομένων σε παγκόσμιο επίπεδο (Dey & Singh, 2006;

EM-DAT, 2009). Ενδεικτικά, πιθανοί κίνδυνοι οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το στάδιο περάτωσης των ορυχείων είναι οι εξής:

- Δραστική αλλαγή της γεωμορφολογίας που μεταβάλλει το φυσικό τοπίο και την τοπογραφία.
- Μείωση της ευστάθειας των πρανών, των αποθέσεων και των εκσκαφών, καθώς και φαινόμενα καθιζήσεων.
- Μεταβολές στην υπάρχουσα υδρολογία της περιοχής λόγω της δημιουργίας τεχνητών λιμνών.
- Επηρεασμός της χημικής σύστασης του νερού του υδροφόρου ορίζοντα.
- Κίνδυνος αυτανάφλεξης του λιγνίτη που έχει παραμείνει ανεξόφλητος με κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς.
- Κίνδυνος μη επαναφοράς των οικοσυστημάτων στα προ της παύσης εργασιών μεγέθη.
- Κίνδυνος στην αποδόμηση/καθαίρεση παγίου εξοπλισμού και των τοπικών εγκαταστάσεων που μπορεί να προκαλέσει ακουστική και περιβαλλοντική όχληση.
- Απομάκρυνση πληθυσμού, σταδιακή εγκατάλειψη της περιοχής, αύξηση ανεργίας.
- Κίνδυνος μη επαναφοράς των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών της τοπικής κοινωνίας σε ίδια ή/και υψηλότερα επίπεδα από αυτά που προϋπήρχαν πριν της παύσης εργασιών (περίοδος λειτουργίας του ορυχείου).

Υπό αυτό το πρίσμα, αναπτύσσονται σχέδια διαχείρισης κινδύνων έτσι ώστε να αξιολογείται η τρέχουσα κατάστασή της μεταλλευτικής επιχείρησης, την περίοδο περάτωσης του ορυχείου και της οριστικής παύσης εργασιών. Πρόκειται για μια προσπάθεια να καθοριστούν οι κίνδυνοι που αποτελούν πραγματική απειλή για το λιγνιτωρυχείο. Με βάση τα παραπάνω, η ανάλυση κινδύνου και διαχείρισης των συνεπειών τους πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του πλάνου περάτωσης των ορυχείων.



### 3.3. Διαχείριση κινδύνων

Ο κίνδυνος μπορεί να ερμηνευτεί με διαφορετικούς τρόπους. Συνήθως, ο κίνδυνος ερμηνεύεται ως, η πιθανότητα εμφάνισης ενός τυχαίου συμβάντος, όπως ζημιά, τραυματισμός, απώλεια, κ.α., πολλαπλασιασμένο επί το επερχόμενο κόστος εάν αυτό συμβεί. Στις έρευνες, ο κίνδυνος αντιπροσωπεύει μια πιο περίπλοκη οντότητα που περιλαμβάνει όχι μόνο τη φύση και την ένταση του συμβάντος, αλλά και τα μέτρα που λαμβάνονται για τη μείωση του δυναμικού των αρνητικών συνεπειών του κινδύνου (Van Westen, 2013).

Συνεπώς, η ανάλυση κινδύνων και των επικείμενων πιθανών καταστροφών τους στα υπαίθρια λιγνιτωρυχεία, αποτελεί αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας. Στοχεύοντας, στον εντοπισμό των απειλών που μπορούν να επηρεάσουν τις δραστηριότητες των ορυχείων, στα περιουσιακά στοιχεία, στο προσωπικό και την εργασία, τις οικονομικές απώλειες, κ.α. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αναπτύσσεται η βάση για ένα αποτελεσματικό σχέδιο διαχείρισης πιθανών επιπτώσεων κατά το στάδιο της περάτωσης των ορυχείων και ως συνέπεια του (Baroudi & Rapp, 2011). Η διερεύνηση κινδύνων εξαρτάται από πλήθος παραμέτρων, όπως πιο συγκεκριμένα:

- από τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία των πραγματικών δεδομένων (συχνότητα, ένταση, διάρκεια, τοποθεσία, μετεωρολογικές παράμετροι, ιστορικό κ.λπ.), ώστε να διασφαλίζεται η εγκυρότητα της ανάλυσης του κινδύνου (Brundl et al., 2009).
- από τα διαφορετικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τα τοπογραφικά, γεωλογικά, περιβαλλοντικά και υδρολογικά δεδομένα. Επομένως, οι κίνδυνοι στους οποίους εκτίθεται κάθε ορυχείο διαφέρουν σημαντικά από το ένα ορυχείο στο άλλο (Roumpros et al., 2018). Φυσικά, οι βασικοί χαρακτηριστικοί κίνδυνοι σε τέτοιας έκτασης και φύσης έργα, έχουν κοινό παρονομαστή, δηλαδή υπάρχουν συγκεκριμένοι κίνδυνοι που μπορεί να εξελιχθούν ανεξάρτητα από την διαφορετικότητα που μπορεί να έχει το κάθε ένα ορυχείο.
- από τα προληπτικά μέτρα που έχουν ληφθεί για την αντιμετώπιση των έκτακτων φαινομένων ή/και καταστροφών. Η ευπάθεια ενός ορυχείου εξαρτάται κατά ένα μέρος από την εγκυρότητα και τη συνοχή των σχεδίων ασφαλείας (Vlachos & Kakalis, 2018).

- από την λήψη μέτρων κατά την ενεργή φάση λειτουργίας του ορυχείου, στην οποία υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων, επηρεάζοντας και το στάδιο περάτωσης της λειτουργίας του.

Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, υπάρχουν κρίσιμα ερωτήματα στα οποία θα πρέπει να απαντηθούν, όπως:

- πώς πραγματοποιείται η αξιολόγηση των φυσικών κινδύνων, λαμβάνοντας υπόψη την προ υπάρχουσα έρευνα, την σύγκριση δεικτών και τα ιστορικά στοιχεία της εκάστοτε περιοχής;
- πώς πραγματοποιείται η οργάνωση και εκτέλεση ενός σχεδίου πρόληψης από τις πιθανές καταστροφές στο στάδιο περάτωσης;
- υπάρχουν κατάλληλες μέθοδοι/εργαλεία/τεχνικές για την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης των φυσικών κινδύνων;
- υπάρχει αξιολόγηση του χρόνου και του κόστους που απαιτείται για την αποτελεσματική αντιμετώπιση και τις δραστηριότητες αποκατάστασης μετά το πιθανό συμβάν;

Από τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι, η ανάλυση που προηγείται σε συγκεκριμένους κινδύνους, προσφέρει μια ουσιαστική βάση για την αποτελεσματική διαχείριση των μελλοντικών πιθανών κινδύνων και των συνέπειών τους στις εργασίες περάτωσης των ορυχείων. Αυτή η άποψη υποστηρίζεται στη βιβλιογραφία που αποδεικνύει ότι τα πλεονεκτήματα από την εισαγωγή μεθόδων ανάλυσης κινδύνου και διαχείρισης των συνεπειών τους είναι σημαντικά (Kwak & Anbari, 2009; Dey, 2011).

Η βιβλιογραφική έρευνα δείχνει ότι οι φυσικοί κίνδυνοι γίνονται επίσης συχνότεροι και εντατικότεροι λόγω των επιδράσεων που υπάρχουν εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής (Dey & Singh, 2006; EM-DAT, 2009; Ignjatović *et al.*, 2018). Η επιστημονική κοινότητα, μέσω της έρευνας καταλήγει πώς οι πιθανοί κίνδυνοι και οι επιπτώσεις τους σχετίζονται και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Με βάση αυτήν την άποψη, η συμμετοχή πλήθους επιπλέον παραγόντων όπως η υγεία/ασφάλεια, οι πυρκαγιές/εκρήξεις, οι οικολογικές επιπτώσεις, η τοξικότητα κ.λπ., καθιστούν τη διερευνητική διαδικασία πιο περίπλοκη και διεπιστημονική (Anawar, 2013; Candeias

*et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2018; Hassan *et al.*, 2018). Συμπερασματικά, καταλήγουμε στο ότι αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό ζήτημα εξαρτώμενο από διαφορετικής φύσεως παράγοντες. Επομένως, η απλοποίηση του τρόπου προσέγγισης στη διερεύνηση της φύσης των κινδύνων που επηρεάζουν τις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις, είναι σημαντικό ζήτημα για την μελέτη της κάθε διαφορετικής περίπτωσης. Επιπλέον, η λεπτομερής καταγραφή και ταξινόμηση των εκάστοτε κινδύνων οδηγεί στην διαμόρφωση κατάλληλης μεθοδολογίας αντιμετώπισης, όπως και της εφαρμογής προληπτικών μέτρων αποφυγής τους, όπου αυτή είναι εφικτή.

## **Κεφάλαιο 4**

### **Εντοπισμός και απεικόνιση κινδύνων στα ορυχεία της ΔΕΗ Α.Ε. του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ)**

Στο παρόν κεφάλαιο, πραγματοποιείται η καταγραφή των αναμενόμενων κινδύνων στα λιγνιτωρυχεία του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ) με βάση το ιστορικό της περιοχής και τα φαινόμενα που βρίσκονται σε εξέλιξη. Συγκεκριμένα, γίνεται η περιγραφή του κάθε κινδύνου, είτε αποτελεί φαινόμενο που εξελίσσεται σε μια ή περισσότερες περιοχές, είτε αποτελεί ενδεχόμενο κίνδυνο ο οποίος μπορεί να συμβεί κατά το στάδιο περάτωσης της λειτουργίας των ορυχείων.

Παράλληλα, πραγματοποιείται η απεικόνιση των περιοχών εκείνων στις οποίες υπάρχει αυξημένη πιθανότητα παρουσίας κινδύνων με τις αντίστοιχες επιπτώσεις τους. Η απεικόνιση πραγματοποιείται με την χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD. Επισημαίνονται οι ιδιαιτερότητες της περιοχής όσον αφορά το γεωμορφολογικό υπόβαθρο, το υπέδαφος καθώς και την υφιστάμενη κατάσταση κατά το στάδιο περάτωση της λειτουργίας των ορυχείων του ΛΚΔΜ.

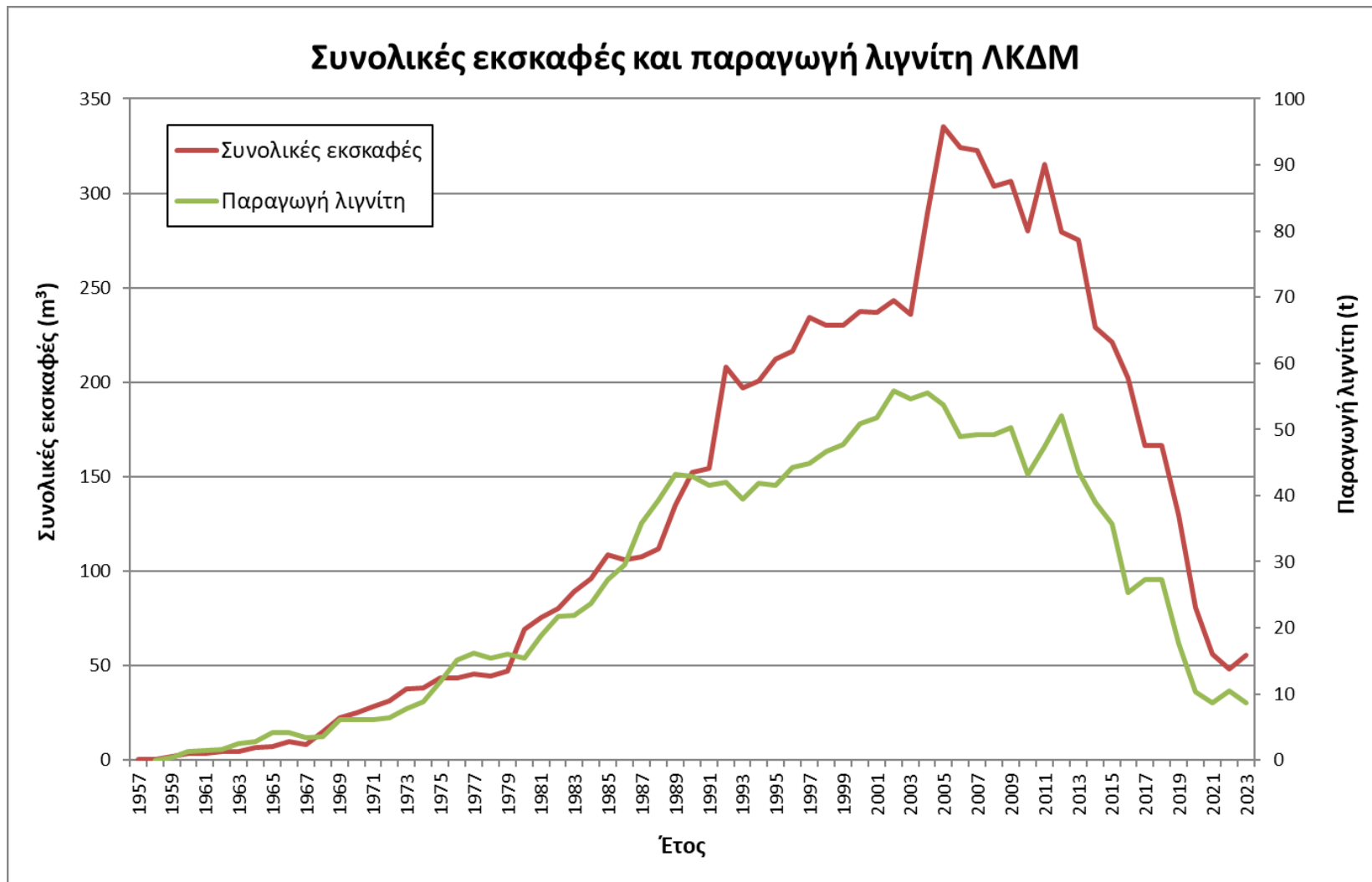
Τέλος, καταγράφονται οι χρήσεις γης που έχουν καθοριστεί για τις συγκεκριμένες εκτάσεις στις περιοχές εκσκαφών και αποθέσεων στο ΛΚΔΜ, ανάλογα με την ιδιαιτερότητα ή/και τους πιθανούς κινδύνους ανά συγκεκριμένη περιοχή μελέτης.

#### **4.1. Ιστορικά στοιχεία των λιγνιτωρυχείων Πτολεμαΐδας (ΛΚΔΜ)**

Το Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ) τροφοδοτεί για πολλές δεκαετίες με λιγνίτη τους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς της περιοχής Κοζάνης και Φλώρινας, όπου παράγεται ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας, αποτελώντας το μεγαλύτερο Ενεργειακό Κέντρο της ΔΕΗ. Τα λιγνιτωρυχεία, κυρίως της ΔΕΗ και δευτερευόντως ιδιωτών, στις περιοχές Αλιβερίου, Κοζάνης-Πτολεμαΐδας-Φλώρινας και Μεγαλόπολης εξασφάλισαν, από το έτος 1955 και για μια περίοδο άνω των 65 ετών, τον λιγνίτη, σημαντικό για την ελληνική οικονομία ενεργειακό καύσιμο, στον οποίο βασίστηκε ο εξηλεκτρισμός της χώρας από την ίδρυση της Επιχείρησης.

Η λιγνιτοφόρος λεκάνη της Πτολεμαΐδας αποτελεί τμήμα της επιμήκους νεογενούς λεκάνης, η οποία ξεκινάει από το Μοναστήρι της Βόρειας Μακεδονίας και μέσω της Φλώρινας, του Αμυνταίου και της Πτολεμαΐδας φτάνει μέχρι την Κοζάνη. Στην ανεκμετάλλευτη περιοχή βρέθηκαν στρώματα λιγνίτη και με το πέρας των ετών επικάθισαν άλλα γαιώδη υλικά. Η συνηθισμένη στρωματογραφία στα λιγνιτωρυχεία της Πτολεμαΐδας περιλαμβάνει μια ζώνη από υπερκείμενα στείρα υλικά (το πάχος της οποίας είναι, κατά μέσο, αρκετές δεκάδες μέτρα) και μια βαθύτερη ζώνη, όπου βρίσκεται ο λιγνίτης. Είναι πολύ σύνηθες να συναντήσουμε λεπτές στρώσεις στείρων υλικών μέσα στο κοίτασμα λιγνίτη. Τα στείρα υλικά αποτελούνται κυρίως από μάργες και αργίλους, ενώ μπορεί να συναντήσουμε και χαλαρούς συνεκτικούς σχηματισμούς και άμμους (Kavvadas et al., 2018; Pavloudakis & Agioutantis, 2008). Επιπλέον, σε μερικές περιπτώσεις, οι τεκτονικές *συνθήκες* των περιοχών εξόρυξης προκαλεί έναν προσανατολισμό των οριζόντιων και παραοριζόντιων στρώσεων που μπορεί να βυθίζονται προς την εκσκαφή με μια ελάχιστη κλίση ( $0^\circ - 6^\circ$ ).

Η εκμεταλλεύσιμη περιοχή της Πτολεμαΐδας χωρίστηκε στα ορυχεία Κυρίου Πεδίου, Πεδίου Καρδιάς, Νοτίου Πεδίου, Πεδίου Αμυνταίου και στο ορυχείο Κλειδιού. Τα τελευταία έτη, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη έχει μειωθεί σημαντικά, κυρίως λόγω της σημαντικής αύξησης της τιμής των δικαιωμάτων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Πιο συγκεκριμένα από το 2009 και μετά σημειώνεται εμφανής ελάττωση στην παραγωγή λιγνίτη λόγω της οδηγίας της ΕΕ για τον περιορισμό στην καύση του άνθρακα και μείωση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα. Από το 2018 δε, η απολιγνιτοποίηση οδήγησε σε ακόμα περισσότερη ελάττωση της παραγωγής (Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, ΕΣΕΚ, ΚΥΣΟΙΠ/4/31.12.2019, ΦΕΚ 4893/Β'/31.12.2019). Η απολιγνιτοποίηση της χώρας θα οδηγήσει σταδιακά στο κλείσιμο των ορυχείων έως το έτος 2028, παρόλο που τα συνολικά αποθέματα της περιοχής φτάνουν για να καλύψουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για πολύ περισσότερα χρόνια (ΔΕΗ, 2020).



**Σχήμα 4.1.** Διαχρονική εξέλιξη παραγωγής λιγνίτη και συνολικών εκσκαφών του ΛΚΔΜ, έτη 1957-2023. (ΔΕΗ 2024).

## 4.2. Υφιστάμενη κατάσταση Ορυχείων ΛΚΔΜ και επιλογή κατάλληλων χρήσεων γης

Τα ορυχεία του ΛΚΔΜ βρίσκονται στο στάδιο της περάτωσης της λειτουργίας τους ακολουθώντας το χρονοδιάγραμμα της απολιγνιτοποίησης όπως έχει αυτό οριστεί. Στο στάδιο αυτό πραγματοποιούνται ταυτόχρονα διαφορετικές δραστηριότητες στα πλαίσια των μεταλλευτικών εργασιών, όπως ενδεικτικά:

- εργασίες εξόρυξης λιγνίτη, οι οποίες σταδιακά περιορίζονται μέχρι την οριστική παύση τους (2028).
- Εργασίες αποκατάστασης εκτάσεων (πρανή εκσκαφών, αποθέσεις,...) προς χρήση δασική-αγροτική-βιομηχανική-αναψυχής, ανάλογα με τις χρήσεις γης που έχουν οριστεί.
- Εκτάσεις (αδιατάρακτες, αποκατεστημένες) προς απόδοση σε κρατικό φορέα.
- Εργασίες αποξήλωσης και απομάκρυνσης υποδομών και πάγιου εξοπλισμού.
- Εργασίες διάστρωσης εκτάσεων για περιοχές που θα εγκατασταθούν Φ/Β η θα αποδοθούν προς βιομηχανική χρήση.

Οι χρήσεις γης που θα επιλεγούν, πρέπει να αποσκοπούν στην διατήρηση της φυσικής ισορροπίας των οικοσυστημάτων και της υδάτινης ζωής, σε ισορροπία με τη γενική βελτίωση του τοπίου και την ενίσχυση των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών της περιοχής. Η περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής η οποία ακολουθεί για τα ορυχεία Πτολεμαΐδας, γίνεται με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία της ΔΕΗ, τα οποία προκύπτουν από βιβλιογραφικά δεδομένα καθώς και από τις εγκεκριμένες μελέτες που έχουν εκπονηθεί. Επίσης, θα ληφθούν υπόψη για την εκτίμηση δεδομένα που καταγράφονται μέσω των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής (θερμοκρασία, βροχόπτωση, ανεμολογικά χαρακτηριστικά, κ.α.).

### **4.3 Χρήσεις γης στα Ορυχεία Πτολεμαΐδας**

Οι χρήσεις γης σχετίζονται με τις αλλαγές που θα προκύψουν ως συνέπεια του έργου επέμβασης της περιοχής. Στην περιοχή υπάρχουν τρία μεγάλα συγκροτήματα ορυχείων, το Κύριο Πεδίο, το Πεδίο Καρδιάς και το Νότιο Πεδίο, τα οποία βρίσκονται υπό εκμετάλλευση της ΔΕΗ Α.Ε.

Η περιοχή αυτή στην υφιστάμενη κατάσταση αποτελείται από εκτάσεις εκσκαφών, αποθέσεων αγόνων, αποκατεστημένων εκτάσεων, κτιριακών εγκαταστάσεων- ΑΗΣ και εκτάσεις αδιατάρακτων περιοχών (ΜΠΕ,2019).

Το πρόγραμμα περιβαλλοντικής αποκατάστασης που συνοδεύει την εξέλιξη των εξορυκτικών εργασιών, λαμβάνοντας υπόψη τις αλλαγές που έχουν ήδη επέλθει στη μορφολογία του ανάγλυφου της περιοχής από τη δημιουργία των σωρών των αδρανών και την παρουσία των χώρων των ανοικτών εκσκαφών, στοχεύει στην εναρμόνιση της περιοχής με το φυσικό περιβάλλον.

Στο πλαίσιο αυτό σχεδιάζεται σημαντική επέκταση των χρήσεων γης που αφορούν αποκατεστημένες καλλιεργήσιμες και δασικές επιφάνειες στην περιοχή των ορυχείων, αλλά και τεχνητές λίμνες και μονάδες Α.Π.Ε., οι οποίες θα αναπτυχθούν παρακάτω.

#### **Φωτοβολταϊκά πάρκα**

Η δημιουργία των μεγάλων Φ/Β πάρκων αποτελεί μια επιλογή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά την οποία επιτυγχάνεται η μείωση των εκπομπών αερίων και αποτελεί φιλική προς το περιβάλλον λύση. Παράλληλα με την εγκατάσταση τέτοιων μονάδων, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας ενισχύοντας οικονομικά την τοπική κοινωνία. Η Δ.Ε.Η. έχει προχωρήσει με τις απαραίτητες διαδικασίες και έχει επιλέξει τις ενδεδειγμένες τοποθεσίες για την εγκατάσταση των Φωτοβολταϊκών πάνελ. Συγκεκριμένα σχεδιάζεται η δημιουργία Φ/Β πάρκων στο ΛΚΔΜ μετά την περάτωση λειτουργίας των ορυχείων, συνολικής δυναμικότητας 2.0GW (ΔΕΗ, 2024).



## **Σύστημα αντλησιοταμίευσης**

Επίσης, δρομολογούνται έργα αντλησιοταμίευσης, τα οποία λειτουργούν ως έργα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν τη διαφορά στάθμης νερού μεταξύ δύο ταμιευτήρων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό την εξισορρόπηση της ζήτησης και προσφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελείται από δύο ταμιευτήρες με υψομετρική διαφορά, οι οποίοι συνδέονται με έναν ή περισσότερους αγωγούς. Όταν η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι χαμηλή, αλλά τα Φωτοβολταϊκά πάρκα παράγουν ρεύμα τότε, αντί η ενέργεια να μένει ανεκμετάλλευτη, χρησιμοποιείται για να στείλει το νερό από τον κάτω στον πάνω ταμιευτήρα. Έτσι, όταν η ζήτηση είναι υψηλή και η προσφορά ενέργειας δεν επαρκεί, το νερό που συγκρατείται στην πάνω δεξαμενή αφήνεται να πέσει στην κάτω και μέσω μιας γεννήτριας να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Τα έργα αντλησιοταμίευσης, ακόμη, εξυπηρετούν στον έλεγχο των υδροφόρων ζωνών και στην ενίσχυση των πρηνών για την αποφυγή τυχόν καταπτώσεων.

## **Τεχνητές λίμνες**

Σημαντικό και αναπόσπαστο κομμάτι για την ολοκληρωμένη αποκατάσταση της περιοχής αποτελούν οι τεχνητές λίμνες που θα δημιουργηθούν καθώς θα επιτελέσουν στη βελτίωση και εξισορρόπηση του οικοσυστήματος. Σχηματίζονται κατά την περάτωση των ορυχείων, όταν οι ανοιχτές εκσκαφές πληρώνονται με νερό μέσω παθητικής αναπλήρωσης υπόγειων υδάτων, εκτροπής επιφανειακών υδάτων ή ενεργητικής άντλησης, ή και συνδυασμό όλων αυτών. Χρησιμεύουν στη διαχείριση των υδάτων στην περιοχή του ορυχείου, ενώ ελέγχουν τα ύδατα που εισέρχονται και εξέρχονται από τον τόπο του ορυχείου. Αυτό επιδρά στη μορφή της βλάστησης, η οποία συμβάλει στη δημιουργία και διατήρηση του οικοσυστήματος. Τέλος, η μη μόλυνση των τεχνητών λιμνών είναι πολύ σημαντική, δεδομένου ότι παρέχεται υδροδότηση για πότισμα σε γειτονικές εκτάσεις στη ευρύτερη περιοχή των ορυχείων.

#### **4.4. Κίνδυνοι με αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης στα Ορυχεία της Πτολεμαΐδας**

Κατά το στάδιο περάτωσης των ορυχείων και της περιόδου των εργασιών αποκατάστασης της ευρύτερης περιοχής, αναμένεται η εμφάνιση κινδύνων όπως αναλυτικά παρουσιάζονται ως εξής:

##### **Κίνδυνος κατολισθήσεων τελικών πρανών και αποθέσεων - Γεωτεχνικές μελέτες και όργανα παρακολούθησης (Γεωτεχνική σταθερότητα)**

Ένα από τα κύρια ζητήματα προς αντιμετώπιση είναι η ευστάθεια των τελικών πρανών των εκσκαφών και των αποθέσεων (εσωτερικών και εξωτερικών) στις περιοχές των ορυχείων που επρόκειτο να τοποθετηθούν άγονα υλικά. Για τον έλεγχο της ευστάθειας των πρανών και της παρακολούθησης των μετακινήσεων σε επιλεγμένες, χρησιμοποιούνται γεωτεχνικά όργανα για τον έλεγχο μέσω γεωτεχνικών μετρήσεων. Σε έργα τέτοιας έκτασης, υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθούν έντονες μετατοπίσεις στην επιφάνεια του πρανούς, οι οποίες θα δυσκολέψουν στη διαχείριση του τοπίου ενώ μπορεί να υπάρξει και ζήτημα ασφάλειας. Πρέπει να σημειωθεί, πως σε παγκόσμιο επίπεδο οι κατολισθήσεις μεγάλης έκτασης στα υπαίθρια ορυχεία αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους που απειλούν την ασφάλεια των εργαζομένων. Οι παράγοντες που τις προκαλούν είναι γεωλογικής, γεωμορφολογικής, γεωτεχνικής αλλά και ανθρωπογενούς φύσης. Κατά την περάτωση των ορυχείων λοιπόν, πολύ σημαντική είναι η διασφάλιση της σταθερότητας του εδάφους, μέσω γεωτεχνικών μελετών και παρακολούθησης γεωτεχνικών οργάνων.

##### **Χειρισμός επικίνδυνων υλικών - Διαχείριση κτιριακών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού (Δημόσια υγεία και ασφάλεια)**

Τα κτήρια και οι εγκαταστάσεις που φιλοξενούν τα γραφεία και τις υπηρεσίες του ΛΚΔΜ και δεν επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω, θα κατεδαφιστούν. Η σωστή διαχείριση και απομάκρυνση των επικίνδυνων υλικών, έχει μεγάλη σημασία για την αποφυγή περιβαλλοντικής μόλυνσης. Ο λοιπός μηχανολογικός εξοπλισμός που ήταν σε χρήση για όλη τη διάρκεια ζωής των ορυχείων, όπως καδοφόροι εκσκαφείς, αποθέτες, οχήματα κ.α. είναι προγραμματισμένος είτε προς πώληση είτε για αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση από τους χώρους των ορυχείων. Η εναλλακτική αποδόμησης των υποδομών, με τη χρήση εκρηκτικών υλών, συντελεί

στην αύξηση της ασφάλειας και ταυτόχρονα στη μείωση του κόστους, της όχλησης, του χρόνου, κ.α. Επίσης, απαιτείται προσοχή στην ασφαλή απομάκρυνση των χημικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της εξόρυξης, ώστε να αποφευχθεί η διαρροή τους και η περαιτέρω μόλυνση του περιβάλλοντος.

### **Κίνδυνος αυτανάφλεξης λιγνίτη**

Το φαινόμενο αναφέρεται στη φαινόμενη αυτόματη ανάφλεξη του άνθρακα χωρίς την επίδραση εξωτερικής φλόγας ή πηγής θερμότητας και προκαλείται από την υπερθέρμανση του άνθρακα λόγω διάφορων αιτιών, κυρίως της αύξησης της θερμοκρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες. Ο κίνδυνος αυτανάφλεξης αποτελεί σοβαρό πρόβλημα στον τομέα της εξόρυξης και επεξεργασίας του λιγνίτη και πρέπει να αντιμετωπίζεται κατά το στάδιο περάτωσης του ορυχείου. Οι κύριοι παράγοντες που πρέπει να πληρούνται για την αποφυγή του φαινομένου είναι ο έλεγχος του λιγνίτη για την ανίχνευση τυχόν ανωμαλιών στη θερμοκρασία, η δημιουργία καλού συστήματος αερισμού αλλά και η διατήρηση κατάλληλων συνθηκών υγρασίας.

### **Κίνδυνος ρύπανσης των υδάτων (Γεωχημική σταθερότητα)**

Στα ορυχεία του ΛΚΔΜ έχουν δημιουργηθεί λίμνες, ενώ θα δημιουργηθούν επιπλέον μετά το πέρας των εργασιών εξόρυξης και την τελική αποκατάστασή των ορυχείων. Η μόλυνση των υδάτων λόγω της αλλαγής των φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών τους, οι οποίες μπορεί να οφείλονται και στον ανθρωπογενή παράγοντα, αποτελεί ζήτημα που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Πιο συγκεκριμένα, κίνδυνος μόλυνσης των υδάτων προκαλείται από τη διακοπή της παροχής νερού στους χώρους εξόρυξης, η οποία επηρεάζει τη ροή των υδάτων. Ακόμη, πρέπει να γίνεται συνεχής έλεγχος για τυχόν ενδείξεις μόλυνσης καθώς ο λιγνίτης που δε θα εξορυχθεί έχει τοξικές ή και επιβλαβείς ουσίες. Η σχετική υδρογεωλογική μελέτη για κάθε περιοχή εξετάζει όλα τα δεδομένα και συντελεί στην αποφυγή του κινδύνου μόλυνσης των υδάτων.

### **Κίνδυνος ατμοσφαιρικής ρύπανσης**

Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλείται από την καύση του λιγνίτη στους ΑΗΣ καθ' όλη τη διάρκεια ζωής των ορυχείων και την αντίστοιχη έκλυση εκπομπών. Επιπλέον, οι εξορυκτικές εργασίες οι οποίες βρίσκονται σε εξέλιξη, μπορούν να προκαλέσουν επιβάρυνση στη ατμόσφαιρα της ευρύτερης περιοχής. Τέτοιες εργασίες μπορούν να σχετίζονται με την μεταφορά λιγνίτη και αγόνων, μέσω οχημάτων και ταινιοδρόμων. Συνεπώς, κατά την περάτωση της λειτουργίας των ορυχείων θα πρέπει να παρακολουθείτε η κυκλοφορία μικροσωματιδίων στην ατμόσφαιρα τα οποία οδηγούν σε επιβάρυνση του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας.

### **Κίνδυνος μη διατήρησης και επαναφοράς της βιοποικιλότητας (Τοπιολογική προσαρμογή)**

Για τις ανάγκες της λειτουργίας των ορυχείων, δεσμευτήκαν και αλλοιώθηκαν μεγάλες εκτάσεις για να φιλοξενηθεί το σύνολο των εγκαταστάσεων του ΛΚΔΜ. Μια έννοια που αναφέρεται στο σχεδιασμό της αποκατάστασης του τοπίου είναι η βιοποικιλότητα. Οπότε, η μελέτη αποκατάστασης του περιβάλλοντος, της χλωρίδας και της πανίδας, πρέπει να στοχεύει στην ύπαρξη ενός ισορροπημένου βιώσιμου οικοσυστήματος.

### **Κοινωνικοοικονομικά ζητήματα, αύξηση ανεργίας, μετεγκαταστάσεις οικισμών**

Η τοπική κοινωνία επηρεάζεται έντονα από την περάτωση ενός, τέτοιας κλίμακας, εξορυκτικού έργου. Ο κίνδυνος συρρίκνωσης του πληθυσμού και ο οικονομικός μαρασμός στην ευρύτερη περιοχή, είναι ένας υπαρκτός κίνδυνός ο οποίος παρουσιάζεται σχεδόν σε όλες τις αντίστοιχες περιπτώσεις διακοπής λειτουργίας μεγάλων τεχνικών και βιομηχανικών έργων. Το κλείσιμο των ορυχείων συνδέεται άρρηκτα και με την αύξηση της ανεργίας, καθώς μεγάλο μέρος των εργατών θα μείνει χωρίς θέσεις εργασίας ενώ η τοπική κοινωνία θα πληγεί ανεπανόρθωτα από την μετανάστευση. Πρέπει να υπάρξει μέριμνα και σχέδιο αντιμετώπισης για την επόμενη μέρα μέσω ενός ρεαλιστικού προγράμματος με την εγκατάσταση βιομηχανικών υποδομών ή υποδομών τουρισμού και αναψυχής για την αντίστοιχη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

## **Κόστος & Χρονοδιάγραμμα εργασιών αποκατάστασης**

Η τήρηση του χρονοδιαγράμματος των εργασιών αποκατάστασης στο κλείσιμο των ορυχείων είναι ζωτικής σημασίας για πολλούς λόγους. Υπάρχει η πιθανότητα να υπάρξει μεγέθυνση των εξόδων για τις εργασίες αποκατάστασης και περάτωσης, συμπαρασύροντας το τελικό κόστος των εργασιών. Η υπέρβαση στο προκαθορισμένο εκτιμώμενο κόστος, σε ένα λογικό πλαίσιο-ποσοστό, μπορεί να οφείλεται σε πλήθος παραγόντων. Απαιτείται ο έλεγχος της εγκυρότητας του υπερβάλλοντος ποσού και κατά πόσο αυτό δικαιολογείται στα πλαίσια ενός αποδεκτού ορίου. Διαφορετικά πρέπει να υπάρξει ο σχετικός έλεγχος για τυχόν υπερβάσεις ή για επιπλέον εργασίες που απαιτήθηκαν και δεν είχαν προϋπολογιστεί στην αρχική μελέτη. Έτσι, διατηρείται η οικονομική σταθερότητα και η αξιοπιστία της επιχείρησης, αποφεύγοντας πρόστιμα και νομικές κυρώσεις.

### **4.5. Συσχέτιση των κινδύνων με την επιλογή των τελικών χρήσεων γης**

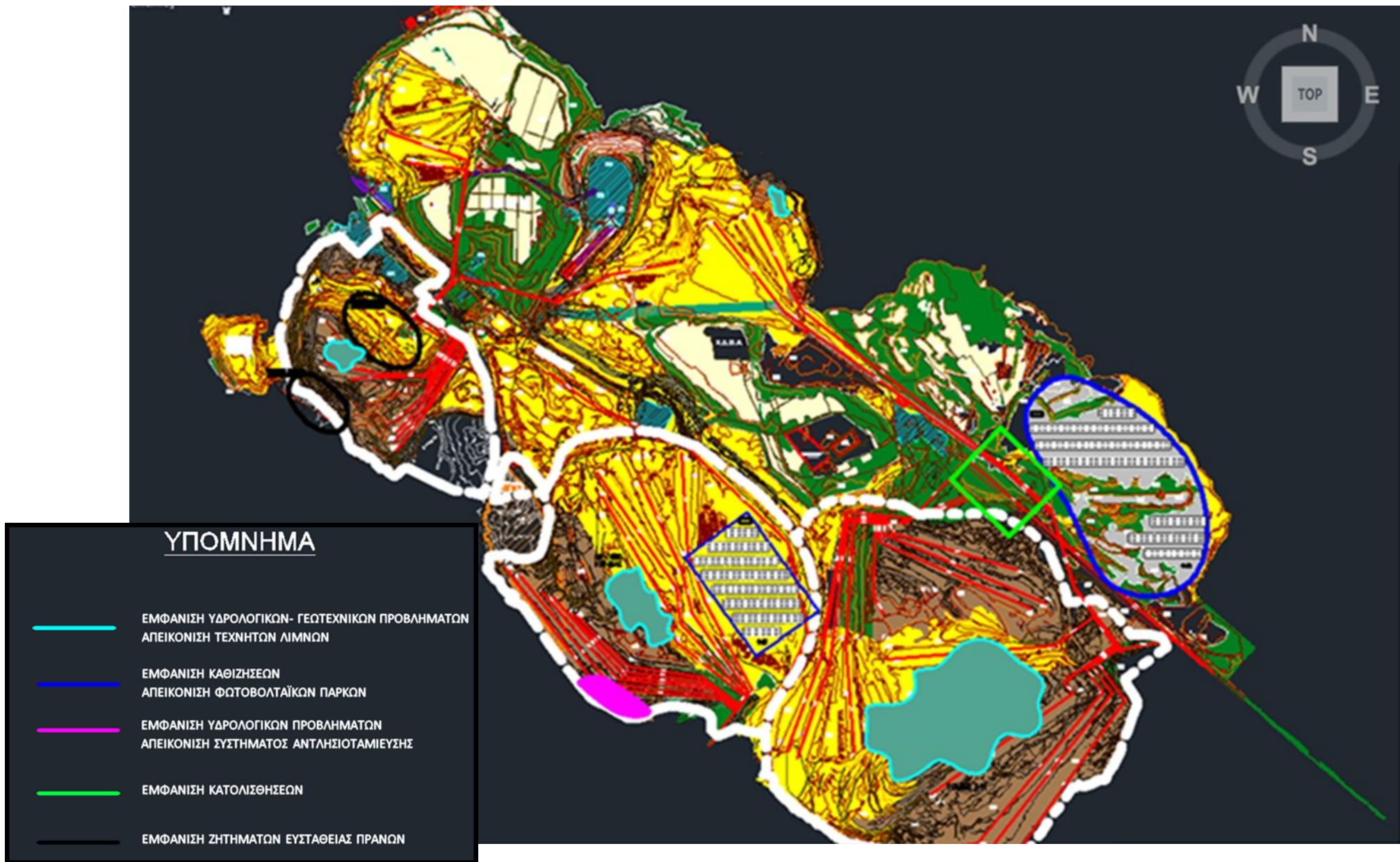
Η διαδικασία κλεισίματος των ορυχείων συνοδεύεται από ποικίλους κινδύνους, οι οποίοι επηρεάζουν άμεσα τις τελικές χρήσεις γης. Η ευστάθεια του εδάφους, οι καθιζήσεις και οι κατολισθήσεις αποτελούν βασικά ζητήματα, καθώς περιοχές με τέτοιες αστάθειες δεν είναι κατάλληλες για κατασκευές κατοικιών ή άλλων δομών που απαιτούν σταθερό έδαφος. Ωστόσο, μπορούν να μετατραπούν σε τεχνητές λίμνες ή πράσινους χώρους που ενισχύουν την τοπική βιοποικιλότητα. Η ρύπανση των υδάτων από υπολείμματα εξορυκτικής δραστηριότητας απαιτεί ειδική διαχείριση, καθιστώντας αναγκαία την εγκατάσταση συστημάτων αντλησιοταμίευσης για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού. Παράλληλα, η ασφαλής διαχείριση των επικίνδυνων υλικών και των αποβλήτων είναι κρίσιμη για τη διατήρηση της περιβαλλοντικής ασφάλειας, επηρεάζοντας τη δυνατότητα χρήσης της γης για γεωργία ή βιομηχανική ανάπτυξη. Συνολικά, η επιτυχής αποκατάσταση και η επιλογή κατάλληλων χρήσεων γης απαιτούν ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αξιολόγηση και μείωση των κινδύνων, διασφαλίζοντας την ασφάλεια και τη βιωσιμότητα των νέων χρήσεων της περιοχής.

#### **4.6. Απεικόνιση περιοχών κινδύνων στα ορυχεία της Πτολεμαΐδας του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ)**

Στο παρόν κεφάλαιο, θα γίνει η απεικόνιση των περιοχών των ορυχείων της Πτολεμαΐδας που παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων. Επίσης απεικονίζονται οι προτεινόμενες χρήσεις γης, χρησιμοποιώντας το σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD. Το AutoCAD επιτρέπει τη δημιουργία ψηφιακών αναπαραστάσεων που διευκολύνουν την κατανόηση μέσω του σχεδιασμού. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να προσδιοριστούν οι περιοχές κινδύνου, οι τοποθεσίες εξοπλισμού και οι χρήσεις γης που έχουν επιλεχθεί για την κάθε περιοχή ενδιαφέροντος. Διευκολύνεται έτσι, η λήψη αποφάσεων σχετικά με την περάτωση των ορυχείων, την αποκατάσταση των εκτάσεων, και την διαχείριση των περιβαλλοντικών κινδύνων.

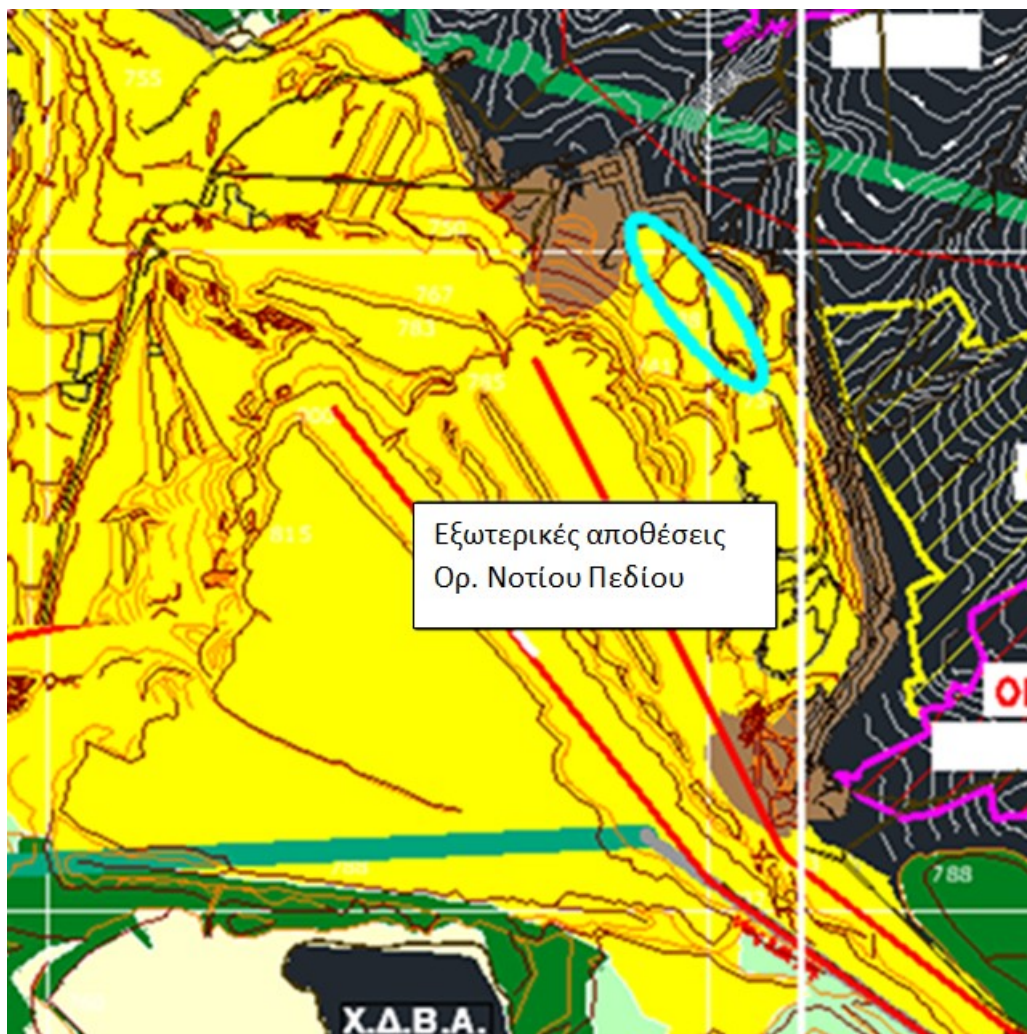
##### **4.6.1 Απεικόνιση περιοχών κινδύνων στα ορυχεία της Πτολεμαΐδας**

Στην παρακάτω Εικόνα 4.1, απεικονίζεται ο χάρτης της περιοχής μελέτης, των ορυχείων Πτολεμαΐδας του ΛΚΔΜ. Στον χάρτη των ορυχείων της Πτολεμαΐδας, έχουν σχηματιστεί οι περιοχές που υπάρχει αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων και που απαιτούν αυξημένη προσοχή. Σε ορισμένες περιπτώσεις θα απαιτηθούν μέτρα αντιμετώπισης για την ομαλή μετάβαση από το στάδιο λειτουργίας των ορυχείων στο στάδιο της περάτωσης των εργασιών εξόρυξης και στην φάση μετά το κλείσιμο των ορυχείων. Στο υπόμνημα περιγράφονται αναλυτικά οι περιοχές που παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου.



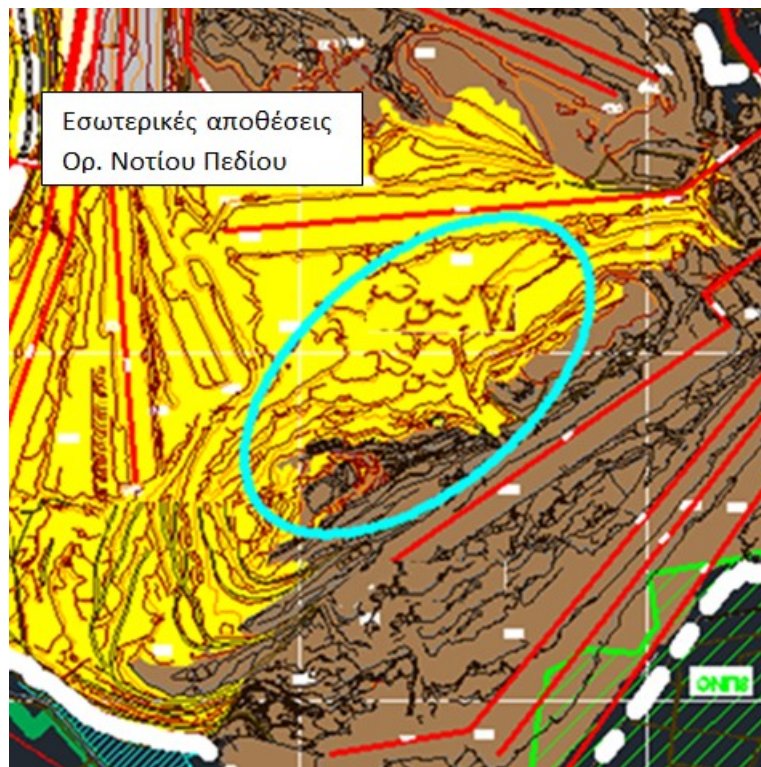
Εικόνα 4.1. Χάρτης της περιοχής μελέτης, των ορυχείων Πτολεμαΐδας του ΛΚΔΜ .

Παρακάτω παρουσιάζεται η απεικόνιση και περιγραφή των περιοχών αυξημένης πιθανότητας κινδύνων, ανάλογα με την φύση τους, για κάθε μια από τις περιοχές των ορυχείων. Αρχικά, επικεντρωνόμαστε στην περιοχή του **Ορυχείου Νοτίου Πεδίου, στο χώρο των εξωτερικών αποθέσεων** (Εικόνα 4.2). Σε αυτή την περιοχή εντοπίζονται γεωτεχνικά προβλήματα ευστάθειας, ενώ εμφανίζεται αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης υδρολογικών κινδύνων. Στην περιοχή των **εσωτερικών αποθέσεων του Νοτίου Πεδίου** (Εικόνα 4.3), εμφανίζεται αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης υδρολογικών φαινομένων. Αντίστοιχα στην Εικόνα 4.4, απεικονίζεται η περιοχή **βορειοανατολικά του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου**, η οποία είναι επιρρεπής σε κατολισθήσεις και καθιζήσεις. Η πιθανότητα εμφάνισης των φαινομένων μπορεί να περιοριστεί έως πρακτικά να μηδενιστεί, εφόσον γίνουν οι κατάλληλες ενέργειες ώστε να μην υπάρξουν τυχόν περιστατικά.

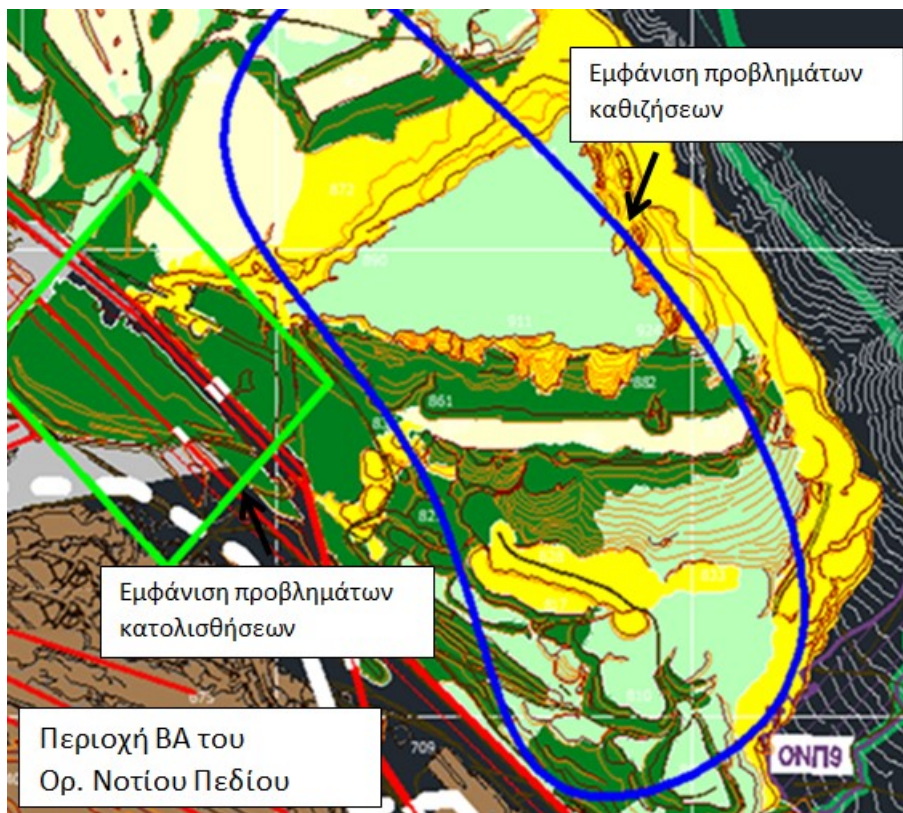


**Εικόνα 4.2.** Απεικόνιση των περιοχών στις οποίες εμφανίζονται υδρολογικά και γεωτεχνικά προβλήματα, στις εξωτερικές αποθέσεις του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου.



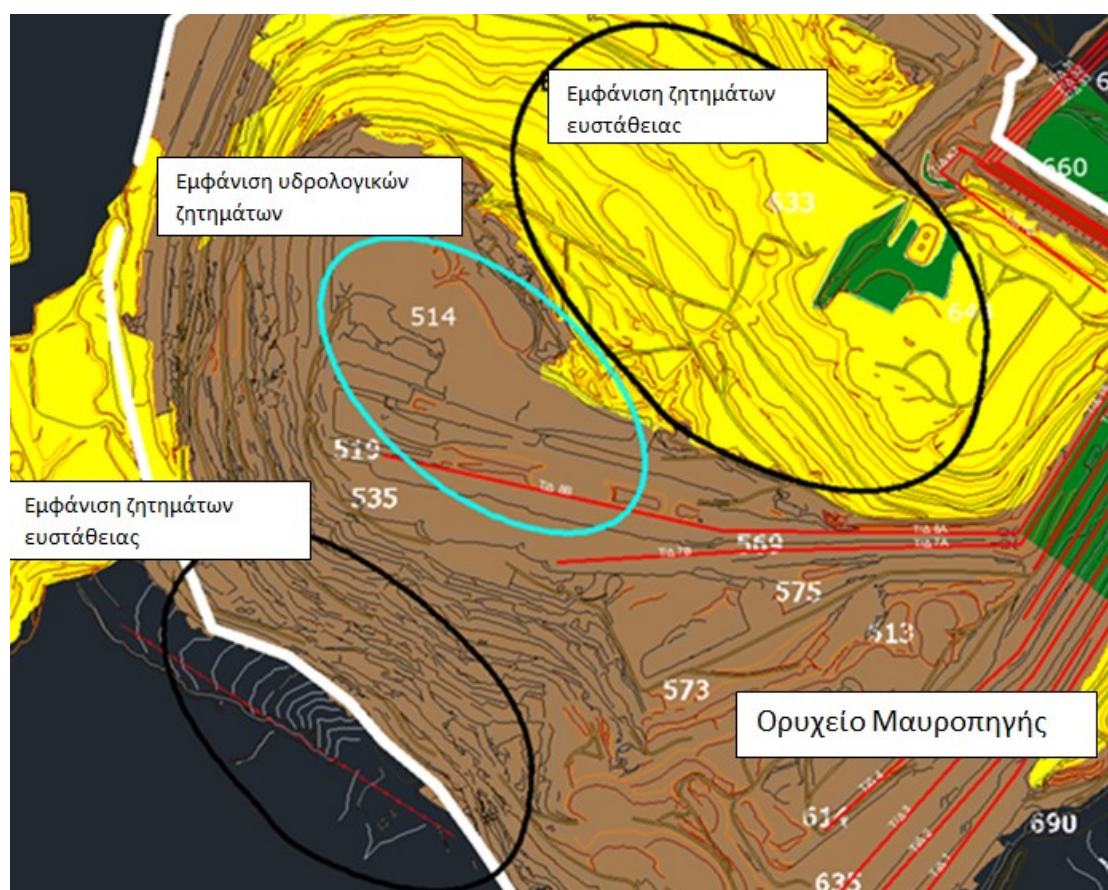


**Εικόνα 4.3.** Απεικόνιση των περιοχών στις οποίες εμφανίζεται αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης υδρολογικών και γεωτεχνικών, στις εσωτερικές αποθέσεις του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου.



**Εικόνα 4.4.** Απεικόνιση των περιοχών στις οποίες εμφανίζονται καθιζήσεις και κατολισθήσεις βορειανατολικά του Νοτίου Πεδίου.

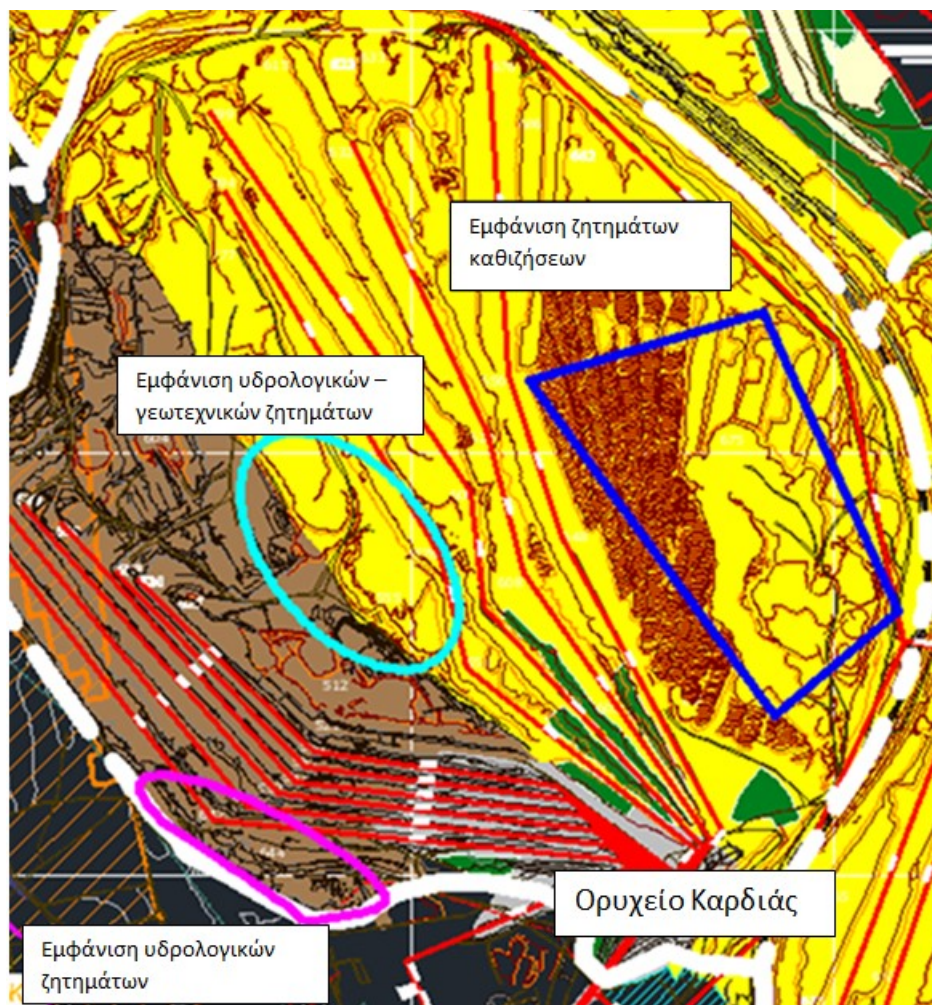
Στην συνέχεια, στο **Ορυχείο Μαυροπηγής** απεικονίζονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων σχετιζόμενων με γεωτεχνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα (Εικόνα 4.5). Τα γεωτεχνικά ζητήματα, μπορεί να αφορούν θέματα ευστάθειας, κατολισθήσεις ή καταπτώσεις εδάφους λόγω της απότομης μεταβολής της τοπογραφίας μετά από τις εργασίες εξόρυξης. Επιπλέον, η υποχωρητική δράση των υδάτων μπορεί να προκαλέσει τοπικές μετατοπίσεις, καθιζήσεις ή/και υδρολογικά φαινόμενα, όπως πλημμύρες σε ακραίες συνθήκες. Τα φαινόμενα εντοπίζονται στις περιοχές των εσωτερικών αποθέσεων του ορυχείου καθώς και στην κύρια περιοχή εξόρυξης.



**Εικόνα 4.5** Απεικόνιση των περιοχών στο Ορυχείο Μαυροπηγής στις οποίες εμφανίζονται υδρολογικά προβλήματα και ζητήματα ευστάθειας των πρανών.

Αντίστοιχα, στο **Ορυχείο Καρδιάς**, εμφανίζονται υδρολογικά και γεωμορφολογικά ζητήματα, καθώς και φαινόμενα καθιζήσεων και ευστάθειας που απαιτούν παρακολούθηση και λήψη μέτρων. Σχετικά με τα υδρολογικά φαινόμενα, η παρακολούθηση των υδάτινων ροών και ο εντοπισμός των πιθανών προβληματικών περιοχών είναι σημαντική για την αποφυγή πλημμυρικών φαινομένων ή άλλων

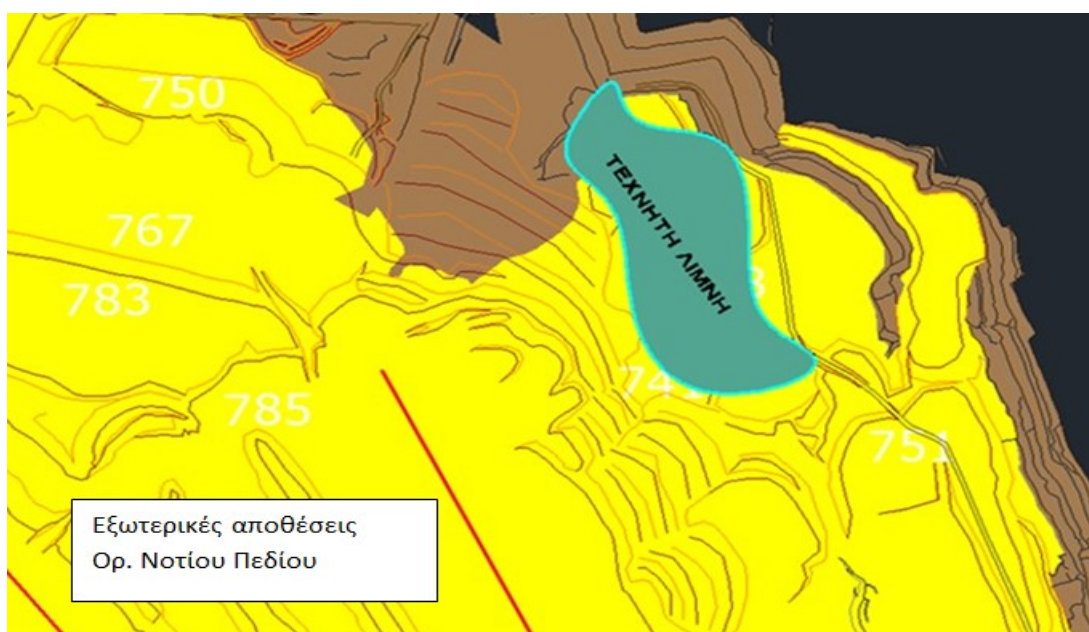
υδρολογικών κινδύνων. Ως προς τη γεωμορφολογία της περιοχής, η συνεχής παρακολούθηση των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών του εδάφους και ο εντοπισμός πιθανών ευπαθών περιοχών, όπως για παράδειγμα περιοχές με απότομες κλίσεις, είναι απαραίτητη για την πρόβλεψη και την λήψη προληπτικών μέτρων. Όσον αφορά τα φαινόμενα καθίζησης και ευστάθειας, η παρακολούθηση των εδαφικών μετατοπίσεων και των σημείων υποχώρησης του εδάφους είναι απαραίτητη. Δεδομένου ότι, η αξιολόγηση αυτών των φαινομένων και η έγκαιρη λήψη προληπτικών μέτρων, αποτελούν προτεραιότητα για τη διαχείριση των ζητημάτων του ορυχείου Καρδιάς (Σχήμα 4.6).



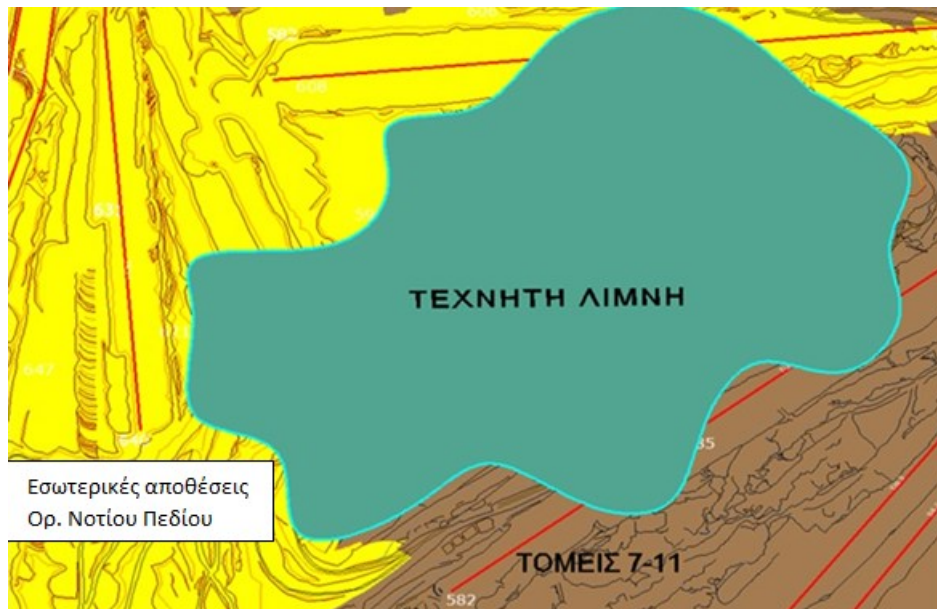
**Εικόνα 4.6.** Απεικόνιση των περιοχών στο Ορυχείο Καρδιάς στις οποίες εμφανίζονται υδρολογικά προβλήματα και ζητήματα ευστάθειας των πρανών.

#### 4.6.2 Απεικόνιση των χρήσεων γης στα ορυχεία της Πτολεμαΐδας

Παρακάτω, απεικονίζονται οι περιοχές με τις πιθανές χρήσεις γης τα ορυχεία της Πτολεμαΐδας του ΛΚΔΜ. Πιο συγκεκριμένα, έχουν επιλεγεί ενδεικτικές περιοχές για τα ορυχεία οι οποίες παρουσιάζονται στις παρακάτω Εικόνες (4.7-4.11) και διακρίνονται ανάλογα με τις χρήσεις γης. Ξεκινώντας από τις εσωτερικές και εξωτερικές αποθέσεις του **Ορυχείου Νοτίου Πεδίου**, θα δημιουργηθούν λίμνες λόγω της ανόδου του υδροφόρου σε συνέχεια τις διακοπής των αντλήσεων (Εικόνες 4.7. & 4.8). Στα συγκεκριμένα σημεία οι λίμνες θα βοηθήσουν αφενός στη σταθεροποίηση του εδάφους, αφετέρου στην δημιουργία οικοτόπου άμεσα συνδεδεμένου με την τοπιολογική προσαρμογή. Έχει προηγηθεί η σχετική υδρογεωλογική μελέτη στην οποία εξετάζεται η χωροχρονική ανάπτυξη της λίμνης σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους αναφοράς.

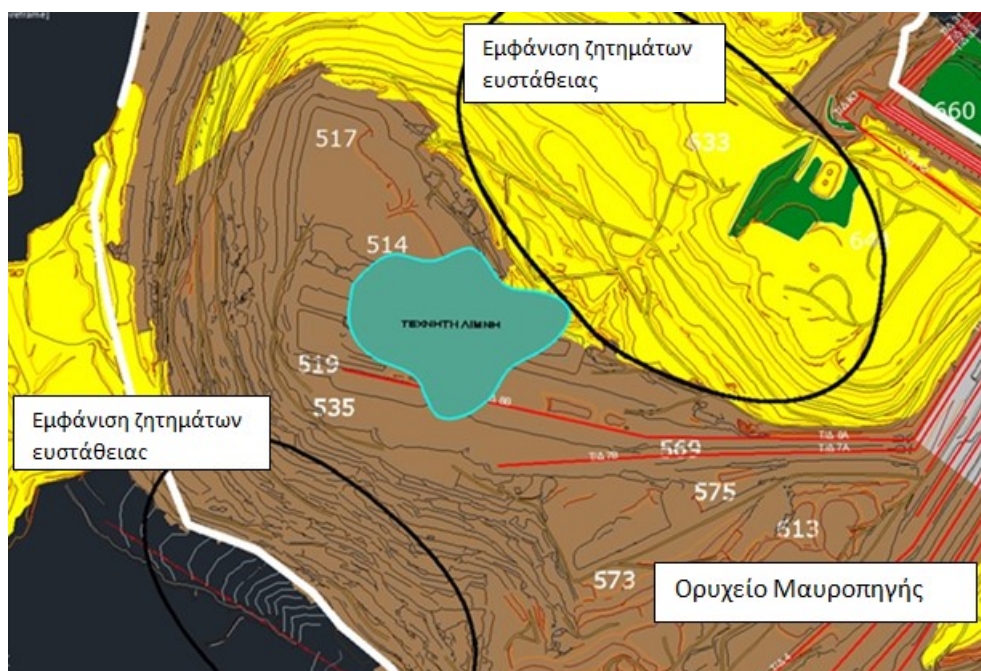


**Εικόνα 4.7.** Απεικόνιση της έκτασης που θα δημιουργηθούν οι λίμνες στην περιοχή των εξωτερικών αποθέσεων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου.



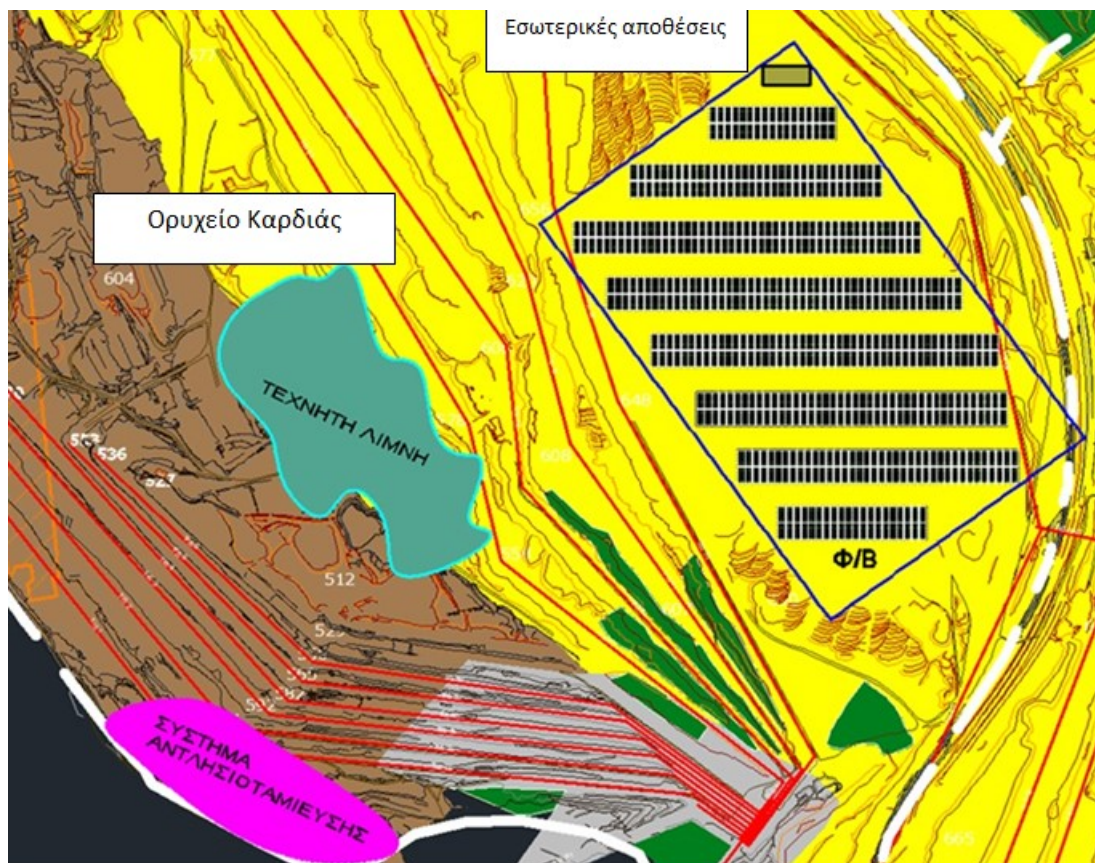
**Εικόνα 4.8.** Απεικόνιση της έκτασης που θα δημιουργηθούν οι λίμνες στην περιοχή των εσωτερικών αποθέσεων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου.

Στην περιοχή των εκσκαφών του **Ορυχείου Μαυροπηγής** θα δημιουργηθεί λίμνη λόγω της ανόδου του υδροφόρου μετά την διακοπή των αντλήσεων. Σε αυτή την περιοχή εντοπίζονται πιθανοί γεωτεχνικοί και υδρολογικοί κίνδυνοι (Εικόνα 4.9).



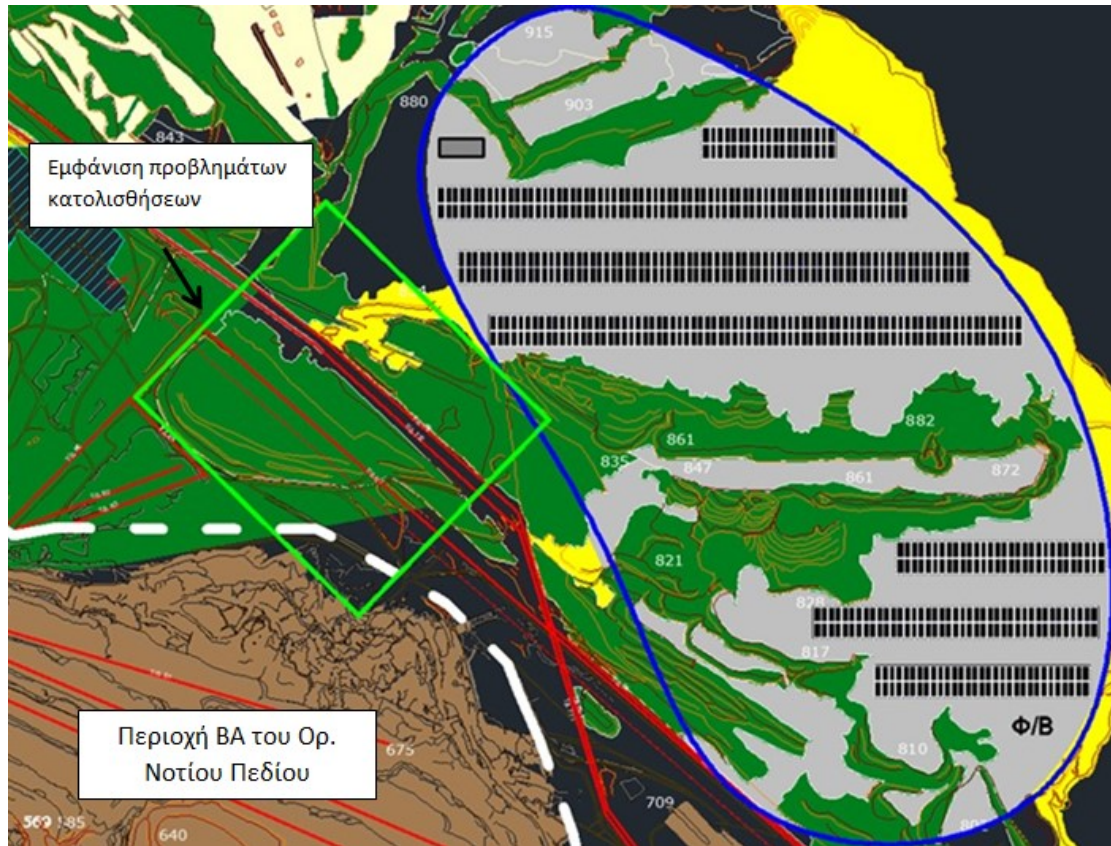
**Εικόνα 4.9.** Απεικόνιση τεχνητής λίμνης που πρόκειται να δημιουργηθεί στο χώρο εκσκαφών του Ορυχείου Μαυροπηγής. Επιπλέον, απεικονίζονται οι περιοχές ενδεχόμενων κινδύνων.

Παρακάτω, απεικονίζονται οι προτεινόμενες χρήσεις γης στο **Ορυχείο Καρδιάς**. Στην περιοχή των εσωτερικών αποθέσεων του ορυχείου σχεδιάζεται να κατασκευαστεί Φωτοβολταϊκό πάρκο μετά το πέρας των εργασιών εξόρυξης. Η δημιουργία του Φ/Β θα οδηγήσει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ θα αξιοποιηθούν τις εκτάσεις που παραμένουν ανεκμετάλλευτες μετά στάδιο λειτουργίας του ορυχείου. Η χρήση των εκτάσεων για την δημιουργία των Φωτοβολταϊκών πάρκων επιτρέπει τη μετατροπή του περιβάλλοντος σε πηγή βιώσιμης πράσινης ενέργειας. Επίσης, δρομολογούνται έργα αντλησιοταμίευσης, τα οποία λειτουργούν ως έργα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό την εξισορρόπηση της ζήτησης και προσφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Τα έργα αντλησιοταμίευσης, εκτός από την βασική τους λειτουργία, εξυπηρετούν στον έλεγχο των υδροφόρων ζωνών και στην ενίσχυση των πρανών για την αποφυγή τυχόν καταπτώσεων. Επιπλέον θα δημιουργηθεί λίμνη, όπως και στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, ενισχύοντας την τοπιολογική προσαρμογή και την αποκατάσταση του οικοσυστήματος (Εικόνα 4.10).



**Εικόνα 4.10.** Απεικόνιση τεχνητής λίμνης, Φ/Β πάρκου και συστήματος αντλησιοταμίευσης στην έκταση του Ορυχείου Καρδιάς.

Τέλος, στην περιοχή βορειανατολικά του **Ορυχείου Νοτίου Πεδίου** προτείνεται εξετάζεται η δημιουργία Φωτοβολταϊκού πάρκου. Η περιοχή έχει αποκατασταθεί στο μεγαλύτερο μέρος της μέσω αναδάσωσης. Εξετάζεται η εγκατάσταση Φ/Β πάρκου σε τμήμα της υπόλοιπης έκτασης.



**Εικόνα 4.11.** Απεικόνιση Φ/Β πάρκου που εξετάζεται να δημιουργηθεί στο χώρο βορειανατολικά του Νοτίου Πεδίου.

## Κεφάλαιο 5

### Συμπεράσματα και προτάσεις

Η Περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας στηρίζεται μέχρι και σήμερα, κατά κύριο λόγο, στον ενεργειακό τομέα και ειδικότερα στην παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω της εξόρυξης λιγνίτη. Πρόκειται για μια περιοχή με επιβαρυσμένο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον εξαιτίας της έντονης εξορυκτικής δραστηριότητας των τελευταίων δεκαετιών και της επιβάρυνσης από την καύση του λιγνίτη. Σήμερα, διανύουμε μια περίοδο ύφεσης εξαιτίας της απολιγνιτοποίησης, καθώς υπάρχει αλλαγή πορείας με την χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, φιλικών προς το περιβάλλον, οι οποίες θα τροφοδοτούν πλέον ενεργειακά τη χώρα. Στο πλάνο της απολιγνιτοποίησης, βρίσκεται η σταδιακή ελάττωση των εργασιών εξόρυξης λιγνίτη μέχρι την παύση εργασιών το 2028 και την αποκατάσταση των λιγνιτωρυχείων της Δ.Ε.Η.

Η εκμετάλλευση των λιγνιτικών κοιτασμάτων στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, έχει συντελέσει στην ανάπτυξη και εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής για περισσότερο από 50 χρόνια. Από την άλλη πλευρά, έχει προκαλέσει έντονες αλλαγές στο τοπίο της περιοχής, στην μορφολογία, στον υδροφόρο ορίζοντα, στην ελάττωση της καλλιεργήσιμης γεωργικής έκτασης, καθώς και στην αλλαγή των χρήσεων γης. Επιπλέον, υπάρχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις για τις οποίες εξετάζονται και σχεδιάζονται τα επόμενα στάδια της περιβαλλοντικής αποκατάστασης. Αυτό πραγματοποιείται μέσω των αναδασώσεων, διαστρώσεων και του καθορισμού των χρήσεων γης, ώστε να επανέλθει το τοπίο της περιοχής όσο το δυνατόν περισσότερο στην αρχική του κατάσταση.

Το στάδιο της μετάβασης από την υφιστάμενη σε μια διαφορετική κατάσταση μέχρι την περάτωση των εργασιών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Για αυτό τον λόγο απαιτείται διερεύνηση του συνόλου των δεικτών που επηρεάζουν αυτή την διαδικασία. Θα πρέπει να υπάρξει προσοχή στις έντονες μεταβολές του κύκλου εργασιών το επόμενο διάστημα, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα ενδεχόμενων κινδύνων ως συνέπεια της παύσης εργασιών. Από την άλλη πλευρά, η περάτωση των εργασιών εξόρυξης στα λιγνιτωρυχεία και η μετάβαση σε μια νέα κατάσταση, μπορεί



να δημιουργήσει ευκαιρίες τις οποίες οφείλει η επιχείρηση να τις αναδείξει και να επενδύσει στην ανάπτυξή τους.

Είναι απαραίτητη η υλοποίηση ενός σχεδίου το οποίο θα περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες που ακολουθούνται, τα βασικά κριτήρια υλοποίησης για την επίτευξη του κλεισίματος των ορυχείων, τις δευτερεύουσες/συμπληρωματικές εργασίες, καθώς και τη συγκέντρωση και καταγραφή δεδομένων (σε περιβαλλοντικά, τεχνικά και κοινωνικοοικονομικά θέματα). Στις θεωρημένες μελέτες της Δ.Ε.Η. περιλαμβάνονται οι παράμετροι σχετικά με την παύση εργασιών, την περιβαλλοντική αποκατάσταση των εκτάσεων, της νέες χρήσεις γης, την μεταλιγνιτική περίοδο, όπως και το σύνολο των εργασιών που έχουν υλοποιηθεί και θα υλοποιηθούν στα πλαίσια της απολιγνιτοποίησης και μετάβασης. Περιλαμβάνονται επίσης, η καταγραφή και ανάλυση των αρνητικών επιπτώσεων που έχουν αντίκτυπο στην ρύπανση του εδάφους και των υδάτων, ώστε να προβλεφθούν μέτρα και πολιτικές που θα προστατεύσουν το περιβάλλον και θα διασφαλίσουν τη βιωσιμότητα της περιοχής στην μεταλιγνιτική εποχή.

Σχετικά με τα Ορυχεία Πτολεμαΐδας του ΑΚΔΜ, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Το κλείσιμο ενός ορυχείου αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει την αποτίμηση των κινδύνων, την περιβαλλοντική αξιολόγηση και τον σχεδιασμό για την αποκατάσταση του τοπίου.
- Η επίτευξη περιβαλλοντικής πολιτικής απαιτεί την ανάπτυξη ρεαλιστικών σχεδίων για την αποκατάσταση του εδάφους, την αναδάσωση και τη διαχείριση των υδατικών πόρων.
- Η συνεργασία με την τοπική κοινότητα είναι ουσιώδης. Η ενημέρωση των κατοίκων και η ενσωμάτωση των ανησυχιών τους στο σχεδιασμό είναι υψηλής σημασίας.
- Απαιτείται η ύπαρξη πλαισίου για την διαχείριση των ενδεχόμενων κινδύνων που μπορούν να παρουσιαστούν κατά το στάδιο περάτωσης των ορυχείων, καθώς και πλάνο για τον σχεδιασμό αντιμετώπισης τους. Παραπάνω, εξετάστηκαν αναλυτικά οι πιθανοί κίνδυνοι που ενδέχεται να παρουσιαστούν κατά το στάδιο περάτωσης.

- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο οικονομικός παράγοντας και το χρονοδιάγραμμα στις εργασίες περάτωσης, ώστε να επαρκούν τα κονδύλια για την αποκατάσταση.
- Η ορθολογική διαχείριση των εκτάσεων γης στα ορυχεία της Πτολεμαΐδας μπορεί να συμβάλει στη διασφάλιση της οικονομικής σταθερότητας και της ανάπτυξης της περιοχής.
- Η ευστάθεια των πρανών αποτελεί βασικό παράγοντα προσοχής για την ασφαλή αποκατάσταση του τοπίου και την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων στα ορυχεία.
- Η δημόσια υγεία και ασφάλεια πρέπει να τηρούνται κατά τη διαχείριση των κτηριακών εγκαταστάσεων του ΛΚΔΜ.
- Αναγκαίος κρίνεται ο έλεγχος των υδάτων κατά το σχεδιασμό των τεχνητών λιμνών για τη διαφύλαξη του οικοσυστήματος.

Γενικότερα, πρέπει να προηγείται η εμπειριστατωμένη - επιστημονική μελέτη για μια εξορυκτική περιοχή που βρίσκεται στο στάδιο παύσης εργασιών και μετάβασης, για την αποφυγή αστοχιών και κινδύνων. Περιλαμβάνεται η μελέτη του οικοσυστήματος της περιοχής, ώστε να υπάρξει η βέλτιστη οικολογική αποκατάσταση, η οποία να ταιριάζει με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τοπίου. Απαιτείται, η εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων για την διατήρηση της ισορροπίας στην περιοχή, ώστε να συντελέσει στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της Πτολεμαΐδας. Οι νέες χρήσεις γης στις εκτάσεις των ορυχείων, επιλέγονται λαμβάνοντας υπόψη τον κοινωνικό, περιβαλλοντικό και αισθητικό παράγοντα. Όστε, οι εκτάσεις αυτές να μετατραπούν σε χώρους βιώσιμους για την τοπική κοινωνία και τους επισκέπτες, εξασφαλίζοντας τα ιδιαίτερα οικολογικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά της περιοχής και του ευρύτερου περιβάλλοντος στο πλαίσιο μιας νέας προοπτικής.

Συνοψίζοντας, παρατίθενται ορισμένες προτάσεις οι οποίες μπορούν να συνεισφέρουν στη διαδικασία περάτωσης των ορυχείων της Πτολεμαΐδας. Οι προτάσεις αυτές, μπορούν να ενισχύσουν τις υπάρχουσες κατευθυντήριες γραμμές της παύσης λειτουργίας των ορυχείων της Δ.Ε.Η., στο πλαίσιο της απολιγνιτοποίησης. Συμβάλλοντας έτσι στη διασφάλιση ενός βιώσιμου σχεδίου κλεισίματος των ορυχείων της Πτολεμαΐδας.

1. **Αποκατάσταση της γης:** Εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων αποκατάστασης του εδάφους με φυτοκάλυψη και φυτοπροστασία, προκειμένου να αποκατασταθεί επιτυχώς η φυσική βλάστηση και να δημιουργηθούν κατάλληλα ενδιαιτήματα για τους πληθυσμούς της περιοχής. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί η τοπιολογική προσαρμογή.
2. **Ανακύκλωση και διαχείριση υλικών:** Εφαρμογή ολοκληρωμένου συστημάτων ανακύκλωσης και διαχείρισης των αποβλήτων, υλικών καθαίρεσης κατασκευών και άλλων απορριμμάτων, που θα προκύψουν από τις εργασίες περάτωσης των ορυχείων προκειμένου να μην επιβαρυνθεί επιπλέον το περιβάλλον.
3. **Δημιουργία πράσινων χώρων:** Προτείνεται η δημιουργία κατάλληλων πράσινων περιοχών, όπως πάρκα και χώροι αναψυχής, για την ανάπτυξη της βιοποικιλότητας και την προστασία του περιβάλλοντος. Προώθηση του εναλλακτικού τουρισμού.
4. **Αναδιάρθρωση κοινότητας:** Υποστήριξη της τοπικής κοινότητας μέσω προγραμμάτων επαγγελματικής επανένταξης και κατάρτισης, προκειμένου να διασφαλιστεί η οικονομική ευημερία μετά το κλείσιμο των ορυχείων. Παράλληλα, δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στις νέες δραστηριότητες που σχεδιάζονται στις παλαιές εκτάσεις των ορυχείων. Δεδομένα τα οποία σχετίζονται με την μεταβολή στα δημογραφικά & οικονομικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής, την μεταβολή των πληθυσμιακών στοιχείων λόγω αισθητής μετακίνησης του ντόπιου πληθυσμού, την μείωση των εργαζομένων (άμεσων & έμμεσων) οι οποίοι απασχολούνταν στον ευρύτερο τομέα της εξόρυξης, είναι απαραίτητα για την κατάρτιση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου.
5. **Εναλλακτικές χρήσεις γης:** Προώθηση της ανάπτυξης εναλλακτικών χρήσεων γης, όπως η ανανεώσιμη ενέργεια και η γεωργία, καθώς και νέες δραστηριότητες για παραγωγή ενέργειας ή άλλες χρήσεις, οι οποίες να είναι φιλικές στο περιβάλλον και να δημιουργούν οικονομική ανάπτυξη. Οι εναλλακτικές χρήσεις γης, όπως η εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών πάρκων, η δημιουργία βιομηχανικής ζώνης, ο εναλλακτικός τουρισμός και η

διαμόρφωση των χώρων αναψυχής, θα δημιουργήσουν νέες οικονομικές ευκαιρίες και νέες θέσεις εργασίας.

6. **Αξιολόγηση του δυναμικού της γης:** Μέσα από τον σχεδιασμό κλεισίματος του ορυχείου προτείνεται η αξιολόγηση του δυναμικού της γης και των υδάτων έπειτα από την εξορυκτική δράση δεκαετιών στην περιοχή. Εξετάζονται δηλαδή εναλλακτικές για την επιλογή, έπειτα από λεπτομερή εξέταση για την ικανότητα των εκτάσεων αυτών και κατά πόσο μπορούν να δημιουργήσουν κατάλληλες χρήσεις γης μετά την εξόρυξη. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από τη φυσική, χημική και βιολογική ιδιότητα των εδαφών, συνυπολογίζοντας και πλήθος άλλων παραγόντων όπως το κλίμα, η κλίση των εκτάσεων, η αποστράγγιση.
7. **Ιεράρχηση των κινδύνων:** Για την αξιολόγηση και διαχείριση κινδύνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης κατάλληλες ποιοτικές και αριθμητικές κλίμακες πιθανοτήτων (αριθμητική πιθανότητα εμφάνισης). Δηλαδή η προσέγγιση και ιεράρχηση των κινδύνων και της πιθανότητας εμφάνισής τους, μπορεί να πραγματοποιηθεί βάση της αριθμητικής διαβάθμισης μέσω συγκεκριμένης μεθόδου.
8. **Εισαγωγή επιπλέον δεικτών:** Πέρα από τους κινδύνους για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, προτείνεται η εισαγωγή επιπλέον δεικτών κατά το στάδιο της περάτωσης όπως, το κόστος, η εικόνα της επιχείρησης, οι νομικές επιπτώσεις, κ.α.

## Βιβλιογραφικές αναφορές

- ADPC (2004). Concepts of Hazards, Disasters and Hazard Mitigation.
- Anawar, H. M. (2013). Impact of climate change on acid mine drainage generation and contaminant transport in water ecosystems of semi-acid and acid mining areas. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. ELSEVIER.
- Banerjee, D. (2014). Acid drainage potential from coal mine wastes: Environmental assessment through static and kinetic tests. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 11: 1365.
- Baroudi, B., Rapp , R. (2011). A project management approach to disaster response and recovery operations. 36th Australasian University Building Educators Association (AUBEA) Conference, pp. 17-28.
- Brundl, M., Romang, H. E., Bischof, N., Rheinberger, C. M. (2009). The Risk concept and its application in Natural Hazard Risk Management in Switzerland. *Natural Hazards and Earth Systems Sciences*, 9, pp. 801-813.
- Candeias, C., Ávila, P., Coelho, P., Teixeira, J.P. (2018). Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. *Mining Activities: Health Impacts*, ELSEVIER.
- Dey B, Singh RB. Natural hazards and disaster management. Central Board of Secondary Education (CBSE), Preet Vihar, Delhi - 110092, (2006) India.
- Dey, P. K. (2011). Project risk management using multiple criteria decision-making technique and decision tree analysis: A case study of Indian oil refinery, *Production Planning and Control*, pp. 1-19.
- EM-DAT (2009). The OFDA/CRED International Disaster Database, Universite Catholique de Louvain, Brussels, Belgium.
- Hassan, T., Moidu, S., Riyasa, J., Kuenzerb, C. (2018). Remote sensing of coal fires in India: A review. *EarthScience Reviews*, 187, pp. 338-355.
- Hewitt, K., Burton, I., (1971). *The Hazardousness of a Place: A Regional Ecology of Damage Events*, Toronto University.
- Ignjatović D., Jovančić, P., Pavlović, V. (2018). Estimation of Damage on the Equipment during the Floods in Opencast Mines Tamnava-West Field and

- Veliki Crljeni. Proceedings of the 13th International Symposium of Continuous Surface Mining (ISCSM), Belgrade; 13-14 Sept., 137-148.
- Kavvadas, M., Roumpos, C., Schilizzi, P. (2018). Investigation of the Stability of Deep Excavation Slopes in Continuous Surface Lignite Mines. Proceedings of the 14th International Symposium of Continuous Surface Mining (ISCSM), 23-26 September, Thessaloniki, Greece.
  - Kivinen, S. (2017). Sustainable Post-Mining Land Use: Are Closed Metal Mines Abandoned or Re-Used Space? *Sustainability*, 9, 1705.
  - Knabe, W. (1964). Methods and Results of Trip-Mine Reclamation in Germany, *Ohio Journal of Science*, 64 (2), pp.74-105.
  - Kwak, Y.H., Anbari, F.T. (2009). Analysing Project Management research: Perspectives from Top Management Journals. *International Journal of Project Management*, 27, pp. 435–446.
  - Liu, R., Cheng, W., Yua, Y., Xu, Q. (2018). Human factors analysis of major coal mine accidents in China based on the HFACS-CM model and AHP method. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 68, pp. 270-270.
  - Narrei, S., and Osanloo, M. (2011). Post-mining land-use methods optimum ranking, using multi attribute decision techniques with regard to sustainable resources management. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 2 (11), 66-76.
  - Nelson, S. (2014). *Natural Hazards and Natural Disasters*, Tulane University.
  - Pavloudakis, F.F.; Roumpos, C.P.; Karlopoulos, E.C. and Koukouzas, N.K. (2018). Planning and Implementing Surface Mines Reclamation Works under the New EU Strategy for the Transition of Lignite Intensive Regions to a Post-mining Era. Conference: Mine Closure 2018 (12th International Conference on Mine Closure). At: Leipzig, Germany.
  - Pavloudakis, F & Agioutantis, Z 2008, 'Using environmental permits for boosting the environmental performance of large-scale lignite surface mining activities in Greece'. 2008 National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation, Richmond VA, 'New Opportunities to Apply Our Science', June 14-19, 2008.
  - Pathranarakul P. (2006), *An Integrated Approach to Natural Disaster Management: Public Project Management and Its Critical Success Factors*

- Platis, P, Papachristou, T, Spanos, I, Meliadis, I, Kazantzidis, S, Chalivopoulos, G, Yiaktzidis, G & Mantzanas, K 2011, Technical study for the restoration of vegetation in Ptolemais mining area, Kozani County, in the frame of the Environmental Impact Assessment procedure (in Greek). National Foundation of Agricultural Research – Research Institute of Forests, Thessaloniki, 209 p.
- Profitou – Athanasiadou, D, Panagiotou, E & Misopolinos, N 2010, Agricultural and techno-economic study for the utilization of restored land of Ptolemais and Amynteon surface lignite mines (in Greek). Aristotle University of Thessaloniki – School of Veterinary, 173 p.
- Roumpos C, Spanidis, PM, Pavloudakis F. Land reclamation planning of continuous surface lignite mines in closure phase: A risk-based investigation. Proc. of the 14th International Symposium of Continuous Surface Mining (ISCSM), 23-26 September 2018, Thessaloniki, Greece.
- Roumpos C, Papacosta E. Strategic mine planning of surface mining projects incorporating sustainability concepts, Proc. 6th International Conference on Sustainable Development in the Minerals Industry (SDIMI 2013), 30 June – 3 July 2013, Milos Island, Greece: 645-651.
- Roumpos C, Spanidis F. A project management approach to open - pit lignite mine planning and exploitation [open-pit project management]. World Coal (April 2003 issue): pp. 55-61.
- Vlachos Th, Kakalis A. Implementation of contingency plans and business continuity plans at PPC’s lignite mines, Safe Kozani new technologies and civil protection conference 31 Oct.- 3 Nov. 2018, Kozani, Greece.
- Van Westen C.J., Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management, Earth Systems and Environmental Sciences, March 2013.
- Ιστοσελίδα ΔΕΗ (<https://www.ppcgroup.com/el/>)
- Ιστοσελίδα ΕΛΣΤΑΤ (<https://www.statistics.gr/>)