



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ»**

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΣΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΛΙΓΝΙΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Ι. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ

Διπλ. Μηχανικός Μεταλλείων Μεταλλουργός Ε.Μ.Π.

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΔΑΜ

Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2017

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Ι. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ

Διπλ. Μηχανικός Μεταλλείων Μεταλλουργός Ε.Μ.Π.

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΣΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΛΙΓΝΙΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Δρ. Αικατερίνη Αδάμ, Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Δρ. Γεώργιος Παναγιώτου, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Δρ. Κωνσταντίνος Μόδης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2017

Στους γονείς μου,
για όσα με δίδαξαν,
μα περισσότερο,
γι' αυτά που με άφησαν
να μάθω μόνος.

τῆς σῆς λατρείας τὴν ἐμὴν δυσπραξίαν,
σαφῶς ἐπίστασ', οὐκ ἂν ἀλλάξαιμ' ἐγώ.
κρεῖσσον γὰρ οἶμαι τῆδε λατρεύειν πέτρα
ἢ πατρὶ φύναι Ζηνὶ πιστὸν ἄγγελον.

Προμηθεὺς Δεσμώτης

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος «Γεωπληροφορική» του τμήματος Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, με Τριμελή Επιτροπή αποτελούμενη από την Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π. Αικατερίνη Αδάμ (επιβλέπουσα), τον Καθηγητή Ε.Μ.Π. Γεώργιο Παναγιώτου και τον Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π. Κωνσταντίνο Μόδη.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας Επίκουρη Καθηγήτρια Α. Αδάμ για το αμείωτο ενδιαφέρον και την επιστημονική υποστήριξη που μου παρείχε κατά την εκπόνησή της. Το παρόν πόνημα αποτελεί αποτέλεσμα της αρμονικής και εποικοδομητικής συνεργασίας που είχαμε κατά τη διάρκεια της συγγραφής του.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της Τριμελούς Επιτροπής, τον Καθηγητή Γ. Παναγιώτου και τον Αναπληρωτή Καθηγητή Κ. Μόδη. Ο κ. Παναγιώτου επέδειξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το ξεκίνημα των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Γεωπληροφορική», ενώ παρακολουθώντας, στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού, το μάθημα «Εφαρμογές Γεωστατιστικής στις Γεωλογικές Επιστήμες», διδάσκων του οποίου είναι ο κ. Μόδης, απέκτησα γνώσεις που εφάρμοσα κατά τη συγγραφή της διπλωματικής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον φίλο και συνάδελφό μου, Νικόλαο Σταθόπουλο, MSc Μηχανικό Μεταλλείων – Μεταλλουργό, για τη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την εφαρμογή του προγράμματος ArcGIS. Η ιδέα της χαρτογραφικής υπέρθεσης διαμορφώθηκε και εμπλουτίστηκε κατά τη διάρκεια των συζητήσεών μας για τον τρόπο προσέγγισης του θέματος.

Θερμές ευχαριστίες θέλω να εκφράσω στον Διευθυντή του Κλάδου Μεταλλευτικών Μελετών της Δ.Ε.Η. Α.Ε., Δρ. Χ. Ρούμπο. Το αμέριστο ενδιαφέρον και η συνεχής υποστήριξή του αποτέλεσε για μένα στήριγμα σε

κάθε δυσκολία που αντιμετώπισα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου ενώ η απόφασή μου να παρακολουθήσω το μεταπτυχιακό πρόγραμμα οφείλεται στις συνεχείς παραινέσεις του για διαρκή επιμόρφωση και εκπαίδευση. Η επιστημονική του συμβολή κατά τη συγγραφή της διπλωματικής εργασίας, σε όλα τα στάδια αυτής, υπήρξε καταλυτική και κομβικής σημασίας. Επιπλέον, οι γνώσεις και οι εμπειρίες που έχω αποκομίσει κατά τη δεκαετή συνεργασία μας αποτέλεσε τη βάση για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να κάνω αναφορά σε όσους ανέχτηκαν το άγχος μου και επέδειξαν υπομονή και κατανόηση καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος, με τη βεβαιότητα ότι δεν χρειάζεται να τους κατονομάσω. Γνωρίζουν ποιοι είναι και τους ευχαριστώ.

Νικόλας Ι. Παρασκευής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	i
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vi
Περίληψη	1
Abstract.....	2
Εισαγωγή.....	3
1. ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ	6
1.1. ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ	6
1.2. ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ	8
1.2.1. Εισαγωγή στο ζήτημα της βιώσιμης ανάπτυξης	8
1.2.2. Βιωσιμότητα και ΟΠΥ	13
1.3. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΠΥ 16	
1.3.1. Η ευρωπαϊκή πολιτική για τις ΟΠΥ	16
1.3.2. Ελληνική εξορυκτική βιομηχανία και βιώσιμη ανάπτυξη. Αναπτυξιακές δυνατότητες.....	18
1.3.3. Εθνική πολιτική για τη βιώσιμη αξιοποίηση ΟΠΥ.	21
2. ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ - ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΟΠΥ	23
2.1. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ.....	24
2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΩΝ ΦΟΡΕΩΝ	28
2.2.1. Εργαζόμενοι	28
2.2.2. Εργατικές ενώσεις	29
2.2.3. Εργολάβοι	29
2.2.4. Προμηθευτές	29
2.2.5. Πελάτες.....	30
2.2.6. Μέτοχοι.....	30
2.2.7. Πιστωτές.....	30
2.2.8. Ασφαλιστικές εταιρείες.....	30
2.2.9. Τοπικές κοινωνίες.....	31
2.2.10. Τοπικές αρχές	31
2.2.11. Κυβέρνηση	31
2.2.12. Μη κυβερνητικές οργανώσεις	32
2.3. ΘΕΜΑΤΑ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ.....	33
2.3.1. Οικονομικά θέματα	33
2.3.2. Περιβαλλοντικά θέματα.....	34
2.3.3. Κοινωνικά θέματα	35
2.4. ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΠΥ 37	
2.4.1. Κατάλληλος αρχικός σχεδιασμός - προγραμματισμός.....	37
2.4.2. Βελτίωση περιβαλλοντικής διαχείρισης	39
2.4.3. Βελτίωση διαχείρισης αγόνων υλικών και αποβλήτων	40
2.4.4. Αντιμετώπιση των αναγκών και απαιτήσεων των τοπικών κοινοτήτων και των εμπλεκόμενων φορέων	41
2.4.5. Σύναψη συνεργασιών	42
2.4.6. Έμφαση στην εκπαίδευση	42

2.5. ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	44
2.5.1. Γνώση του κοιτάσματος.....	45
2.5.2. Αλληλεπιδράσεις του έργου με την τοπική κοινωνία.....	45
2.5.3. Επιλογή θέσης και ισχύος μονάδας επεξεργασίας	45
2.5.4. Επιλογή θέσης αρχικής διάνοιξης και μακροπρόθεσμος σχεδιασμός	45
2.5.5. Προγραμματισμός πρόσκτησης εδαφών	46
2.5.6. Προγραμματισμός αρχαιολογικών ερευνών	46
2.5.7. Διαχείριση τεχνικών έργων	46
2.5.8. Επιλογή μεθόδου εκμετάλλευσης	47
2.6. ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	48
2.6.1. Γενικά χαρακτηριστικά δεικτών - Ελάχιστες απαιτήσεις.....	49
2.6.2. Συστήματα δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης στην εξορυκτική βιομηχανία	50
2.6.2.1. Global Reporting Initiative	51
2.6.2.2. Raw Materials Supply Group.....	52
2.6.2.3. Sustainable Minerals Roundtable.....	55
2.6.2.4. Mining Minerals and Sustainable Development.....	57
2.6.2.5. Δείκτες Βιώσιμης Ανάπτυξης του Συνδέσμου Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων	60
2.6.3. Σύνοψη δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης για την αξιολόγηση εξορυκτικών δραστηριοτήτων	62
2.6.3.1. Σύνοψη περιβαλλοντικών δεικτών.....	62
2.6.3.2. Σύνοψη οικονομικών δεικτών	63
2.6.3.3. Σύνοψη κοινωνικών δεικτών.....	63
3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΛΙΓΝΙΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ	65
3.1. Ο ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	66
3.2. ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	68
3.3. ΟΡΥΧΕΙΑ ΛΚΔΜ.....	70
3.3.1. Ορυχείο Νοτίου Πεδίου.....	70
3.3.2. ΝΔ Πεδίο	71
3.3.3. Ορυχείο Μαυροπηγής	72
3.3.4. Ορυχείο Αμυνταίου	73
3.3.5. Ορυχείο Λακκιάς.....	73
3.4. ΚΟΙΤΑΣΜΑ ΚΟΜΝΗΝΩΝ - ΜΕΣΟΒΟΥΝΟΥ	76
3.4.1. Γεωγραφία.....	76
3.4.2. Γεωλογία ευρύτερης περιοχής.....	77
3.4.3. Κοιτασματολογική έρευνα – αξιολόγηση γεωτρήσεων.....	81
3.4.4. Κοιτασματολογικά στοιχεία	83
3.4.4.1. Όρια και έκταση κοιτάσματος - Αποθέματα λιγνίτη - ποσότητες αγόνων - σχέση εκμετάλλευσης.....	83
3.4.4.2. Μορφολογία κοιτάσματος	84
3.4.4.3. Βασικά χαρακτηριστικά λιγνίτη	88
3.4.5. Απαιτούμενες εκτάσεις για την εξορυκτική δραστηριότητα – Κάλυψη γης	88
3.5. ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GIS	91
3.5.1. Χωρική μεταβολή πάχους λιγνίτη	93

3.5.2.	Χωρική μεταβολή σχέσης εκμετάλλευσης	97
3.5.3.	Χωρική μεταβολή Κατώτερης Θερμογόνου Ικανότητας	100
3.5.4.	Χωρική μεταβολή πάχους σκληρών σχηματισμών	103
3.5.5.	Χωρική ανάλυση και αξιολόγηση κοιτάσματος με χαρτογραφική υπέρθεση.....	106
3.5.5.1.	Χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος με μη σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση.....	107
3.5.5.2.	Χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος με σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση.....	108
3.5.5.3.	Χάρτης αποκλίσεων χωρικού δείκτη ποιότητας κοιτάσματος μεταξύ μη σταθμισμένης και σταθμισμένης χαρτογραφικής υπέρθεσης	115
3.6.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΚΟΙΤΑΣΜΑ ΚΟΜΝΗΝΩΝ - ΜΕΣΟΒΟΥΝΟΥ	117
3.6.1.	Περιβαλλοντικοί δείκτες	118
3.6.1.1.	Απόσταση από δίκτυο Natura 2000.....	118
3.6.1.2.	Αποκατάσταση εδαφών.....	120
3.6.1.3.	Ποιότητα καυσίμου	123
3.6.2.	Οικονομικοί δείκτες.....	124
3.6.2.1.	Απόθεμα.....	124
3.6.2.2.	Σχέση εκμετάλλευσης	126
3.6.2.3.	Απόθεση αγόνων υλικών.....	126
3.6.2.4.	Απόσταση από ΑΗΣ	128
3.6.3.	Κοινωνικοί δείκτες.....	130
3.6.3.1.	Απασχόληση	131
3.6.3.2.	Απαλλοτρίωση οικισμών	132
3.6.4.	Αποτίμηση δεικτών	135
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	139
	ΠΗΓΕΣ	144

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Δέκα αρχές για βιώσιμη ανάπτυξη (ICMM, 2008).....	15
Πίνακας 2: Απαραίτητοι παράγοντες για την ανάπτυξη αποτελεσματικού πλαισίου Δεικτών Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΔΒΑ) (Ogan et al, 2016)	25
Πίνακας 3: Δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης RMSG στην εξορυκτική, μη ενεργειακή βιομηχανία (επίπεδο κρατών - μελών). EU Non-Energy Extractive Industry — Sustainable Development Indicators 2001-2003.....	53
Πίνακας 4: Δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης RMSG στην εξορυκτική, μη ενεργειακή βιομηχανία (επίπεδο εταιρείας). EU Non-Energy Extractive Industry — Sustainable Development Indicators 2001-2003.....	54
Πίνακας 5: Κριτήρια – υποκριτήρια και στόχοι σύμφωνα με τη SMR	56
Πίνακας 6: Επτά ερωτήσεις για τη βιωσιμότητα.....	58
Πίνακας 7: Κώδικας Αρχών Βιώσιμης Ανάπτυξης ΣΜΕ	60
Πίνακας 8: Δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης ΣΜΕ (2014-2015).....	61
Πίνακας 9: Εκμεταλλεύσιμα αποθέματα (1.1.2016) εν λειτουργία ορυχείων του ΛΚΔΜ.....	74
Πίνακας 10: Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος Κορνηνών.....	88
Πίνακας 11: Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος Μεσοβούνου.....	88
Πίνακας 12: Εκτάσεις ανά τύπο κάλυψης γης σύμφωνα με το CORINE 201290.....	92
Πίνακας 13: Αποτελέσματα αξιολόγησης γεωτρήσεων (τμήμα πίνακα).....	92
Πίνακας 14: Κλάσεις λιγνίτη.....	95
Πίνακας 15: Κλάσεις σχέσης εκμετάλλευσης.....	98
Πίνακας 16: Κλάσεις ΚΘΙ	101
Πίνακας 17: Κλάσεις σκληρών σχηματισμών	105
Πίνακας 18: Θεμελιώδης κλίμακα σύγκρισης (Saaty, 1977).....	110
Πίνακας 19: Παράμετροι μαθηματικού μοντέλου για τον υπολογισμό της εκμεταλλευσιμότητας κοιτάσματος	111
Πίνακας 20: Αριθμητικά δεδομένα εφαρμογής για την εκμεταλλευσιμότητα του κοιτάσματος Κορνηνών - Μεσοβούνου.....	112
Πίνακας 21: Μεταβολή του μέτρου εκμεταλλευσιμότητας λόγω της μεταβολής της αντίστοιχης τιμής της παραμέτρου.	113
Πίνακας 22: Λόγος μεταξύ τεσσάρων χωρικών δεικτών.....	113
Πίνακας 23: Σύγκριση ανά ζεύγη και συντελεστές βαρύτητας δεικτών.....	113
Πίνακας 24: Περιβαλλοντικός δείκτης «Απόσταση από δίκτυο Natura 2000»	120
Πίνακας 25: Κάλυψη γης πριν από την έναρξη της εξορυκτικής δραστηριότητας και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών αποκατάστασης..	122
Πίνακας 26: Περιβαλλοντικός δείκτης «Αποκατάσταση εδαφών».....	123
Πίνακας 27: Περιβαλλοντικός δείκτης «Ποιότητα καυσίμου»	124
Πίνακας 28: Οικονομικός δείκτης «Απόθεμα»	125
Πίνακας 29: Οικονομικός δείκτης «Σχέση εκμετάλλευσης».....	126
Πίνακας 30: Οικονομικός δείκτης «Απόθεση αγόνων υλικών»	128
Πίνακας 31: Οικονομικός δείκτης «Απόσταση από ΑΗΣ»	130
Πίνακας 32: Κοινωνικός δείκτης «Απασχόληση».....	131
Πίνακας 33: Αποστάσεις πλησιέστερων οικισμών	132
Πίνακας 34: Κοινωνικός δείκτης «Απασχόληση οικισμών».....	134
Πίνακας 35: Αποτίμηση δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης.....	135
Πίνακας 36: Αποτελέσματα αποκλίσεων τιμών συνολικού δείκτη.....	138

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Οι τρεις διαστάσεις του όρου «Βιώσιμη ανάπτυξη»(Μούχλια, 2015)	11
Σχήμα 2: Στοιχεία – κλειδιά για ένα αποτελεσματικό πλαίσιο διαχείρισης.....	26
Σχήμα 3: Παράγοντες αξιοποίησης ενός κοιτάσματος	44
Σχήμα 4: Αλληλουχία ενεργειών για τον προσδιορισμό δεικτών (MMSD, 2002)	59
Σχήμα 5: Αποθέματα λιγνίτη στην Ελλάδα.....	67
Σχήμα 6: Γενικό σχέδιο ορυχείου Νοτίου Πεδίου	70
Σχήμα 7: Γενικό σχέδιο ορυχείου ΝΔ Πεδίου	71
Σχήμα 8: Γενικό σχέδιο ορυχείου Μαυροπηγής.....	72
Σχήμα 9: Γενικό σχέδιο ορυχείων Αμυνταίου – Λακκιάς	73
Σχήμα 10: Λιγνιτωρυχεία και κοιτάσματα στην περιοχή της Πτολεμαΐδας.....	75
Σχήμα 11: Θέση κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου.....	77
Σχήμα 12: Στρωματογραφική στήλη περιοχής Κομνηνών – Μεσοβούνου	78
Σχήμα 13: Γεωλογικός χάρτης περιοχής (σύνθεση φύλλων «Πύργοι» - «Πτολεμαΐδα»	80
Σχήμα 14: Υπόμνημα γεωλογικού χάρτη	81
Σχήμα 15: Θέσεις γεωτρήσεων – Ισοϋψείς καμπύλες περιοχής	83
Σχήμα 16: Τεχνική οροφή κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου	85
Σχήμα 17: Τεχνικό δάπεδο κοιτάσματος Κομνηνών - Μεσοβούνου.....	86
Σχήμα 18: Χωρική κατανομή πάχους αγόνων υλικών.....	87
Σχήμα 19: Κάλυψης γης εξορυκτικής δραστηριότητας.....	89
Σχήμα 20: Ποσοστά ανά τύπο κάλυψης γης.....	90
Σχήμα 21: Ισομετρικές καμπύλες πάχους λιγνίτη (m) στο κοιτάσμα	94
Σχήμα 22: Χάρτης χωρικής μεταβολής πάχους λιγνίτη.....	95
Σχήμα 23: Κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος ανάλογα με το πάχος λιγνίτη.....	96
Σχήμα 24: Ισομετρικές καμπύλες σχέσης εκμετάλλευσης (m^3/t)	97
Σχήμα 25: Χάρτης χωρικής μεταβολής σχέσης εκμετάλλευσης	98
Σχήμα 26: Κατηγοριοποίηση κοιτάσματος ανάλογα με τη σχέση εκμετάλλευσης	99
Σχήμα 27: Ισομετρικές καμπύλες ΚΘΙ (kcal/kg)	100
Σχήμα 28: Χάρτης χωρικής μεταβολής ΚΘΙ	101
Σχήμα 29: Κατηγοριοποίηση κοιτάσματος ανάλογα με τη ΚΘΙ.....	102
Σχήμα 30: Ισομετρικές καμπύλες σκληρών σχηματισμών (m)	103
Σχήμα 31: Χάρτης χωρικής μεταβολής πάχους σκληρών σχηματισμών	104
Σχήμα 32: Κατηγοριοποίηση κοιτάσματος	105
Σχήμα 33: Υπέρθυση εικόνων (raster overlay).....	106
Σχήμα 34: Χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου,	108
Σχήμα 35: Χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου,	114
Σχήμα 36: Χάρτης αποκλίσεων χωρικού δείκτη ποιότητας κοιτάσματος.....	115
Σχήμα 37: Αποστάσεις εξορυκτικών δραστηριοτήτων κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου από το δίκτυο Natura 2000.....	119
Σχήμα 38: Χάρτης αποκατάστασης εδαφών μετά την ολοκλήρωση της εξορυκτικής δραστηριότητας.....	122
Σχήμα 39: Χώροι εσωτερικής – εξωτερικής απόθεσης κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου	128

Σχήμα 40: Ενδεικτική διαδρομή λιγνίτη από το ορυχείο Κομνηνών – Μεσοβούνου στον ΑΗΣ Αμυνταίου	129
Σχήμα 41: Αποστάσεις εξορυκτικών δραστηριοτήτων κοιτάσματος Κομνηνών –Μεσοβούνου από τους πλησιέστερους οικισμούς.....	133
Σχήμα 42: Γραφική απεικόνιση δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης για το κοίτασμα Κομνηνών – Μεσόβουνο.....	136

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, η βιώσιμη ανάπτυξη έχει αναδειχθεί ως ένας από τους κυριότερους στόχους των περισσότερων παραγωγικών δραστηριοτήτων του ανθρώπινου πολιτισμού. Η ένταση διάφορων κοινωνικών και φυσικών φαινομένων (κλιματική αλλαγή, φαινόμενο θερμοκηπίου, παγκόσμια φτώχεια, υπερεκμετάλλευση και εξάντληση φυσικών πόρων, διόγκωση αστικών κέντρων, καταπάτηση ανθρώπινων δικαιωμάτων κ.α.) έχει ενισχύσει τη θεώρηση ότι η αναστροφή του αρνητικού κλίματος που επικρατεί σε παγκόσμιο επίπεδο είναι εφικτή, μόνο εάν οι ανθρώπινες δραστηριότητες πραγματοποιούνται με όρους βιωσιμότητας και για τους τρεις πυλώνες της ανάπτυξης, δηλ. την κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ευημερία και την πρόοδο των σύγχρονων κοινωνιών είναι η επεξεργασία και η χρήση των Ορυκτών Πρώτων Υλών, σύμφωνα με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, η οποία, στο πλαίσιο της εξορυκτικής βιομηχανίας, αποσκοπεί στη συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιδόσεών της. Η αποτίμηση της βιώσιμης ανάπτυξης μιας εξορυκτικής δραστηριότητας μπορεί να προσδιοριστεί με κατάλληλους δείκτες.

Στην παρούσα εργασία αναλύθηκε ένα λιγνιτικό κοιτάσμα, που απαντά στη Δυτική Ελλάδα, με χρήση χωρικών δεικτών και αξιολογήθηκε η βιωσιμότητα των εξορυκτικών δραστηριοτήτων για την εκμετάλλευσή του, μέσω καταλλήλων δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης. Αρχικά, με τη χρήση κατάλληλων χωρικών δεικτών και χαρτογραφική υπέρθεση πραγματοποιήθηκε η χωρική ανάλυση και αξιολόγηση του κοιτάσματος και διαμορφώθηκε ένας συνολικός χωρικός δείκτης για την αποτίμηση της ποιότητάς του, ο οποίος κατατάσσει τον λιγνίτη σε ζώνες εκμεταλλευσιμότητας. Έπειτα, διαμορφώθηκε και εφαρμόστηκε ένα σύνολο δεικτών, ώστε να εξεταστεί και να αξιολογηθεί η συμβατότητα του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, μέσω ενός συνολικού, συνδυαστικού δείκτη.

Abstract

In recent years, sustainable development constitutes one of the main objectives of most production activities of human culture. The intensity of various phenomena (climate change, global warming, global poverty, overexploitation and depletion of natural resources, expansion of urban centers, violation of human rights, etc.) has enhanced the view that the reversal of the negative situation prevailing worldwide is feasible, only if human activities are carried out with sustainability terms.

A prerequisite for the prosperity and progress of modern societies is the processing and use of Mineral Resources in accordance with the principles of sustainable development, which, in mining industry, aims to continuously improve the environmental, economic and social performance. Measure to assess the viability of a mining activity are the sustainable development indicators.

In this study, the assessment of the environmental, economic and social performance of mining activities examined through appropriate sustainable development indicators. Specifically the viability of a lignite deposit is evaluated. Initially, using appropriate indicators held spatial evaluation of the deposit and then a framework of sustainable development indicators formulated and implemented to investigate the viability of the deposit.

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η **χωρική ανάλυση και αξιολόγηση ενός λιγνιτικού κοιτάσματος** καθώς και η **διαμόρφωση ενός πλαισίου δεικτών, ώστε να αξιολογηθεί και να εξεταστεί η συμβατότητα του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης**, με τη βοήθεια Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ - GIS).

Σε πρώτο στάδιο αναλύονται όροι, όπως Ορυκτές Πρώτες Ύλες και Εξορυκτική Βιομηχανία, Βιώσιμη Ανάπτυξη, Δείκτες Βιώσιμης Ανάπτυξης, Βιωσιμότητα και Εξορυκτικές Δραστηριότητες. Έπειτα, βάσει των παραπάνω, προτάθηκαν και εφαρμόστηκαν κατάλληλα πλαίσια δεικτών χωρικής ανάλυσης - αξιολόγησης και βιώσιμης ανάπτυξης για την αξιοποίηση λιγνιτικών κοιτασμάτων. Παρακάτω, παρουσιάζεται περιληπτικά η διάρθρωση της εργασίας.

Στο **Κεφάλαιο 1 (Ορυκτές Πρώτες Ύλες και Βιώσιμη Ανάπτυξη)** πραγματοποιείται μια γενική αναφορά στο ζήτημα της βιώσιμης ανάπτυξης. Αρχικά, επισημαίνεται η σημαντικότητα των Ορυκτών Πρώτων Υλών (ΟΠΥ) για την ευημερία των σύγχρονων κοινωνιών και την πρόοδό τους. Ακολουθεί μια εισαγωγή για το πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης με ένα σύντομο ιστορικό και αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο το ως άνω πλαίσιο επηρεάζει τις εξορυκτικές δραστηριότητες. Τέλος, παρουσιάζεται η πολιτική που ακολουθείται σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο για τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΟΠΥ.

Στο **Κεφάλαιο 2 (Βιωσιμότητα και Εξορυκτική Βιομηχανία - Δείκτες Βιώσιμης Ανάπτυξης ΟΠΥ)** τονίζεται η σημασία της χρήσης δεικτών για την αξιολόγηση των επιδόσεων (περιβαλλοντικών, κοινωνικών, οικονομικών) των εξορυκτικών δραστηριοτήτων και κατ' επέκταση της αξιολόγησης κατά πόσον αυτές ικανοποιούν τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης. Αναφέρονται οι διάφοροι φορείς που επηρεάζονται και εμπλέκονται κατά την εξορυκτική δραστηριότητα, τα βασικά θέματα βιώσιμης ανάπτυξης που απασχολούν τον

εξορυκτικό τομέα και οι κατευθυντήριες γραμμές για τη βελτίωση της βιώσιμης απόδοσης του τομέα. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται συνοπτικά μερικά από τα κυριότερα συστήματα δεικτών για την αποτίμηση των εξορυκτικών δραστηριοτήτων και τέλος συγκεντρώνεται ένα σύνολο δεικτών, που εφαρμόζονται διεθνώς με τους οποίους μπορεί να αξιολογηθεί και να αποτιμηθεί η βιώσιμη ανάπτυξη εξορυκτικών δραστηριοτήτων.

Στο **Κεφάλαιο 3 (Εφαρμογή Δεικτών για την Αξιοποίηση Λιγνιτικών Κοιτασμάτων)** γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των λιγνιτωρυχείων του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας και έπειτα παρουσιάζεται αναλυτικά το κοιτάσμα Κομνηνών – Μεσοβούνου, στο οποίο θα εφαρμοστούν οι δείκτες χωρικής ανάλυσης – αξιολόγησης και βιώσιμης ανάπτυξης. Με χρήση του λογισμικού ArcGIS προκύπτουν βασικές πληροφορίες για το κοιτάσμα (θέση, γεωμορφολογία, γεωλογία, κοιτασματολογία, ζώνες Natura, κάλυψη γης).

Σε πρώτο στάδιο, πραγματοποιείται **χωρική ανάλυση και αξιολόγηση του κοιτάσματος, με τη σύνθεση τεσσάρων χωρικών δεικτών, με κατάλληλη επεξεργασία μέσω εφαρμογών του ArcGIS**. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η επίδραση αυτών των δεικτών (πάχος λιγνίτη, σχέση εκμετάλλευσης, Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα και πάχος σκληρών σχηματισμών) στην εκμεταλλευσιμότητα του κοιτάσματος. Μέσω της σύνθεσης των τεσσάρων δεικτών, υπολογίζεται **ένας συνολικός, χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος**, με τη μέθοδο της μη σταθμισμένης και της σταθμισμένης (Μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης) χαρτογραφικής υπέρθεσης και πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Σε δεύτερο στάδιο, προτείνεται **ένα σύνολο τριών Περιβαλλοντικών («Απόσταση από δίκτυο Natura 2000», «Αποκατάσταση εδαφών» και «Ποιότητα καυσίμου»), τεσσάρων Οικονομικών («Απόθεμα», «Σχέση εκμετάλλευσης», «Απόθεση αγόνων υλικών» και «Απόσταση από ΑΗΣ») και δύο Κοινωνικών («Απασχόληση» και «Απαλλοτρίωση οικισμών») Δεικτών Βιώσιμης Ανάπτυξης για να διερευνηθεί η συμβατότητα του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.**

Οι δείκτες αυτοί διατυπώνονται ποσοτικά και στην συνέχεια διενεργείται μία πολυκριτηριακή ανάλυση για τον υπολογισμό **ενός Συνολικού Δείκτη Βιώσιμης Ανάπτυξης**, ο οποίος θα περιλαμβάνει όλους τους επιμέρους. Στη συνέχεια, εξετάζονται διάφορα σενάρια, με σκοπό να προσδιοριστεί ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζουν οι επιμέρους δείκτες τη διαμόρφωση του αποτελέσματος.

Τέλος, στο **Κεφάλαιο 4** αναφέρονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν κατά την παρούσα εργασία και αναλύονται οι δυνατότητες που προκύπτουν για περαιτέρω έρευνα.

1. ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

1.1. ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

Η επεξεργασία και η χρήση των Ορυκτών Πρώτων Υλών (ΟΠΥ) αποτελεί ορόσημο στην εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού. Είναι χαρακτηριστικό το σύστημα τριών εποχών (λίθινη εποχή, εποχή του χαλκού, εποχή του σιδήρου) για την ταξινόμηση της ανθρώπινης προϊστορίας σε τρεις διαδοχικές χρονικές περιόδους, οι οποίες ονομάστηκαν με αυτόν τον τρόπο από το αντίστοιχο υλικό που χρησιμοποιείτο για την κατασκευή εργαλείων.

Η επάρκεια των ΟΠΥ αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη βιώσιμη λειτουργία, την ευημερία και την πρόοδο των σύγχρονων κοινωνιών. Η επαρκής προμήθεια ορυκτών πρώτων υλών είναι κομβικής σημασίας για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη μιας χώρας. Τομείς όπως οι δομικές κατασκευές, τα χημικά προϊόντα, η αυτοκινητοβιομηχανία, η ενέργεια, οι ανανεώσιμες πηγές, οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές εξαρτώνται αποκλειστικά από την διαθεσιμότητα των ΟΠΥ. Λόγω της αύξησης της κατανάλωσης στις αναπτυσσόμενες οικονομίες αναμένεται να αυξηθεί και η ζήτηση για ΟΠΥ τα επόμενα χρόνια.

Η εξορυκτική βιομηχανία καλείται να καλύψει τις ανάγκες σε ΟΠΥ διεθνώς. Αυτό όμως, πρέπει να πραγματοποιηθεί εντός ενός σύνθετου πλαισίου που διαμορφώνεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση σε ορυκτά, τα περιβαλλοντικά ζητήματα που έχουν αντίκτυπο στο κοινωνικό πρόσωπο της δραστηριότητας, οι συγκρούσεις σε θέματα χρήσεων γης, η παγκόσμια οικονομική ύφεση καθώς και θέματα γεωπολιτικής φύσης. Για τους παραπάνω λόγους, απαιτείται ο καθορισμός ενός μεσομακροπρόθεσμου στρατηγικού σχεδίου με στόχο τον χωροταξικό σχεδιασμό και τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΟΠΥ.

Η έκθεση Brundtland (1987) και η δημοσίευση της Agenda 21 (Rio Declaration on Environment and Development, 1992) εδραίωσαν την έννοια της βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης σε παγκόσμια κλίμακα, καθιστώντας την στόχο των περισσότερων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και συνέδεσαν με ισότιμους ρόλους, την προστασία του περιβάλλοντος με την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Στο πλαίσιο αυτό η επεξεργασία και η χρήση των ΟΠΥ πρέπει να πραγματοποιείται με όρους βιωσιμότητας και παράλληλη και ισότιμη οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική ανάπτυξη.

1.2. ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

1.2.1. Εισαγωγή στο ζήτημα της βιώσιμης ανάπτυξης

Η βιώσιμη ανάπτυξη και η προστασία του περιβάλλοντος είναι έννοιες που απασχολούν την παγκόσμια κοινότητα εδώ και δεκαετίες, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια, λόγω της αυξημένης έντασης φαινομένων όπως η κλιματική αλλαγή, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η διόγκωση των αστικών κέντρων και η υπερεκμετάλλευση και εξάντληση των φυσικών πόρων. Η Σύνοδος του ΟΗΕ για το Περιβάλλον που πραγματοποιήθηκε το 1972 στη Στοκχόλμη, ανέδειξε τη σημασία του περιβάλλοντος σε παγκόσμια κλίμακα. Η Σύνοδος είχε ως αποτέλεσμα την ίδρυση του προγράμματος του ΟΗΕ για το Περιβάλλον (United Nations Environment Programme, UNEP), το οποίο συντονίζει τις περιβαλλοντικές δραστηριότητες των Ηνωμένων Εθνών, βοηθά τις αναπτυσσόμενες χώρες να υιοθετήσουν ισχυρές περιβαλλοντολογικές πολιτικές και ενισχύει την αειφόρο ανάπτυξη μέσω περιβαλλοντολογικών πρακτικών (UNEP, 1972).

Το έτος 1983 συστήθηκε η Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission on Environment and Development), υπό την Υπουργό Περιβάλλοντος της Νορβηγίας Brundtland (επιτροπή Brundtland), προκειμένου να επανεξετάσει τα σημαντικά προβλήματα του περιβάλλοντος και της ανάπτυξης στον πλανήτη και να διαμορφώσει πραγματοποιήσιμες προτάσεις για την επίλυσή τους. Το έτος 1987 ολοκληρώθηκε η έρευνα της Επιτροπής και εκδόθηκε η έκθεση με τίτλο «Το κοινό μας μέλλον» (Our Common Future, 1987), στην οποία για πρώτη φορά ορίστηκε η **«Βιώσιμη ή αειφόρος ανάπτυξη»**, ως η ανάπτυξη, η οποία ικανοποιεί τις ανάγκες των σημερινών γενεών χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες. Αυτό σημαίνει ότι οι μελλοντικές γενεές έχουν δικαιώματα για τη χρήση των φυσικών πόρων και η παρούσα γενιά έχει την υποχρέωση να συμπεριλαμβάνει τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών στη λήψη των αποφάσεων. Η έκθεση αυτή συνέδεσε

για πρώτη φορά την προστασία του περιβάλλοντος με την οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική ευημερία και ευμάρεια, και αποτέλεσε το έναυσμα για την εδραίωση της βιώσιμης ανάπτυξης, ως ζήτημα προτεραιότητας των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων.

Το έτος 1992 πραγματοποιήθηκε από τον ΟΗΕ στο Ρίο ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας, η παγκόσμια διάσκεψη με θέμα «Περιβάλλον και Ανάπτυξη». Το κυριότερο αποτέλεσμα της διάσκεψης ήταν η σύνταξη μιας έκθεσης με τίτλο «Agenda 21», δηλαδή ενός σχεδίου δράσης σε τοπικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, με σκοπό την υιοθέτηση βασικών αρχών βιώσιμης ανάπτυξης στο σύνολο των τομέων της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Η Διάσκεψη της Χιλιετίας της Γενικής Συνέλευσης του ΟΗΕ που πραγματοποιήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2000 στην Νέα Υόρκη, οδήγησε στην υιοθέτηση των οκτώ Στόχων της Χιλιετίας για την Ανάπτυξη (Millennium Development Goals - MDGs). Τα MDGs περιλαμβάνουν στόχους για: α) την καταπολέμηση της φτώχειας και του υποσιτισμού, β) την καταπολέμηση του αναλφαριθμοσύ, γ) την αναβάθμιση του ρόλου των γυναικών, δ) τη μείωση της παιδικής θνησιμότητας, ε) τη βελτίωση της υγείας παιδιών σε μικρή ηλικία, στ) την καταπολέμηση του HIV, της ελονοσίας και άλλων λοιμωδών νόσων, ζ) την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και τέλος η) την προώθηση των εταιρικών σχέσεων για την ανάπτυξη. Οι οκτώ αυτοί στόχοι περιλαμβάνουν επιμέρους στόχους για την ανάπτυξη ενός διεθνούς πλαισίου για το εμπόριο και την οικονομική πολιτική που θα υποστηρίζει τη βιώσιμη παγκόσμια ανάπτυξη και ευημερία (Γαπαϊβάννου και Μαυροειδής, 2005).

Η πρόσφατη Σύνοδος του ΟΗΕ για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (Νέα Υόρκη, 25-27 Σεπτεμβρίου 2015) υπερψήφισε τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, οι οποίοι θέτουν τις βάσεις για ευημερία και ανάπτυξη σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο σε όλο τον πλανήτη για την επόμενη 15ετία. Οι 17 στόχοι (Sustainable Development Goals) έως το 2030 διαδέχονται τους 8 Στόχους Ανάπτυξης της Χιλιετίας (2000-2015). Οι νέοι 17 στόχοι, οι οποίοι δεν αφορούν μόνον τις αναπτυσσόμενες χώρες, του χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, όπως οι προηγούμενοι 8 που στρέφονταν κυρίως στον

τερματισμό της ακραίας φτώχειας σε όλες τις μορφές της στις αναπτυσσόμενες χώρες, παρουσιάζονται παρακάτω (Sustainable Development Goals, 2015):

- i) Εξάλειψη της φτώχειας παντού και σε όλες τις μορφές της.
- ii) Εξάλειψη της πείνας, διατροφική ασφάλεια και καλύτερη διατροφή, προώθηση της βιώσιμης γεωργίας.
- iii) Υγεία και ευημερία για όλους και σε κάθε ηλικία.
- iv) Καθολική, ισότιμη και ποιοτική εκπαίδευση και προώθηση ευκαιριών δια βίου μάθησης για όλους.
- v) Ισότητα των φύλων και χειραφέτηση όλων των γυναικών και των κοριτσιών.
- vi) Διαθεσιμότητα και βιώσιμη διαχείριση του νερού, πρόσβαση σε συνθήκες υγιεινής για όλους.
- vii) Καθολική πρόσβαση σε φτηνές, αξιόπιστες, βιώσιμες και σύγχρονες μορφές ενέργειας.
- viii) Διαρκής, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς οικονομική ανάπτυξη, πλήρης και παραγωγική απασχόληση και αξιοπρεπείς συνθήκες εργασίας για όλους.
- ix) Ανθεκτικές υποδομές, καθολική και βιώσιμη εκβιομηχάνιση, ενίσχυση της καινοτομίας.
- x) Μείωση της ανισότητας στο εσωτερικό και ανάμεσα στα κράτη.
- xi) Μετατροπή των πόλεων και των ανθρώπινων οικισμών σε χώρους δίχως αποκλεισμούς, ασφαλείς, ανθεκτικούς και βιώσιμους.
- xii) Βιώσιμες μέθοδοι παραγωγής και κατανάλωσης.
- xiii) Ανάληψη άμεσης δράσης για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της.
- xiv) Διατήρηση και βιώσιμη χρήση των ωκεανών, των θαλασσών και των θαλάσσιων πόρων με στόχο την βιώσιμη ανάπτυξη.
- xv) Προστασία, αποκατάσταση και προώθηση της βιώσιμης χρήσης των χερσαίων οικοσυστημάτων, βιώσιμη διαχείριση των δασών, αντιμετώπιση της ερημοποίησης και αναστολή της υποβάθμισης του εδάφους και της απώλειας της βιοποικιλότητας.

- xvi) Προώθηση ειρηνικών κοινωνιών δίχως αποκλεισμούς με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη, παροχή καθολικής πρόσβασης στη δικαιοσύνη και οικοδόμηση αποτελεσματικών, αξιόπιστων και συμμετοχικών θεσμών σε όλα τα επίπεδα.
- xvii) Ενίσχυση των μέσων εφαρμογής και ανανέωση της παγκόσμιας συμμαχίας για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Δεν υπάρχει κάποιος απλός και μοναδικός ορισμός για τον όρο «βιώσιμη ανάπτυξη». Μια ισορροπημένη και δόκιμη προσέγγιση είναι να αποδίδεται ο όρος σε μια δραστηριότητα, η οποία μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας κοινότητας ή περιοχής, ακόμα και αν αυτή η δραστηριότητα έχει περιορισμένη διάρκεια ζωής, αρκεί να δώσει το έναυσμα για τη δημιουργία νέων δραστηριοτήτων που δεν προϋπήρχαν και που μπορούν να προωθήσουν την ανάπτυξή της, ενώ ταυτόχρονα να βρίσκεται σε φάση υλοποίησης χωρίς επιπτώσεις στα οικοσυστήματα (Σωτηράκου, 2015).

Όπως είναι γνωστό, **οι τρεις πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης είναι η οικονομία, το περιβάλλον και η κοινωνία** (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Οι τρεις διαστάσεις του όρου «Βιώσιμη ανάπτυξη»(Μούχλια, 2015)

Κοινωνική βιωσιμότητα είναι η δυνατότητα ενός κοινωνικού συστήματος να λειτουργεί σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο κοινωνικής ευημερίας και αρμονίας, επ' αόριστον. Ζητήματα όπως ο πόλεμος, η φτώχεια, η αδικία και το χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης είναι συμπτώματα ενός μη-βιώσιμου, κοινωνικά, συστήματος. Σε γενικές γραμμές, η κοινωνική διάσταση της βιωσιμότητας υποστηρίζει την ιδέα της δικαιοσύνης μεταξύ των γενεών. Οι μελλοντικές γενεές έχουν το δικαίωμα στην ίδια ή και καλύτερη ποιότητα ζωής με τις σημερινές γενιές. Η έννοια αυτή περιλαμβάνει επίσης πολλά άλλα θέματα που άπτονται της κοινωνίας, όπως η περιβαλλοντική νομοθεσία, τα ανθρώπινα και εργασιακά δικαιώματα, η ισότητα στην υγεία, η ανάπτυξη των κοινοτήτων μέσω της κοινωνικής συμμετοχής, το κοινωνικό κεφάλαιο, η στήριξη της δικαιοσύνης και της κοινωνικής ευθύνης, η πολιτισμική επάρκεια, η κοινωνική ελαστικότητα και η ανθρώπινη προσαρμογή (Λαμπρινάκη και Λαμπρίδη, 2015).

Περιβαλλοντική βιωσιμότητα είναι η ικανότητα του περιβάλλοντος να υποστηρίξει ένα ορισμένο επίπεδο στην ποιότητα του, επ' αόριστον. Προκειμένου να επιτευχθεί η περιβαλλοντική βιωσιμότητα, το φυσικό περιβάλλον θα πρέπει να διατηρεί την πλήρη λειτουργικότητα και τη χρηστικότητά του για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οποιοσδήποτε ενέργειες διαταράσσουν την ισορροπία του περιβάλλοντος θα πρέπει να αποφεύγονται, αλλά εάν κρίνονται απαραίτητες θα πρέπει να περιορίζονται σε μικρότερο βαθμό. Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε ενέργειας. Ο κύριος σκοπός της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας είναι η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και επιπλέον η ενθάρρυνση της αποκατάστασης και της διατήρησης των φυσικών οικοτόπων (Λαμπρινάκη και Λαμπρίδη, 2015).

Οικονομική βιωσιμότητα είναι η ικανότητα μιας οικονομίας να υποστηρίξει ένα καθορισμένο επίπεδο οικονομικής παραγωγής, επ' αόριστον. Πραγματική βιωσιμότητα δεν προωθείται όταν λαμβάνεται υπόψη μόνο η οικονομική ανάπτυξη. Παλαιότερα, η συνήθης προσέγγιση ήταν το λεγόμενο "business as usual" που σήμαινε ότι το κέρδος ήταν η μόνη ανησυχία και ο στόχος των επιχειρήσεων (Λαμπρινάκη και Λαμπρίδη, 2015).

Πλέον, απαιτείται η οικιοθελής δέσμευση των επιχειρήσεων για την ένταξη κοινωνικών και περιβαλλοντικών δράσεων στις δραστηριότητές τους, πέρα από τις απαιτήσεις της νομοθεσίας, σε σχέση με όλους όσους, άμεσα ή έμμεσα, επηρεάζονται από αυτές (Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη, ΕΚΕ). Η ΕΚΕ είναι η ευθύνη των επιχειρήσεων για τον αντίκτυπό τους στην κοινωνία, αφορά δηλαδή την ισόρροπη αντιμετώπιση της οικονομικής, κοινωνικής και περιβαλλοντικής επίδρασης της λειτουργίας μιας επιχείρησης για οικονομική ανάπτυξη, βιωσιμότητα και κοινωνική συνοχή.

Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι ένας συνδυασμός των τριών αυτών πυλώνων. **Αν ένας από αυτούς τους πυλώνες είναι αδύναμος, τότε το σύστημα στο σύνολό του είναι μη βιώσιμο** (The Three Pillars of Sustainability, 2015).

1.2.2. Βιωσιμότητα και ΟΠΥ

Στην εξορυκτική βιομηχανία, η βιώσιμη ανάπτυξη των ΟΠΥ στοχεύει **στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων**, οι οποίες προκύπτουν κατά την εκτέλεση των εργασιών που σχετίζονται με αυτήν (Gomes et al., 2014). Σύμφωνα με τους Hilson και Murck (2000), η βιώσιμη ανάπτυξη στην εξορυκτική βιομηχανία απαιτεί μια δέσμευση για **συνεχή περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική βελτίωση κατά τις φάσεις της διερεύνησης, της λειτουργίας και της αποκατάστασης των εργασιών**.

Οι Giurco και Cooper (2012) τονίζουν ότι τα ορυκτά και τα μέταλλα έχουν βασικό ρόλο στην ευημερία των σημερινών και των μελλοντικών πολιτισμών. Ωστόσο, για να εξασφαλιστεί η επάρκειά τους, πρέπει η παραγωγή και η αξιοποίησή τους να πραγματοποιείται με τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα και σοφία, ώστε να εξασφαλιστεί ότι τα κριτήρια βιωσιμότητας και οι κοινωνικοί και περιβαλλοντικοί στόχοι διασφαλίζονται, καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής αυτών.

Η βιώσιμη ανάπτυξη των ορυκτών πρώτων υλών αντιμετωπίζει μια σειρά προκλήσεων, σε οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο. Πρόκειται

για μια βιομηχανία, στην οποία απασχολείται μεγάλος αριθμός εργαζομένων και παράγεται πλούτος, ενώ ταυτόχρονα οι εξορυκτικές διαδικασίες έχουν μία σειρά από δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως είναι η μείωση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η αλλοίωση του τοπίου και οι απειλές για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων και των πολιτών.

Είναι απαραίτητη η χάραξη ενιαίας εταιρικής στρατηγικής, ώστε να είναι δυνατή η ανταπόκριση στην πρόκληση της βιώσιμης ανάπτυξης. Για τον λόγο αυτόν, έχουν αναπτυχθεί διάφορες διεθνείς πρωτοβουλίες, όπως είναι η Στρογγυλή Τράπεζα Βιώσιμων Ορυκτών στις Ηνωμένες Πολιτείες (United States Sustainable Minerals Roundtable), η Πρωτοβουλία για Ορυκτά και Μέταλλα στον Καναδά (Canadian Minerals and Metals Initiative) και ο Σύνδεσμος Βιομηχανικών Ορυκτών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Industrial Minerals Association). Το έτος 2001, ιδρύθηκε το Διεθνές Συμβούλιο Εξόρυξης και Μετάλλων (International Council on Mining and Metals, ICMM), με στόχο τη βελτίωση των επιδόσεων των σημαντικότερων επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται διεθνώς στον τομέα της εξόρυξης. Το Συμβούλιο ανέπτυξε ένα μοντέλο (ICMM, 2008) για τη βιώσιμη ανάπτυξη, με σκοπό να διασφαλισθεί η τυποποίηση και η υιοθέτηση των πολιτικών του, μεταξύ των μελών του. Το μοντέλο ονομάστηκε Πλαίσιο Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Framework) και αποτελείται από δέκα αρχές, οι οποίες παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 1: Δέκα αρχές για βιώσιμη ανάπτυξη (ICMM, 2008)

1.	Εφαρμογή αρχών και πρακτικών επιχειρηματικής ηθικής και σύγχρονων συστημάτων εταιρικής διακυβέρνησης.
2.	Ενσωμάτωση των αρχών βιώσιμης ανάπτυξης στην εταιρική στρατηγική και στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.
3.	Σεβασμός των δικαιωμάτων, των συμφερόντων, των εθίμων, των αξιών και του πολιτισμού των εργαζομένων αλλά και των κοινοτήτων, οι οποίες επηρεάζονται από τις μεταλλευτικές δραστηριότητες.
4.	Εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών διαχείρισης κινδύνου.
5.	Επιδίωξη για συνεχή βελτίωση των επιδόσεων στον τομέα της υγείας και ασφάλειας της εργασίας.
6.	Επιδίωξη για συνεχή βελτίωση σε θέματα περιβαλλοντικών επιδόσεων (διαχείριση υδάτων, κλιματική αλλαγή, κα)
7.	Συμβολή στη διατήρηση της βιοποικιλότητας.
8.	Ανακύκλωση των προϊόντων και διάθεση αποβλήτων με υπεύθυνο τρόπο.
9.	Επιδίωξη για συνεχή βελτίωση των κοινωνικών επιδόσεων και συμβολή στην κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη των κοινοτήτων.
10.	Δημοσιοποίηση στοιχείων για την παρακολούθηση της προόδου που αφορά στις οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιδόσεις του κλάδου.

1.3. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΠΥ

1.3.1. Η ευρωπαϊκή πολιτική για τις ΟΠΥ

Η ζήτηση σε πρώτες ύλες στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπερβαίνει κατά πολύ την αντίστοιχη παραγωγή, με αποτέλεσμα η Ε.Ε. να εμφανίζεται πλήρως ή σε μεγάλο βαθμό εξαρτώμενη από εισαγωγές πρώτων υλών. Οι χώρες-μέλη της Ε.Ε. καταναλώνουν περί το 25-30% των μετάλλων που παράγονται σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ αντίθετα, η παραγωγή μετάλλων στο εσωτερικό της Ε.Ε. είναι μόνο το 3% της παγκόσμιας παραγωγής. Τα τελευταία χρόνια αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία καταναλώνουν αυξανόμενες ποσότητες πρώτων υλών με αποτέλεσμα πλέον να έχουν προσδώσει στις μεταλλευτικές τους πολιτικές έναν έντονα στρατηγικό χαρακτήρα. Μεσοπρόθεσμα, το γεγονός αυτό θα επιφέρει ανταγωνιστικές δυσκολίες στην προμήθεια των ευρωπαϊκών χωρών με πρώτες ύλες, καθώς η βιομηχανία τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις εισαγωγές αυτών των υλών. Οι όποιες πιθανές διαταραχές στον έγκαιρο κι απρόσκοπτο εφοδιασμό της ευρωπαϊκής αγοράς είναι δυνατόν να επηρεάσουν αρνητικά την οικονομία της και γενικότερα την αναπτυξιακή της πορεία.

Για τον λόγο αυτόν η Ε.Ε. άρχισε ήδη να αντιμετωπίζει ενεργά το ζήτημα της διαθεσιμότητας των αναγκαίων ορυκτών πόρων, με σκοπό τη βελτίωσή της, βασιζόμενη σε τρεις συγκεκριμένους πυλώνες (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, COM 2008/699) :

- Διασφάλιση της πρόσβασης στις πρώτες ύλες των διεθνών αγορών, κάτω από τις ίδιες προϋποθέσεις και με καθεστώς διαφάνειας για όλους τους βιομηχανικούς ανταγωνιστές.
- Θέσπιση κατάλληλου κανονιστικού πλαισίου εντός της Ε.Ε. προκειμένου να προωθηθεί η βιώσιμη παροχή των πρώτων υλών από τα κοιτάσματα ορυκτών πρώτων υλών που βρίσκονται στο

έδαφος της Ε.Ε. καθώς και δημιουργία μιας ενιαίας βάσης γεωλογικών δεδομένων.

- Ενίσχυση της συνολικής αποδοτικότητας στη χρήση των ορυκτών πόρων και προώθηση της ανακύκλωσης για να μειωθεί η κατανάλωση πρωτογενών πρώτων υλών από την Ε.Ε. και να ελαττωθεί η αντίστοιχη εξάρτηση από εισαγωγές.

Ως ενέργειες προτεραιότητας, με βάση τους παραπάνω πυλώνες ορίζονται οι εξής:

- ✓ Λήψη ολοκληρωμένων μέτρων τόσο από την Ε.Ε. όσο και από τα κράτη-μέλη ώστε να προωθηθεί περαιτέρω η εκμετάλλευση των αξιόλογων ευρωπαϊκών κοιτασμάτων ορυκτών πόρων.
- ✓ Παράλληλη ενίσχυση της τεχνογνωσίας και της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών.
- ✓ Ενθάρρυνση της διατήρησης της διαφάνειας στην παγκόσμια αγορά πρώτων υλών.
- ✓ Μείωση των αποβλήτων.
- ✓ Μέγιστη αξιοποίηση των παραγόμενων υλικών.
- ✓ Μέγιστη αποδέσμευση της παραγωγής από την κατανάλωση φυσικών πόρων.
- ✓ Προώθηση της βιώσιμης αξιοποίησης των ορυκτών πόρων και της ανακύκλωσης.
- ✓ Καθορισμό των πρώτων υλών με κρίσιμη, στρατηγική σημασία για την ΕΕ.

1.3.2. Ελληνική εξορυκτική βιομηχανία και βιώσιμη ανάπτυξη. Αναπτυξιακές δυνατότητες.

Η Ελλάδα είναι μία από τις χώρες της Ε.Ε. με πλούσιο ορυκτό πλούτο, τόσο σε ποσότητα, όσο και σε ποιότητα και με μακρά παράδοση στον τομέα της εξόρυξης και της αξιοποίησης ΟΠΥ. Αυτό το γεγονός, σε συνδυασμό με την αυξημένη ζήτηση της Ε.Ε. σε πρώτες ύλες και την εξάρτησή της από εισαγωγές, δίνει στην ελληνική οικονομία συγκριτικό πλεονέκτημα.

Ο ελληνικός εξορυκτικός κλάδος, αποτελεί σημαντικό τομέα της οικονομικής δραστηριότητας της χώρας μας, με συμμετοχή περίπου 3,4% στο ΑΕΠ αν συμπεριληφθεί και ο συσχετιζόμενος μεταποιητικός τομέας (IOBE, 2016). Τροφοδοτεί με πρώτες ύλες μια σειρά άλλων κλάδων όπως η παραγωγή ενέργειας, η τσιμεντοβιομηχανία, η οικοδομική/κατασκευαστική βιομηχανία, η βιομηχανία μη σιδηρούχων μετάλλων (αλουμινίου, νικελίου, κλπ), η βιομηχανία ανοξείδωτου χάλυβα κ.ά. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Ενδεικτικά, αναφέρονται τα χαρακτηριστικότερα προϊόντα της ελληνικής εξορυκτικής βιομηχανίας:

- Λιγνίτης: η πρώτη σε μέγεθος ελληνική εξορυκτική δραστηριότητα, με παραγωγή της τάξης των 40 εκ. τόνων ετησίως (80% παράγεται στην Περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας). Συμβάλλει στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας (ΔΕΗ, 2016).
- Βωξίτης: η Ελλάδα είναι η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα της ΕΕ, με περίπου 2 εκ. τόνους ετησίως και η όγδοη χώρα παγκοσμίως σε αποθέματα.
- Νικέλιο: η Ελλάδα είναι μία από τις μεγαλύτερες παραγωγούς χώρες της Ευρώπης, καθώς καλύπτει σχεδόν το 7% των αναγκών της ευρωπαϊκής αγοράς σε σιδηρονικέλιο.
- Λευκόλιθος: κατέχει την πρώτη θέση σε εξαγωγές στην Ε.Ε. και μία από τις υψηλότερες παγκοσμίως.
- Περλίτης: πρώτη σε μέγεθος παραγωγή παγκοσμίως.

- Μπεντονίτης: πρώτη σε μέγεθος παραγωγή στην Ευρώπη και δεύτερη παγκοσμίως.
- Μεικτά θειούχα: σημαντικά κοιτάσματα μολύβδου, ψευδαργύρου, χαλκού, αργύρου, χρυσού.
- Μάρμαρα: παραδοσιακός κλάδος με σημαντική θέση στην παγκόσμια αγορά, λόγω της ποιότητας και της πλούσιας ποικιλίας χρωμάτων και τύπων, ιδιαίτερα των λευκών και των ανοιχτόχρωμων. Ενδεικτικά, μόνο στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης υφίστανται πέντε ενεργά λατομικά κέντρα μαρμάρου, όπου λειτουργούν πάνω από 135 λατομεία (200 άδειες εκμετάλλευσης) καλύπτοντας το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής αλλά και των εξαγωγών της χώρας σε ποσότητα και αξία (άνω του 90%), ενώ οι εργαζόμενοι της συγκεκριμένης περιφέρειας στον κλάδο εκτιμώνται σε 4.000-5.000 άτομα (ΥΠΑΠΕΝ, 2015).
- Αδρανή - δομικά υλικά: ο τομέας των αδρανών και συναφών δομικών προϊόντων που υπέστη μεγάλη πτώση τη διετία 2011-2012, λόγω της εγχώριας οικονομικής καθίζησης, παρουσίασε για το έτος 2013 μια αύξηση του κύκλου εργασιών κατά 8% και για το έτος 2014 μια αύξηση 20-25%, κυρίως λόγω της επανεκκίνησης των δημόσιων έργων (ΥΠΑΠΕΝ, 2015).

Στον τομέα της ελληνικής εξορυκτικής βιομηχανίας απασχολούνται άμεσα 20 έως 23 χιλιάδες εργαζόμενοι, ενώ η έμμεση απασχόληση είναι περίπου 90 με 100 χιλιάδες (ΥΠΕΚΑ, 2012). Λαμβάνει χώρα κυρίως στην περιφέρεια της Ελλάδας και για αυτό τον λόγο, αποτελεί πόλο ανάπτυξης των Περιφερειών.

Η εξορυκτική βιομηχανία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη βιώσιμη ανάπτυξη διότι εκμεταλλεύεται μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, είναι υπεύθυνη για την ομαλή τροφοδοσία και εξασφάλιση αναγκαίων υλικών στην κοινωνία, με ταυτόχρονη διασφάλιση των αποθεμάτων για μελλοντική χρήση αλλά και με ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.

Οι κύριοι άξονες μιας ολοκληρωμένης πολιτικής για τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΟΠΥ είναι (ΥΠΕΚΑ, 2012):

- ✓ η βελτίωση της γεωλογικής γνώσης
- ✓ η εξασφάλιση της πρόσβασης στα κοιτάσματα με κατάλληλο χωροταξικό σχεδιασμό
- ✓ η ύπαρξη θεσμικού πλαισίου που θα καθορίζει τις διαδικασίες αδειοδότησης και θα περιέχει δεσμεύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος
- ✓ η, όσο το δυνατόν, περισσότερη ορθολογική εκμετάλλευση των κοιτασμάτων και η έρευνα για ανακάλυψη νέων
- ✓ η ανακύκλωση και η χρήση εναλλακτικών υλικών
- ✓ η εξασφάλιση συνθηκών ασφάλειας και υγείας στους χώρους εξόρυξης και επεξεργασίας
- ✓ η σύννομη και ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων
- ✓ η προστασία του περιβάλλοντος κατά την εξορυκτική διαδικασία και η αποκατάσταση μετά την ολοκλήρωση αυτών.

Βασική προϋπόθεση για τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΟΠΥ στον ελλαδικό χώρο αλλά και για την ενίσχυση της θέσης του εξορυκτικού κλάδου, αποτελεί η επίλυση μιας σειράς προβλημάτων που εμποδίζουν τον κλάδο να αποκτήσει τον ζωτικό ρόλο που του αναλογεί στην ανάπτυξη της χώρας. Τα κυριότερα είναι:

- ✓ οι χρονοβόρες και πολύπλοκες διαδικασίες αδειοδότησης
- ✓ η ύπαρξη πολλών και αντικρουόμενων νόμων σε σχέση με τη λειτουργία των εξορυκτικών έργων
- ✓ η έλλειψη ολοκληρωμένου χωροταξικού σχεδιασμού
- ✓ τα προβλήματα προσβασιμότητας στις πρώτες ύλες λόγω του εκτεταμένου δικτύου προστατευμένων περιοχών

- ✓ η αρνητική στάση των τοπικών κοινωνιών για τις εξορυκτικές διαδικασίες
- ✓ οι ελλειπείς και αναποτελεσματικοί μηχανισμοί ελέγχου των εξορυκτικών έργων.

Για τη λύση των παραπάνω προβλημάτων και με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΟΠΥ απαιτείται η χάραξη ενιαίας εθνικής πολιτικής για την αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών.

1.3.3. Εθνική πολιτική για τη βιώσιμη αξιοποίηση ΟΠΥ.

Η αξιοποίηση του ορυκτού πλούτου αποτελεί εθνική επιλογή, στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης και της ευρωπαϊκής πολιτικής στο θέμα αυτό. Στόχος της εθνικής πολιτικής είναι η εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας του εγχώριου εξορυκτικού κλάδου και η περαιτέρω ανάπτυξή του ώστε να καλύπτει τις εγχώριες ανάγκες και να διατηρήσει τον εξωστρεφή του χαρακτήρα, αποτελώντας σημείο αναφοράς για την ανάπτυξη της χώρας.

Βασικοί άξονες της εθνικής πολιτικής για την αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών είναι (ΥΠΕΚΑ, 2012):

- Η εθνική πολιτική για τον ορυκτό πλούτο ως βασικό συστατικό της εθνικής και περιφερειακής αναπτυξιακής πολιτικής της χώρας.
- Χωροταξικός σχεδιασμός που θα διασφαλίζει τη δυνατότητα πρόσβασης στα κοιτάσματα ΟΠΥ και την επίλυση των θεμάτων ανταγωνισμού των χρήσεων γης.
- Κωδικοποίηση και εκσυγχρονισμός της λατομικής – μεταλλευτικής νομοθεσίας (αδειοδοτικό σύστημα, θέματα έρευνας και εκμετάλλευσης, ασφάλειας και ελέγχου, περιβάλλοντος).
- Προώθηση διαλόγου, αποδοχή από τοπική κοινωνία.
- Εκπαίδευση, έρευνα, καινοτομία.
- Αποδοτικότητα στην χρήση ΟΠΥ συμπεριλαμβανομένων της υποκατάστασης και επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και

αξιοποίησης παραπροϊόντων εξορυκτικών διεργασιών, τελμάτων εμπλουτισμού και αποβλήτων μεταλλουργίας, με στόχο την ορθολογική διαχείριση και ελαχιστοποίηση όλων των μεταλλευτικών αποβλήτων.

Η εθνική πολιτική για την αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών, η οποία ακολουθεί τις αρχές της αντίστοιχης για την ΕΕ, θα πρέπει να βασίζεται (ΥΠΕΚΑ, 2012):

- Στη γνώση του κοιτασματολογικού δυναμικού της χώρας.
- Στην εξασφάλιση και προώθηση της βιωσιμότητας των ΟΠΥ με μεγάλο ειδικό βάρος για τη χώρα.
- Στην ενσωμάτωση των διακυμάνσεων και προοπτικών της ευρωπαϊκής και παγκόσμιας αγοράς πρώτων υλών.
- Στην αξιοποίηση του μεταλλευτικού δυναμικού της χώρας με σεβασμό στο περιβάλλον και στο πλαίσιο των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η εθνική πολιτική οφείλει να είναι σταθερή αλλά με δυνατότητα αναπροσαρμογής, σύμφωνα πάντα με τις εκάστοτε κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες και απαιτήσεις.

2. ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ - ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΟΠΥ

Σύμφωνα με τους Azaragic και Perdan (2000), η χρήση δεικτών βιωσιμότητας στη βιομηχανία αποσκοπεί στη μέτρηση της οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικής επίδοσης της επιχείρησης και στην παροχή πληροφοριών σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξή της. Για τον ορισμό των δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης είναι αναγκαίο να καθορισθεί το πλαίσιο διαχείρισης των εξορυκτικών διαδικασιών (Κεφάλαιο 2.1), εντός του οποίου θα αναπτυχθούν οι δείκτες και να διερευνηθούν τα ενδιαφερόμενα μέρη που εμπλέκονται στην εξορυκτική βιομηχανία (Κεφάλαιο 2.2) καθώς και τα βασικά ζητήματα βιώσιμης ανάπτυξης που σχετίζονται με τον τομέα της εξόρυξης (Κεφάλαιο 2.3). Επίσης, πρέπει να αναλυθούν οι κατευθυντήριες γραμμές για τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΟΠΥ (Κεφάλαιο 2.4) και τέλος να αναπτυχθούν οι βασικοί παράγοντες βελτιστοποίησης του σχεδιασμού της εκμετάλλευσης (Κεφάλαιο 2.5). Εξετάζοντας όλους τους παραπάνω παράγοντες και ερευνώντας τα υπάρχοντα συστήματα δεικτών, συγκεντρώνεται ένα σύνολο δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης για τις Ορυκτές Πρώτες Ύλες (Κεφάλαιο 2.6).

2.1. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Οι δείκτες εφαρμόζονται για να απλοποιήσουν πληροφορίες σχετικά με σύνθετα φαινόμενα, όπως είναι η βιώσιμη ανάπτυξη. Σκοπός της χρήσης τους είναι, τις περισσότερες φορές, η ποσοτική διατύπωση μεγεθών, η οποία διευκολύνει την κατανόηση και απλουστεύει τη λύση διάφορων προβλημάτων.

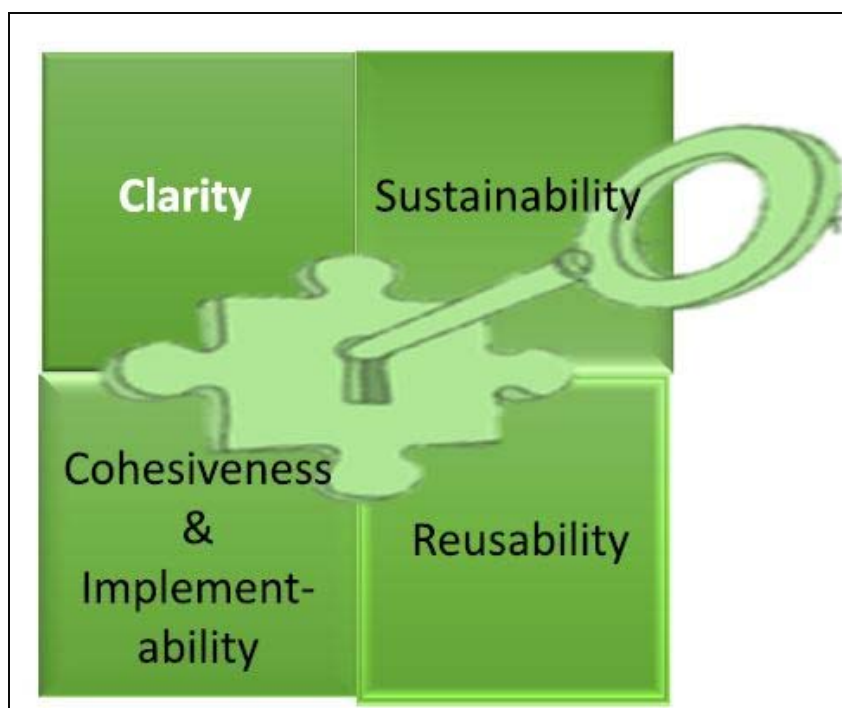
Οι περισσότεροι δείκτες αναπτύσσονται για συγκεκριμένους λόγους και η χρήση τους περιορίζεται σε συγκεκριμένους τομείς: υπάρχουν περιβαλλοντικοί δείκτες, οικονομικοί δείκτες, κοινωνικοί δείκτες, δείκτες υγείας, κα. Παρόλ' αυτά, δεν μπορούν να θεωρηθούν ως δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης ο καθένας μεμονωμένα, αλλά έχουν επεξηγηματική αξία μόνο εντός ενός πλαισίου. Σύνθετα προβλήματα, όπως είναι η βιώσιμη ανάπτυξη απαιτούν την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πλαισίου, στο οποίο συνδυάζονται σημαντικός αριθμός δεικτών.

Οι Organ κ.α. (2016) ανέλυσαν κριτικά επτά δημοσιευμένα άρθρα, σχετικά με την ανάπτυξη συστημάτων Δεικτών Βιώσιμης Ανάπτυξης και κατέληξαν στους παράγοντες, οι οποίοι είναι οι πλέον σημαντικοί, ώστε το πλαίσιο να είναι αποτελεσματικό. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2: Απαραίτητοι παράγοντες για την ανάπτυξη αποτελεσματικού πλαισίου Δεικτών Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΔΒΑ) (Ogan et al, 2016)

Τίτλος άρθρου	Παράγοντες
Azapagic , 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry	Βιωσιμότητα Ολοκλήρωση Σαφήνεια στον προσδιορισμό
Bonehill, 2007. Policy development framework	Σαφήνεια Σχεδιασμός Εκτέλεση
Breseton, 2003. Self-regulation of environmental and social performance in the Australian mining industry	Αναγνώριση και ορισμός Προσδιορισμός μεταβλητών Λήψη αποφάσεων
Chen και Xu, 2014. Framework issue: Framework documentation	Έρευνα Προσδιορισμός μεταβλητών Επαναχρησιμοποίηση
Department for Communities and Local Government (UK), 2012. National Planning Policy Framework	Βιωσιμότητα Σχεδιασμός Λήψη αποφάσεων
Department of Environment (UK), 2014. Mining waste guidance	Σχεδιασμός Εφαρμογή Βιωσιμότητα
Eggenberger και Partidario, 2000. Development of a framework to assist the integration of environmental, social and economic issues in spatial planning	Σημασία έρευνας Συζήτηση αποτελεσμάτων έρευνας Εφαρμογή και επαναχρησιμοποίηση

Συμπερασματικά, για να αποτελέσουν οι δείκτες αποτελεσματικά εργαλεία διαχείρισης των επιπτώσεων από τις εξορυκτικές δραστηριότητες, πρέπει να είναι σαφείς, συνεκτικοί, εφαρμόσιμοι και μετρήσιμοι, με δυνατότητα εφαρμογής τους σε ανάλογες περιπτώσεις (Ogan et al, 2016).



Σχήμα 2: Στοιχεία – κλειδιά για ένα αποτελεσματικό πλαίσιο διαχείρισης εξορυκτικών διαδικασιών (Ogan et al, 2016)

Πιο συγκεκριμένα, κατά την ανάπτυξη του πλαισίου πρέπει:

- ✓ να διευκρινιστεί η έκταση και η δυνατότητα εφαρμογής του πλαισίου

Σε αυτό το στάδιο, προσδιορίζεται η κατάσταση και επισημαίνονται τα πιθανά προβλήματα και οι διάφορες μεταβλητές. Επίσης, πραγματοποιείται μια σύντομη παρουσίαση και επεξήγηση των διαδικασιών της εξορυκτικής δραστηριότητας.

- ✓ να πραγματοποιηθεί έρευνα και να αναλυθούν τα ευρήματα της έρευνας, με στόχο την επίτευξη της βιωσιμότητας.

Σε αυτό το στάδιο, πραγματοποιείται η ανάλυση των διαδικασιών, η αξιολόγηση των επιπτώσεων, η ανάπτυξη εναλλακτικών και η βελτίωση των διαδικασιών.

- ✓ να προετοιμαστεί και να προταθεί ένας συνεκτικός και ολοκληρωμένος οδηγός, ο οποίος θα περιλαμβάνει το σχέδιο και τη λήψη αποφάσεων καθώς και την εφαρμογή και υλοποίηση τους.
- ✓ να διασφαλιστεί η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του πλαισίου, σε άλλες παρόμοιες δραστηριότητες.

Για να οριστεί ένα αποτελεσματικό πλαίσιο, εντός του οποίου θα αναπτυχθούν οι δείκτες, είναι απαραίτητο να εξεταστούν οι ενδιαφερόμενοι φορείς/κοινωνικοί εταίροι και τα θέματα βιώσιμης ανάπτυξης που απασχολούν την εξορυκτική βιομηχανία.

2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Σύμφωνα με την Azaragic (2004), απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη κατάλληλων δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης στη βιομηχανία είναι ο προσδιορισμός των εμπλεκόμενων και ενδιαφερόμενων φορέων και η κατανόηση των διαφόρων αναγκών και συμφερόντων τους. Τα ενδιαφερόμενα μέρη στη βιομηχανία περιλαμβάνουν τους **εργαζόμενους, τις συνδικαλιστικές οργανώσεις, τους εργολάβους, τους προμηθευτές, τους πελάτες, τους μετόχους, τους πιστωτές, τους ασφαλιστές, τις τοπικές κοινότητες και τις αρχές, κυβερνητικές ή μη**. Παρακάτω, περιγράφονται συνοπτικά τα θέματα και οι προβληματισμοί που απασχολούν καθέναν από τους παραπάνω φορείς. Είναι φανερό ότι οι στόχοι των ενδιαφερόμενων φορέων ή κοινωνικών εταίρων διαφέρουν και άλλες φορές σχετίζονται με οικονομικά θέματα, άλλες φορές με κοινωνικά ή περιβαλλοντικά ενώ είναι πιθανόν τα συμφέροντά τους να έρχονται σε σύγκρουση. Η ανάλυση και η κατανόηση των απαιτήσεων και των θεμάτων που απασχολούν κάθε κοινωνικό εταίρο, θα οδηγήσει στον καθορισμό των κατάλληλων δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης.

2.2.1. Εργαζόμενοι

Στην εξορυκτική βιομηχανία απασχολείται παγκοσμίως μεγάλο πλήθος (άνω των 20 εκατομμυρίων) εργαζομένων (<http://www.miningfacts.org>). Τα κυριότερα θέματα, τα οποία απασχολούν τους εργαζόμενους είναι οι δίκαιες και ικανοποιητικές απολαβές, οι ασφαλείς συνθήκες εργασίας καθώς και η εκπαίδευσή τους στο πλαίσιο της εργασίας, η οποία θα συνοδεύεται από ευκαιρίες επαγγελματικής ανέλιξης. Αν αυτές οι συνθήκες είναι ικανοποιητικές, διασφαλίζεται ένα υγιές περιβάλλον εργασίας, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας, τη μείωση των απουσιών και των αστοχιών εκ μέρους των απασχολούμενων καθώς και την άμβλυση των διαφωνιών μεταξύ διοίκησης και σωματείων (IIED και WBCSD, 2002).

2.2.2. Εργατικές ενώσεις

Στον τομέα της εξορυκτικής δραστηριοποιείται ένας σημαντικός αριθμός εθνικών και παγκόσμιων εργατικών ενώσεων. Στόχοι των ενώσεων αυτών είναι η δίκαιη μεταχείριση των εργαζομένων από τη διοίκηση, οι ίσες ευκαιρίες για αυτούς καθώς και η εξασφάλιση της υγείας και της ασφάλειάς τους, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της εργασίας τους. Το δικαίωμα των εργαζομένων να οργανώνονται σε ενώσεις είναι αναφαίρετο και η ενεργός συμμετοχή των εργαζομένων, σε όλα τα στάδια της εξορυκτικής δραστηριότητας είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της βιώσιμης ανάπτυξης μιας επιχείρησης. Για τον λόγο αυτόν, οι εταιρείες πρέπει να επιτρέπουν και να επιδιώκουν την αυξημένη συμμετοχή των εργαζομένων, μέσω των ενώσεών τους, σε θέματα της επιχείρησης.

2.2.3. Εργολάβοι

Πολλές δραστηριότητες που σχετίζονται με την εξορυκτική βιομηχανία, όπως είναι η διάτρηση, η εξόρυξη, η μεταφορά, η απόθεση, οι αδειοδοτήσεις και η ολοκλήρωση των εργασιών των ορυχείων, εκτελούνται από εργολάβους και τεχνικούς συμβούλους. Κύριο ενδιαφέρον των εργολάβων είναι οι οικονομικές επιδόσεις της εταιρείας, η προάσπιση των οικονομικών συμφερόντων τους και η εκ νέου ανάθεση εργασιών σε αυτούς ενώ οι σύμβουλοι, οι οποίοι ασχολούνται κυρίως με ζητήματα αδειοδοτήσεων και περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ενδιαφέρονται εξίσου για τις δραστηριότητες της εταιρείας που σχετίζονται με περιβαλλοντικά και κοινωνικά θέματα.

2.2.4. Προμηθευτές

Όπως και οι εργολάβοι, οι προμηθευτές ενδιαφέρονται για την οικονομική βιωσιμότητα της επιχείρησης και τη συνέπεια των πληρωμών της επιχείρησης απέναντι σε αυτούς, σύμφωνα με τις μεταξύ τους συμβάσεις.

2.2.5. Πελάτες

Κύριοι καταναλωτές των προϊόντων της εξορυκτικής βιομηχανίας είναι οι κατασκευαστικές εταιρείες. Οι τελευταίες ενδιαφέρονται γενικά για την αγορά των προϊόντων της εξόρυξης στη χαμηλότερη δυνατή τιμή, χωρίς όμως αυτή η τιμή να συνοδεύεται από εκπτώσεις σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος και θέματα υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων και των πολιτών.

2.2.6. Μέτοχοι

Τα κέρδη αποτελούν το μεγαλύτερο κίνητρο για τους μετόχους μιας επιχείρησης. Τα τελευταία χρόνια όμως, έχει γίνει στροφή στις κοινωνικά υπεύθυνες επιχειρήσεις και αυτή η τάση έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή επενδύσεων εκ μέρους των μετόχων, σε επιχειρήσεις που λειτουργούν με μη αποδεκτές περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνθήκες.

2.2.7. Πιστωτές

Ο τομέας των εξορυκτικών δραστηριοτήτων χρηματοδοτείται κυρίως από τις τράπεζες, οι οποίες αναμένουν από τις επιχειρήσεις την ελαχιστοποίηση των οικονομικών κινδύνων και την εξυπηρέτηση των υποχρεώσεών τους, σύμφωνα με τους όρους σύναψης της χρηματοδότησης. Όπως και οι μέτοχοι, τα τελευταία χρόνια ενδιαφέρονται για τη χρηματοδότηση, κοινωνικά υπεύθυνων επιχειρήσεων.

2.2.8. Ασφαλιστικές εταιρείες

Ενδιαφέρονται για επιχειρήσεις με καλές οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιδόσεις. Δείχνουν ιδιαίτερη ευαισθησία για τις περιβαλλοντικές υποχρεώσεις, οι οποίες συνδέονται με την ολοκλήρωση των εργασιών των εξορυκτικών δραστηριοτήτων και δεν ενδιαφέρονται για εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε πολιτικά ασταθείς περιοχές, ιδιαίτερα αν υπάρχει πιθανότητα ένοπλης σύγκρουσης.

2.2.9. Τοπικές κοινωνίες

Οι κοινότητες που επηρεάζονται από τις εξορυκτικές δραστηριότητες μπορεί να είναι είτε αυτές που γειτνιάζουν με ορυχεία, είτε αυτές που αποτελούν τον τόπο κατοικίας των εργαζομένων. Οι περισσότερες κοινότητες ενδιαφέρονται για την καταπολέμηση της ανεργίας και την απασχόληση των κατοίκων στην εξορυκτική εταιρεία. Πάγιο αίτημά τους όμως αποτελεί η εκτέλεση των εργασιών εξόρυξης σύμφωνα με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία και με την όσο το δυνατόν μικρότερη επέμβαση στο περιβάλλον, όπως επίσης και συνθήκες εργασίες που διασφαλίζουν την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων και των κατοίκων της περιοχής. Σύνηθες είναι το φαινόμενο, οι τοπικές κοινωνίες να υιοθετούν αρνητική στάση απέναντι στις μεταλλευτικές επιχειρήσεις, λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των εξορυκτικών δραστηριοτήτων, αλλά και της δυσπιστίας που υπάρχει απέναντι στις πρακτικές των επιχειρήσεων για τη μεγιστοποίηση του κέρδους.

2.2.10. Τοπικές αρχές

Οι τοπικές αρχές έχουν έναν όλο και πιο σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της εφαρμογής των νόμων, των κανονισμών και των περιβαλλοντικών όρων εκ μέρους των επιχειρήσεων, κατά τις εξορυκτικές δραστηριότητες, καθώς και στη διανομή μέρους του παραγόμενου πλούτου, σε τοπικό επίπεδο. Συμμετέχουν στον σχεδιασμό και προγραμματισμό των εργασιών, με σκοπό να παρέχουν απασχόληση στον τοπικό πληθυσμό, με πρόληψη και ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων.

2.2.11. Κυβέρνηση

Η φορολογία, η διαδικασία του σχεδιασμού, οι αδειοδοτήσεις των εργασιών, τα περιβαλλοντικά πρότυπα καθορίζονται από την κυβερνητική πολιτική, η οποία πρέπει να μεριμνά για την προάσπιση των δικαιωμάτων των τοπικών κοινοτήτων, ορίζοντας με αυτόν τον τρόπο το λειτουργικό πλαίσιο των δραστηριοτήτων μιας μεταλλευτικής επιχείρησης. Ως εκ τούτου, η Πολιτεία ενδιαφέρεται για όλες τις πτυχές της βιώσιμης ανάπτυξης και κυρίως για την

απασχόληση, τη συνεισφορά του κλάδου στο ΑΕΠ, τις ασφαλείς συνθήκες εργασίας, καθώς και τη συμμόρφωση στην ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία και τη νομοθεσία Υγείας & Ασφάλειας.

2.2.12. Μη κυβερνητικές οργανώσεις

Το κύριο μέλημα των μη κυβερνητικών οργανώσεων που δραστηριοποιούνται στον μεταλλευτικό τομέα είναι η διασφάλιση της περιβαλλοντικής και κοινωνικής υπευθυνότητας των εξορυκτικών δραστηριοτήτων.

Ο προσδιορισμός όλων των εμπλεκόμενων φορέων/κοινωνικών εταίρων σε μια εξορυκτική δραστηριότητα, η ανάλυση των θεμάτων που απασχολούν τον καθένα τους, η κατανόηση των συμφερόντων και των υποχρεώσεων τους στο πλαίσιο της εξόρυξης είναι απαραίτητα για τον εντοπισμό των βασικών ζητημάτων βιώσιμης ανάπτυξης, τα οποία απασχολούν τον τομέα της εξορυκτικής βιομηχανίας.

2.3. ΘΕΜΑΤΑ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Οι δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης διατυπώνουν ποσοτικά τα θέματα βιωσιμότητας με μέτρα οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικής επίδοσης. Ο προσδιορισμός όλων των ειδικών χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την εξορυκτική δραστηριότητα, είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη των δεικτών και ως εκ τούτου απαιτείται μια εις βάθος ανάλυση της δραστηριότητας, σε όλον τον κύκλο ζωής, τόσο του εξορυκτικού προϊόντος όσο και των εγκαταστάσεων του ορυχείου. Ο κύκλος ζωής του προϊόντος αποτελείται από την εξόρυξη, την επεξεργασία, τη χρήση και τη διαχείριση των αποβλήτων ενώ ο αντίστοιχος του ορυχείου αποτελείται από τον σχεδιασμό, τη λειτουργία, τον παροπλισμό και την αποκατάσταση. Όλα τα παραπάνω στάδια, σχετίζονται με θέματα βιωσιμότητας και απασχολούν τους κοινωνικούς εταίρους που αναφέρονται στο προηγούμενο Κεφάλαιο (2.2).

Τα βασικά ζητήματα βιώσιμης ανάπτυξης, τα οποία απασχολούν τον τομέα της εξορυκτικής βιομηχανίας, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: **οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά.**

2.3.1. Οικονομικά θέματα

Η οικονομική βιωσιμότητα και η ανταγωνιστικότητα είναι πολύ σημαντική για τη βιώσιμη ανάπτυξη των επιχειρήσεων εξόρυξης, καθώς οι εξορυκτικές δραστηριότητες παρέχουν οικονομικά οφέλη στην κοινωνία, συμπεριλαμβανομένης και της απασχόλησης. Αρχικά, πρέπει η επιχείρηση να έχει ικανοποιητικές αποδόσεις σε επίπεδο μικροοικονομίας, με την ελαχιστοποίηση του κόστους και τη μεγιστοποίηση των κερδών. Η επίδοση αυτή θα οδηγήσει και σε μακροοικονομικά οφέλη, μέσω διαφόρων επενδύσεων, συμβολής στο ΑΕΠ και απόδοσης φόρων και άλλων δικαιωμάτων υπέρ δημοσίου.

Τα θέματα μικροοικονομίας, συνήθως επικρατούν κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων στις επιχειρήσεις, με στόχο τις άμεσες αποδόσεις. Στην εξορυκτική βιομηχανία, οι αποδόσεις σχετίζονται άμεσα με τις παραγόμενες ποσότητες και αυτό σε συνδυασμό με την αστάθεια των τιμών ορισμένων ορυκτών, πολλές φορές οδηγεί σε μη ορθολογική εκμετάλλευση, ταχύτερη εξάντληση των ορυκτών πόρων και περιβαλλοντική επιβάρυνση. Τρόπος για να αντισταθμιστεί η παραπάνω πρακτική που δεν συνάδει με τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης είναι η αύξηση της προστιθέμενης αξίας των ορυκτών, με την περαιτέρω επεξεργασία των πρώτων υλών.

Συνοπτικά, τα οικονομικά θέματα, τα οποία σχετίζονται με τον τομέα της εξορυκτικής βιομηχανίας είναι (Azaragic, 2004):

- Η συνεισφορά στο ΑΕΠ.
- Το κόστος, οι πωλήσεις και το κέρδος.
- Η διανομή των εσόδων.
- Οι επενδύσεις.
- Η αξία της μετοχής.
- Η προστιθέμενη αξία.
- Τα έσοδα από φόρους.

2.3.2. Περιβαλλοντικά θέματα

Τα πλέον σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα, τα οποία απασχολούν την εξορυκτική βιομηχανία διεθνώς είναι η εξάντληση των μη ανανεώσιμων πόρων και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από τις εκπομπές ρύπων, τις απορρίψεις υγρών αποβλήτων και την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων στερεών αποβλήτων. Επιπλέον, οι εξορυκτικές δραστηριότητες προκαλούν αλλοίωση του τοπίου και διαταράσσουν τους φυσικούς οικοτόπους.

Συνοπτικά, τα περιβαλλοντικά θέματα, τα οποία σχετίζονται με τον τομέα της εξορυκτικής βιομηχανίας είναι (Azaragic, 2004):

- Οι επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα.
- Οι εκπομπές στον αέρα.
- Η κατανάλωση ενέργειας.
- Η υπερθέρμανση του πλανήτη.
- Οι χρήσεις γης και η αποκατάσταση.
- Η περιβαλλοντική επικινδυνότητα του προϊόντος.
- Η ηχορύπανση.
- Η χρήση των πόρων και η διαθεσιμότητα.
- Τα στερεά απόβλητα.
- Η διαχείριση του νερού και των λυμάτων.

2.3.3. Κοινωνικά θέματα

Η εκτέλεση των επιφανειακών εξορυκτικών έργων είναι φυσικό να επηρεάζει τις τοπικές κοινωνίες των περιοχών όπου τα έργα αυτά αναπτύσσονται. Γενικά, οι επιπτώσεις στις τοπικές κοινωνίες από την εξορυκτική δραστηριότητα μπορεί να θεωρηθεί ότι έχουν άμεσο και έμμεσο χαρακτήρα. Οι άμεσες επιπτώσεις έχουν σχέση με την αλλοίωση του τοπίου, την περιβαλλοντική ρύπανση, την παρακώλυση ή και διακοπή των συγκοινωνιών, τη δέσμευση καλλιεργήσιμης γης ή γης κατάλληλης για άλλες χρήσεις, την ανάγκη μετεγκατάστασης οικισμών κ.λ.π., ενώ οι έμμεσες αφορούν βασικά στη μεταβολή του τρόπου ζωής και οικονομικής ανάπτυξης των τοπικών κοινωνιών με κύρια προκαλούμενη επίπτωση την αλλαγή απασχόλησης και δραστηριοτήτων των ενεργών πληθυσμών σε σχέση με εκείνες που είχαν πριν από την έναρξη εκτέλεσης των έργων (Ακύλας, 2003). Η λειτουργία μιας εξορυκτικής δραστηριότητας μεταβάλλει την κοινωνική δομή της ευρύτερης περιοχής, στην οποία αυτή διεξάγεται. Η αλλαγή στις χρήσεις γης, που απαιτείται για την ανάπτυξη της εξόρυξης, έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή του οικονομικά ενεργού πληθυσμού, καθώς παρατηρείται μετάβαση των παραγωγικών δραστηριοτήτων από τον πρωτογενή στον δευτερογενή τομέα.

Είναι αυτονόητο ότι η ανάπτυξη ενός επιφανειακού ορυχείου, ιδιαίτερα όταν αυτό έχει μεγάλη οριζόντια εξάπλωση, δημιουργεί συνήθως, λόγω της

δέσμευσης σημαντικών εδαφικών εκτάσεων, πρόβλημα αλλαγής του αντικειμένου απασχόλησης ή απώλεια θέσεων εργασίας σε κάποιο ποσοστό του ενεργού τοπικού πληθυσμού της περιοχής όπου το ορυχείο αναπτύσσεται, η δε δυνατότητα έστω και μερικής απασχόλησης του άνεργου πληθυσμού στο έργο αποτελεί οπωσδήποτε έναν τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος (Ακύλας, 2003). Η επιχείρηση οφείλει να στελεχωθεί από εργαζόμενους που προέρχονται από την τοπική κοινωνία και να αποκαταστήσει τους άμεσα θιγόμενους από τη δραστηριότητά της, πρακτική που εφαρμόζεται όλο και περισσότερο στις περιοχές με εξορυκτική δραστηριότητα στην Ελλάδα και διεθνώς.

Επίσης, πρέπει να εξασφαλιστεί η συμμετοχή του τοπικού πληθυσμού στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Η κοινωνική συναίνεση και αποδοχή του έργου είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την ομαλή και επιτυχή εξέλιξη των μεταλλευτικών εργασιών.

Γενικά επιδιώκεται, κατά την εκτέλεση ενός επιφανειακού εξορυκτικού έργου, η δημιουργία του καλύτερου δυνατού κλίματος που θα επιφέρει τη μεγαλύτερη δυνατή αποδοχή του έργου από την τοπική κοινωνία (Ακύλας, 2003).

Συνοπτικά, τα κοινωνικά θέματα, τα οποία σχετίζονται με την εξορυκτική βιομηχανία είναι:

- Η δημιουργία θέσεων εργασίας.
- Η εκπαίδευση των εργαζομένων και η ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους.
- Οι ίσες ευκαιρίες και η μη διάκριση των εργαζομένων.
- Η υγεία και η ασφάλεια.
- Τα ανθρώπινα δικαιώματα και η επιχειρηματική ηθική.
- Οι σχέσεις μεταξύ προσωπικού και διεύθυνσης.
- Οι σχέσεις με την τοπική κοινωνία.
- Η συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων φορέων.
- Η κατανομή του πλούτου.
- Θέματα διαφθοράς.

2.4. ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΠΥ

Η βιώσιμη ανάπτυξη της εξόρυξης, προϋποθέτει τον προσδιορισμό των βέλτιστων πρακτικών για την αντιμετώπιση σημαντικών περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών θεμάτων. Η βιώσιμη ανάπτυξη ενός ορυχείου απαιτεί οι εξορυκτικές δραστηριότητες να εκτελεστούν με σεβασμό στο περιβάλλον, τηρώντας όλους τους όρους που επιβάλλονται για την προστασία του. Από κοινωνική και οικονομική άποψη, πρέπει να προσδιοριστούν όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς/κοινωνικοί εταίροι, οι οποίοι ενδεχομένως θα επηρεαστούν από τις εξορυκτικές δραστηριότητες και να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες τους και οι προβληματισμοί τους. Σημαντική παράμετρος παραμένει η εξασφάλιση συνθηκών εργασίας για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων στο έργο και της τοπικής κοινωνίας.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται συνοπτικά κατευθυντήριες γραμμές, σύμφωνα με τους Hilson και Murck (2000), για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των εξορυκτικών δραστηριοτήτων.

2.4.1. Κατάλληλος αρχικός σχεδιασμός - προγραμματισμός

Τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά θέματα είναι ζητήματα, τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν στρατηγικά και αποτελεσματικά, από την αρχή της εξορυκτικής διαδικασίας. Η βιώσιμη ανάπτυξη προϋποθέτει τον καθορισμό των αντίστοιχων στόχων εξαρχής, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος των αποτελεσμάτων και η συνεχής βελτίωσή τους. Σύμφωνα με τον Cooney (2000), μια βιώσιμη πολιτική εξόρυξης είναι το πρώτο βήμα για την εναρμόνιση των πρακτικών της εξόρυξης με τη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς βοηθά στην ευθυγράμμιση των στόχων των μεταλλευτικών επιχειρήσεων με τους αντίστοιχους της εκάστοτε κυβερνητικής πολιτικής, δημιουργεί μια βάση για διάλογο και διευκρινίζει τους σκοπούς της εταιρικής βιωσιμότητας. Καθώς

οι μεταλλευτικές δραστηριότητες προχωρούν, η ύπαρξη κατάλληλου αρχικού σχεδιασμού και προγραμματισμού, προσφέρει τη δυνατότητα άμεσου ελέγχου και αναπροσαρμογής των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης. Εξίσου απαραίτητη είναι η ύπαρξη κατάλληλου σχεδίου για το κλείσιμο και αποκατάσταση των εγκαταστάσεων και την ολοκλήρωση των εξορυκτικών δραστηριοτήτων. Περιβαλλοντικά, ο σχεδιασμός πρέπει να διασφαλίζει:

- την επάρκεια του νερού για μελλοντικές δραστηριότητες.
- το υγιές περιβάλλον για το προσωπικό της επιχείρησης και τον τοπικό πληθυσμό.
- τις επιχειρηματικές ευκαιρίες για τους ιδιοκτήτες της γης.
- την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εγκατάλειψης των δραστηριοτήτων, πριν από την ολοκλήρωσή τους και την αποκατάσταση της περιοχής.

Περαιτέρω, και δεδομένου ότι οι εξορυκτικές δραστηριότητες εξελίσσονται σε περιοχές όπου αποτελούν την κύρια οικονομική δραστηριότητα, κατά το χρονικό διάστημα που διαρκούν, πρέπει ο αρχικός σχεδιασμός να λαμβάνει μέριμνα για (Rocha και Bristow, 1997 και Warhurst et al., 1999):

- την υποστήριξη και την ενίσχυση των τοπικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων,
- τη διασφάλιση της συνεχούς εκπαίδευσης και επανειδίκευσης των απασχολούμενων,
- την οικονομική αποζημίωση των εργαζομένων μετά την ολοκλήρωση της απασχόλησής τους στην εξορυκτική εταιρεία,

ώστε να καταστεί δυνατή η ομαλή μετάβαση της τοπικής κοινωνίας στο νέο οικονομικό και κοινωνικό καθεστώς που θα διαμορφωθεί μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας.

Όλα τα παραπάνω περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά θέματα μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα, στο πλαίσιο της βιώσιμης

ανάπτυξης, αν έχει προηγηθεί ο κατάλληλος αρχικός σχεδιασμός και προγραμματισμός.

2.4.2. Βελτίωση περιβαλλοντικής διαχείρισης

Μόλις το αρχικό στάδιο του σχεδιασμού και προγραμματισμού ολοκληρωθεί, η διαχείριση του εξορυκτικού έργου μπορεί να επικεντρωθεί στην εφαρμογή εργαλείων και τεχνολογιών, που θα βελτιώσουν την απόδοση των εξορυκτικών διαδικασιών. Το πρώτο βήμα όμως, είναι η βελτίωση των πρακτικών της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Σύμφωνα με τους Garrud και Chadwick (1996), η βελτίωση της περιβαλλοντικής διαχείρισης επιτυγχάνεται υιοθετώντας μια σειρά εργαλείων, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι:

- οι γενικές περιβαλλοντικές αξιολογήσεις.
- η περιβαλλοντική λογιστική.
- οι περιβαλλοντικές εκθέσεις
- ο περιβαλλοντικός έλεγχος.
- η περιβαλλοντική πολιτική.
- το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.
- οι εκτιμήσεις του κύκλου ζωής της δραστηριότητας.

Ο Sinding (1999) εξετάζει αυτά τα εργαλεία στο πλαίσιο της εξόρυξης και υποστηρίζει ότι η χρήση τους είναι το κλειδί για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε καθένα από τα τρία βασικά στάδια της εξορυκτικής διαδικασίας: (α) της έρευνας, ανάπτυξης και κατασκευής, (β) της παραγωγικής διαδικασίας και (γ) των διαδικασιών παροπλισμού και αποκατάστασης, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών.

Για παράδειγμα, ο περιβαλλοντικός έλεγχος και οι περιβαλλοντικές αξιολογήσεις των εξορυκτικών διαδικασιών, μπορούν να χρησιμεύσουν ως αποτελεσματικά μέσα για την αξιολόγηση των κινδύνων (Bunch και Gar, 1990), σχετικά με την υγεία των εργαζομένων και των πολιτών και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, το οποίο είναι μια σειρά οργανωτικών διαδικασιών, ενεργειών και μέσων για την εφαρμογή των περιβαλλοντικών πολιτικών (Begley, 1996), μπορεί να οδηγήσει μια μεταλλευτική επιχείρηση στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των πόρων της και στην καλύτερη αντιμετώπιση κινδύνων και περιορισμών, οι οποίοι πιθανόν να προκύψουν κατά την εξόρυξη (Warhurst and Noronha, 2000). Σύμφωνα με τους Hagen και Priester (1998), ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης προστατεύει, ιδιαίτερα τα μικρής κλίμακας ορυχεία, από περιβαλλοντικά σφάλματα, δεδομένου ότι επαναπροσδιορίζει τις ευθύνες για την ασφάλεια στον χώρο εργασίας και την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και εισάγει ένα συλλογικό σύστημα προγραμματισμού των εργασιών.

Η επιτυχής εφαρμογή μιας σειράς εργαλείων περιβαλλοντικής διαχείρισης οδηγεί τελικά στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, επιτρέποντας σε ένα ορυχείο να επικεντρωθεί στο επόμενο στάδιο της βιώσιμης ανάπτυξης.

2.4.3. Βελτίωση διαχείρισης αγόνων υλικών και αποβλήτων

Ένα ορυχείο οφείλει να παρουσιάσει και να εφαρμόσει ολοκληρωμένα σχέδια διαχείρισης αγόνων υλικών και άλλων εξορυκτικών αποβλήτων. Τα πιο αποτελεσματικά σχέδια για τη διαχείριση των αγόνων και των αποβλήτων των εξορυκτικών διαδικασιών, είναι αυτά που ενσωματώνουν μια ολιστική προσέγγιση, η οποία ισχύει για όλο τον κύκλο ζωής ενός ορυχείου, από την έρευνα και την εξόρυξη έως και την ολοκλήρωση των εξορυκτικών εργασιών. Επίσης, το σχέδιο οφείλει να εξετάζει όλες τις επιπτώσεις, κοινωνικές, τεχνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές (McAllister et al., 1999). Όλα τα παραπάνω, απαιτούν τη μελέτη και την ανάλυση όλων των σημαντικών στοιχείων του έργου εξόρυξης, ώστε να αντιμετωπιστούν τα κοινωνικοοικονομικά θέματα, όπως είναι οι ανησυχίες και οι προβληματισμοί της τοπικής κοινωνίας, οι απαιτήσεις της κυβέρνησης και διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα, πριν από τη λήψη σημαντικών αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση των αγόνων και των αποβλήτων. Για την ομαλή και απρόσκοπτη λειτουργία ενός επιφανειακού ορυχείου είναι απαραίτητο να

έχουν σχεδιαστεί οι χώροι εξωτερικής απόθεσης αγόνων υλικών και να έχει εξασφαλιστεί σε πρώιμο στάδιο η απόκτηση των αντίστοιχων εκτάσεων.

2.4.4. Αντιμετώπιση των αναγκών και απαιτήσεων των τοπικών κοινοτήτων και των εμπλεκόμενων φορέων

Με δεδομένο το μεγάλο εύρος των εμπλεκόμενων φορέων, οι οποίοι επηρεάζονται δυναμικά από τη λειτουργία ενός ορυχείου, σε όλον τον κύκλο ζωής του, και σε συνδυασμό με τον υψηλότερο βαθμό συνειδητοποίησης των επιπτώσεων των εξορυκτικών διαδικασιών τα τελευταία χρόνια, η αντιμετώπιση των αναγκών των εμπλεκόμενων φορέων γίνεται ολοένα και πιο σημαντική για τις μεταλλευτικές εταιρείες στις διαδικασίες λήψης των αποφάσεων. Η ενίσχυση της εταιρικής ευθύνης και η βελτίωση της επικοινωνίας με τους φορείς είναι σημαντικός στόχος στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης. Αποδεικνύοντας καθημερινά την τήρηση των δεσμεύσεων προς τους κατοίκους των τοπικών κοινοτήτων, τους μετόχους, τους εργαζομένους και όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, διευκολύνεται η λειτουργία ενός ορυχείου.

Ένα σημαντικό εργαλείο για την εξομάλυνση των σχέσεων μεταξύ των υπευθύνων της εκμετάλλευσης και της τοπικής κοινωνίας είναι οι δημόσιες διαβουλεύσεις, στις οποίες λαμβάνουν μέρος οι πολίτες, εκφράζοντας τις ανησυχίες και τους προβληματισμούς τους και παίρνοντας απαντήσεις από το εξειδικευμένο προσωπικό των ορυχείων. Μια σειρά ενεργειών εκ μέρους της μεταλλευτικής επιχείρησης, όπως η πρόσληψη τοπικού πληθυσμού, η αξιοποίηση τοπικών υπηρεσιών και η χρηματοδότηση και κατασκευή κοινωνικοοικονομικών υποδομών (νοσοκομεία, σχολεία, δρόμοι, γέφυρες, κα) έχει ως στόχο την οικοδόμηση και διατήρηση θετικών σχέσεων με την τοπική κοινωνία.

Επιπλέον, για την αναβάθμιση της επικοινωνίας με άλλους εξωτερικούς φορείς, όπως είναι οι μέτοχοι, οι επενδυτές, οι υπηρεσίες του κράτους και οι περιβαλλοντικές οργανώσεις, η επιχείρηση μπορεί να υιοθετήσει ένα σύστημα αναφοράς, το οποίο θα παρέχει πληροφορίες για την ανάπτυξη των

εξορυκτικών εργασιών, εκδίδοντας παράλληλα αντίστοιχες περιοδικές εκθέσεις δραστηριοτήτων.

2.4.5. Σύναψη συνεργασιών

Η αναζήτηση και η σύναψη συνεργασιών, με σκοπό τη συμμετοχή και άλλων φορέων στην εξορυκτική δραστηριότητα, είναι ένα στοιχείο κλειδί για τη βιώσιμη ανάπτυξη ενός ορυχείου. Η επιχείρηση οφείλει να συνεργαστεί με σημαντικές ομάδες, όπως είναι τα ακαδημαϊκά και ερευνητικά ιδρύματα, οι μη κυβερνητικές οργανώσεις, οι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί, οι κυβερνητικοί φορείς και οι εθελοντικές οργανώσεις. Σύμφωνα με τον Labonne (1999), υπάρχουν τρεις κύριες στρατηγικές για τη σύναψη συνεργασιών στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης:

- στηρίζοντας τις προσπάθειες αναπτυσσόμενων χωρών, με πλούσιους ορυκτούς πόρους, μέσω της παροχής τεχνικής υποστήριξης στον τομέα της έρευνας και της εξόρυξης.
- συνάπτοντας εταιρικές σχέσεις με κυβερνήσεις και εμπλεκόμενους φορείς και λαμβάνοντας μέτρα για τη μείωση των κοινωνικών επιπτώσεων.
- αφομοιώνοντας και ενσωματώνοντας στοιχεία στην πολιτική της εταιρείας, από τη συνεργασία με τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Δεδομένου ότι οι συνεργασίες συμβάλλουν θετικά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, μπορούν επίσης να βελτιώσουν τις κοινωνικοοικονομικές επιδόσεις μιας μεταλλευτικής επιχείρησης.

2.4.6. Έμφαση στην εκπαίδευση

Η συνεχής εκπαίδευση και επιμόρφωση όλων των στελεχών μιας μεταλλευτικής επιχείρησης είναι απαραίτητη σε όλα τα επίπεδα, από τη διεύθυνση έως όλους τους εργαζόμενους. Οι εταιρείες πρέπει να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες για την εκπαίδευση των απασχολούμενων και

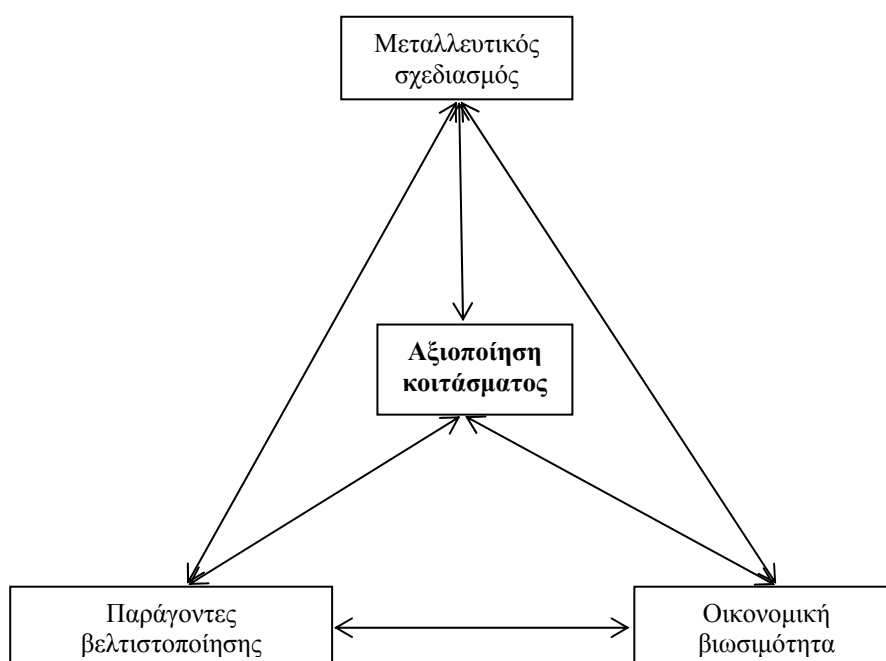
να τους ενημερώνουν για τα βασικά εταιρικά θέματα, για τους στόχους της εταιρείας, καθώς και για τις διαδικασίες ανάπτυξης της επιχείρησης. Επιπλέον, είναι αναγκαίο να ενισχυθούν οι σχέσεις με τα πανεπιστημιακά ιδρύματα και τις αντίστοιχες μεταλλευτικές σχολές, από τις οποίες και θα προέλθει το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό για τη στελέχωση των εταιρειών. Η εκπαίδευση πρέπει να έχει δυναμικό χαρακτήρα και να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στις σύγχρονες απαιτήσεις της βιώσιμης ανάπτυξης.

Σύμφωνα με τον Van Berkel (2000), μπορούν να προσφερθούν στους εργαζομένους μαθήματα προσανατολισμού, τα οποία να τους εξοικειώνουν με τη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς και τις προκλήσεις και ευκαιρίες που παρέχει αυτή για την εξορυκτική βιομηχανία, εξειδικευμένα μαθήματα που θα ενσωματώνουν την περιβαλλοντική διάσταση στην εξόρυξη και θα παρέχουν την απαραίτητη τεχνική γνώση που θα συμβαδίζει με τις νεότερες εξελίξεις στον κλάδο της εξόρυξης και μαθήματα που θα προάγουν τη συνεργασία και την ομαδικότητα.

Μία μεταλλευτική επιχείρηση, ακολουθώντας τις έξι παραπάνω κατευθυντήριες γραμμές, είναι εφικτό να βελτιώσει σημαντικά τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές της επιδόσεις, με τελικό στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη.

2.5. ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η αξιοποίηση ενός κοιτάσματος σχετίζεται με τον κατάλληλο μεταλλευτικό σχεδιασμό, σε συνδυασμό με παράγοντες βελτιστοποίησης, λαμβάνοντας υπόψη και την οικονομική βιωσιμότητα του έργου (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Παράγοντες αξιοποίησης ενός κοιτάσματος (Ρούμππος κ.α., 2014)

Οι παράγοντες, οι οποίοι σχετίζονται με τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού ενός εξορυκτικού έργου (Ρούμππος κ.α., 2014) αναπτύσσονται συνοπτικά παρακάτω. Η ανάλυση των εν λόγω παραγόντων θα βοηθήσει στην κατανόηση της ιδιαίτερης φύσης της εκμετάλλευσης επιφανειακών ορυχείων και θα συμβάλει στη διαμόρφωση του κατάλληλου πλαισίου για την ανάπτυξη των δεικτών χωρικής αξιολόγησης και βιώσιμης ανάπτυξης.

2.5.1. Γνώση του κοιτάσματος

Η γνώση του κοιτάσματος προϋποθέτει την πλήρη και λεπτομερή καταγραφή των ερευνητικών δεδομένων, που προκύπτουν από τις κοιτασματολογικές, υδρογεωλογικές και γεωτεχνικές γεωτρήσεις, καθώς και από τη γεωλογική χαρτογράφηση και τη γεωφυσική έρευνα (προσδιορισμός ρηγμάτων, γεωλογικών σχηματισμών, κλίσης στρωμάτων κ.ά.).

Ιδιαίτερη διερεύνηση απαιτεί η χωρική μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών του κοιτάσματος (Benndorf, 2013).

2.5.2. Αλληλεπιδράσεις του έργου με την τοπική κοινωνία

Οι επιδράσεις αυτές σχετίζονται κυρίως με (α) την κοινωνική αποδοχή του έργου, (β) τις θέσεις απασχόλησης, (γ) την αλλαγή χρήσεων γης, και (δ) τους οικισμούς που βρίσκονται εντός της περιοχής ανάπτυξης των δραστηριοτήτων του ορυχείου και τις τυχόν απαιτούμενες μετεγκαταστάσεις.

2.5.3. Επιλογή θέσης και ισχύος μονάδας επεξεργασίας

Η επιλογή της κατάλληλης θέσης της μονάδας επεξεργασίας αποτελεί χωρικό πρόβλημα βελτιστοποίησης, με πολλά κριτήρια. Για τον προσδιορισμό της ισχύος του σταθμού, στην περίπτωση λιγνιτικών κοιτασμάτων, οι κύριες παράμετροι περιλαμβάνουν το μέγεθος των αποθεμάτων, την ποιότητα του καυσίμου, το κόστος του καυσίμου, καθώς και τις τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας (Roumpros et al, 2009).

2.5.4. Επιλογή θέσης αρχικής διάνοιξης και μακροπρόθεσμος σχεδιασμός

Η βελτιστοποίηση του στρατηγικού σχεδιασμού σχετίζεται με πολλές τεχνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους, οι κυριότερες από τις οποίες

περιλαμβάνουν: την ενωρίτερη έναρξη παραγωγής, τη μικρότερη σχέση εκμετάλλευσης κατά τα αρχικά στάδια του έργου, την ενωρίτερη ένταξη εσωτερικής απόθεσης και τον μικρότερο όγκο εξωτερικής απόθεσης.

2.5.5. Προγραμματισμός πρόσκτησης εδαφών

Οι διαδικασίες πρόσκτησης εδαφών (απαλλοτριώσεις, αγορές, μισθώσεις ή ανταλλαγές) είναι ιδιαίτερος χρονοβόρος και απαιτούν τον κατάλληλο και έγκαιρο προγραμματισμό. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στις περιπτώσεις χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς (παραδοσιακοί οικισμοί, αρχαιολογικοί χώροι, εκκλησίες, ιστορικοί τόποι, κ.α.).

2.5.6. Προγραμματισμός αρχαιολογικών ερευνών

Η εξορυκτική δραστηριότητα, ειδικότερα στον ελλαδικό χώρο, μπορεί να αναπτύσσεται σε περιοχές με αρχαιολογικό ενδιαφέρον. Λαμβάνοντας υπόψη το κείμενο θεσμικό πλαίσιο περί προστασίας αρχαιοτήτων (Ν. 3028/2002), κατά τον σχεδιασμό ενός εξορυκτικού έργου απαιτείται ο κατάλληλος προγραμματισμός διότι οι σωστικές και αρχαιολογικές έρευνες είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και κοστοβόρες και μπορούν να επηρεάσουν την ομαλή εξέλιξη της δραστηριότητας.

2.5.7. Διαχείριση τεχνικών έργων

Η διαχείριση των μεγάλων τεχνικών έργων σε επιφανειακά ορυχεία μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη σε όλα τα στάδια του μεταλλευτικού σχεδιασμού και ιδιαίτερα στο στάδιο της λήψης απόφασης για τη στρατηγική ανάπτυξη των ορυχείων (Ρούμπος κ.ά, 2011).

Στο πλαίσιο αυτό απαιτείται ο κατάλληλος προγραμματισμός για τη μετατόπιση μεγάλων τεχνικών έργων (σιδηροδρομικό δίκτυο, οδικό δίκτυο, γραμμές μεταφοράς, ποτάμια) διότι πρόκειται για διαδικασίες ευρείας

κλίμακας, οι οποίες απαιτούν την εμπλοκή και συνεννόηση πολλών, ετερογενών φορέων.

2.5.8. Επιλογή μεθόδου εκμετάλλευσης

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εκμετάλλευσης (συνεχούς, ασυνεχούς λειτουργίας ή και συνδυασμός αυτών) είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή και διαστασιολόγηση του εξοπλισμού της εκμετάλλευσης.

Είναι απαραίτητη η συνεχής παρακολούθηση και επικαιροποίηση των παραπάνω παραγόντων του μεταλλευτικού σχεδιασμού, λόγω της μεγάλης διάρκειας των εργασιών εκμετάλλευσης αλλά και του δυναμικού και συνεχώς μεταβαλλόμενου χαρακτήρα τους.

2.6. ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Οι δείκτες αποτελούν ενδείξεις ενός σύνθετου συμβάντος ή συστήματος. Είναι τμήμα της πληροφορίας που χαρακτηρίζει το σύστημα και έχουν επεξηγηματική αξία μόνο εντός ενός κατάλληλου πλαισίου, το οποίο περιγράφει το σύστημα ή το συμβάν.

Ένας δείκτης μπορεί να είναι μία μεταβλητή (π.χ. όγκος ανακυκλούμενου νερού, απολαβές) ή μια συνάρτηση μεταβλητών (π.χ. σχέση αγόνων προς μέταλλευμα, σχέση αποκατεστημένης έκτασης προς έκταση εξόρυξης). Επιπλέον, ένας δείκτης μπορεί να είναι μια ποιοτική μεταβλητή (π.χ. παιδική εργασία: ναι ή όχι), μια κλιμακούμενη μεταβλητή (π.χ. χαμηλότερο ή υψηλότερο ποσοστό ατυχημάτων) ή μια ποσοτική μεταβλητή (π.χ. κατανάλωση ενέργειας σε kW/έτος). Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι ένα σύνθετο ζήτημα, το οποίο απαιτεί για την ανάγνωση και αντιμετώπισή του, μια ολοκληρωμένη ή διασυνδεδεμένη σειρά δεικτών (Mollerherm et al, 2005).

Στη συνέχεια γίνεται μια αναφορά στα γενικά χαρακτηριστικά των δεικτών και τις ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν αυτοί, ώστε να είναι λειτουργικοί και αποτελεσματικοί, καθώς και μια σύντομη παρουσίαση χαρακτηριστικών συστημάτων δεικτών που έχουν κατά καιρούς προταθεί και εφαρμοσθεί από διάφορους οργανισμούς. Τέλος, συγκεντρώνονται μια σειρά δεικτών που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας στην εξορυκτική βιομηχανία, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα χαρακτηριστικά των δεικτών και τα ήδη υφιστάμενα συστήματα, όσο και την ανάλυση που έχει πραγματοποιηθεί στα προηγούμενα κεφάλαια.

2.6.1. Γενικά χαρακτηριστικά δεικτών - Ελάχιστες απαιτήσεις

Μια σειρά δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης έχουν αναπτυχθεί από διάφορους φορείς, όπως κυβερνητικές και μη κυβερνητικές οργανώσεις, επιτροπές και οργανισμούς προτυποποίησης, τοπικούς, εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς, βιομηχανίες και εκπαιδευτικά ιδρύματα. Παρακάτω, παρουσιάζονται μερικές από τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι δείκτες, ώστε να είναι λειτουργικοί (Fernandez et al, 2005, Nordheim και Barrasso, 2005, Chamaret και Recoche, 2005, Mollerherm et el, 2005, Belton και Stewart, 2002).

- ✓ Ο αριθμός τους πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος, ώστε να εξασφαλιστεί η ικανότητα διαχείρισης του πλαισίου. Παρολ' αυτά, όλες οι σημαντικές, θετικές ή αρνητικές επιδράσεις στη βιωσιμότητα της δραστηριότητας πρέπει να προσμετρούνται.
- ✓ Πρέπει να ισορροπούν μεταξύ των τριών πυλώνων της βιώσιμης ανάπτυξης (οικονομία, περιβάλλον, κοινωνία).
- ✓ Πρέπει να είναι μετρήσιμοι και να διατυπώνουν ποσοτικά τα δεδομένα ή/και να περιγράφουν ποιοτικά τα δεδομένα. Τα δεδομένα πρέπει να διακρίνονται από επάρκεια, ακρίβεια και ποιότητα.
- ✓ Πρέπει να διακρίνονται από απλότητα, ώστε να είναι κατανοητοί από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.
- ✓ Πρέπει να είναι εφαρμόσιμοι σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.
- ✓ Τα δεδομένα και οι δείκτες πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμοι για οποιοδήποτε εμπλεκόμενο φορέα. Το πλαίσιο εφαρμογής καθώς και η μέθοδος υπολογισμού των δεικτών πρέπει να χαρακτηρίζονται από διαφάνεια και να είναι διαθέσιμοι κάθε χρονική στιγμή για έλεγχο
- ✓ Πρέπει να είναι διακριτοί και να μην αλληλοσχετίζονται. Όσοι εκφράζουν παρόμοια μεγέθη, να συνδέονται με έναν συνδυαστικό δείκτη.

- ✓ Πρέπει να διακρίνονται από ακρίβεια, εγκυρότητα και αξιοπιστία. Η εφαρμογή για τον υπολογισμό τους πρέπει να δίνει το ίδιο αποτέλεσμα, όταν πραγματοποιείται υπό τις ίδιες συνθήκες.
- ✓ Πρέπει να εφαρμόζονται καθ' όλον τον κύκλο λειτουργίας ενός έργου εξόρυξης (έρευνα, προετοιμασία, λειτουργία, αποκατάσταση), με δυνατότητα υπολογισμού τους, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να διακρίνεται και να αποτυπώνεται κάθε μεταβολή του συστήματος.
- ✓ Πρέπει να διέπονται από συνέπεια και σταθερότητα, ώστε να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα που προκύπτουν κατά την εφαρμογή τους, σε διάφορα στάδια της εξορυκτικής διαδικασίας.

Συνοπτικά και σύμφωνα με τα παραπάνω, οι δείκτες πρέπει να είναι **μετρήσιμοι, ακριβείς, σταθεροί, κατανοητοί, εύκολοι στη διαχείριση και με δυνατότητα εφαρμογής σε παρόμοια συστήματα.**

2.6.2. Συστήματα δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης στην εξορυκτική βιομηχανία

Οι δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την αποτίμηση της βιωσιμότητας μιας δραστηριότητας. Η εξορυκτική βιομηχανία προσάρμοσε τους ήδη υπάρχοντες δείκτες στις ανάγκες της και πρότεινε νέους ειδικούς δείκτες, οι οποίοι θα ανταποκρίνονται καλύτερα στις ιδιαιτερότητες, στις απαιτήσεις και στις επιδράσεις της εξορυκτικής διαδικασίας στο περιβάλλον, στην οικονομία και στην κοινωνία.

Η Παγκόσμια Μεταλλευτική Πρωτοβουλία (Global Mining Initiative, GMI, 1998) αποτέλεσε την πρώτη κίνηση προώθησης της βιώσιμης ανάπτυξης στον κλάδο, με την υιοθέτηση δεικτών για την οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική αποτίμηση των εξορυκτικών διαδικασιών. Ακολούθησαν και άλλες πρωτοβουλίες προς αυτή την κατεύθυνση, όπως η Πρωτοβουλία για Ορυκτά και Μέταλλα στον Καναδά (Canadian Minerals and Metals Initiative, MMI, 1999), ο Ευρωπαϊκός Σύνδεσμος Βιομηχανικών Ορυκτών (Industrial

Minerals Association, 2002), η πρωτοβουλία Εξόρυξη, Ορυκτά και Βιώσιμη Ανάπτυξη (Mining Minerals and Sustainable Development, MMSD 2002) και η Στρογγυλή Τράπεζα Βιώσιμων Ορυκτών στις Ηνωμένες Πολιτείες (United States Sustainable Minerals Roundtable, SMR, 2003).

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται συνοπτικά τα κυριότερα συστήματα δεικτών, που εφαρμόζονται για την αξιολόγηση της βιώσιμης ανάπτυξης στην εξορυκτική βιομηχανία (Κωνσταντινοπούλου, 2015).

2.6.2.1. Global Reporting Initiative

Η **Global Reporting Initiative (GRI)** ιδρύθηκε στη Βοστώνη (1997) και είναι ένας διεθνής, ανεξάρτητος οργανισμός προτυποποίησης, ο οποίος βοηθά κυβερνήσεις, επιχειρήσεις και άλλους οργανισμούς να κατανοήσουν και να αντιμετωπίσουν θέματα που προκύπτουν από τις δραστηριότητές τους και σχετίζονται με τη βιώσιμη ανάπτυξη. Έως το έτος 2015, πάνω από 7.500 οργανισμοί χρησιμοποιούν τις Κατευθυντήριες Οδηγίες GRI (GRI Guidelines) για τις Εκθέσεις βιωσιμότητας (sustainability reports).

Η αναφορά βιωσιμότητας είναι μια έκθεση, η οποία εκδίδεται από την εταιρεία ή τον οργανισμό σχετικά με τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις δραστηριότητές τους. Ο απολογισμός αυτός επιτρέπει στην εταιρεία ή στον οργανισμό να αποτιμήσει τις επιδόσεις του σε θέματα βιωσιμότητας, παρέχοντάς του τη δυνατότητα διαφάνειας σε θέματα ευκαιριών και κινδύνων που αντιμετωπίζει. Οι δείκτες αντιμετωπίζονται ως εργαλεία για εξαγωγή συμπερασμάτων από τις αναφορές βιωσιμότητας.

Η GRI ανέπτυξε εξειδικευμένους δείκτες για την εξορυκτική βιομηχανία εφόσον πρώτα εξετάστηκαν ειδικά θέματα που απασχολούν τον κλάδο, όπως είναι οι χρήσεις γης, η συνεισφορά των ΟΠΥ στην εθνική οικονομία, η συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας και των εμπλεκόμενων φορέων, οι εργασιακές σχέσεις και η διαχείριση του περιβάλλοντος (Κωνσταντινοπούλου, 2015).

Οι εξειδικευμένοι αυτοί δείκτες (περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί), όταν συνδυαστούν με τους γενικούς δείκτες, οι οποίοι είναι σταθεροί και εφαρμόσιμοι σε όλες τις επιχειρήσεις, ανεξάρτητα του αντικειμένου των δραστηριοτήτων τους, δημιουργούν το σύνολο των δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης που εφαρμόζονται στην εξορυκτική βιομηχανία.

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες GRI για την εξορυκτική βιομηχανία αναφέρονται σε θέματα βιοποικιλότητας (αποκατεστημένες και μη αποκατεστημένες περιοχές, εκτάσεις υπό εκμετάλλευση, στις οποίες επιβάλλεται να εφαρμοστούν σχέδια διαχείρισης και εκτάσεις, στις οποίες εφαρμόζονται) και θέματα εκπομπών υγρών και στερεών αποβλήτων (διαχείριση αγόνων υλικών και αποβλήτων κατεργασίας).

Οι κοινωνικοί δείκτες GRI για την εξορυκτική βιομηχανία συμπεριλαμβάνουν την απασχόληση, τα δικαιώματα των αυτοχθόνων πληθυσμών, θέματα της κοινότητας (αριθμός διαφωνιών σχετικά με τις χρήσεις γης και τα δικαιώματα των τοπικών κοινοτήτων), τις αναγκαίες μετεγκαταστάσεις, τις διαδικασίες παύσης των εργασιών.

2.6.2.2. Raw Materials Supply Group

Η **Raw Materials Supply Group (RMSG)** είναι μια ομάδα ενδιαφερομένων μερών, η οποία περιλαμβάνει εκπροσώπους των μελών – κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, των υποψήφιων προς ένταξη χωρών, φορέων της βιομηχανίας, των εργατικών σωματείων και διάφορων ΜΚΟ. Στα τέλη του 2000, η RMSG δημιούργησε μια ειδική ομάδα εργασίας, με σκοπό να αναπτυχθεί ένα σύνολο δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης για τη μη ενεργειακή εξορυκτική βιομηχανία. Οι συμμετέχοντες ήταν ειδικοί από τη βιομηχανία και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως μια περιβαλλοντική ΜΚΟ και ένα πανεπιστήμιο.

Οι στόχοι των δεικτών RMSG είναι να προαχθεί ο διάλογος μεταξύ των μελών – κρατών της Ε.Ε. για το πώς η μη ενεργειακή εξορυκτική βιομηχανία μπορεί να συνεισφέρει προς την κατεύθυνση της βιώσιμης Ευρώπης, να διευρυνθεί το φάσμα των πληροφοριών που είναι απαραίτητες για τον δημόσιο διάλογο

και να επισημανθούν οι τάσεις και οι προτεραιότητες που σχετίζονται με την εξόρυξη.

Μετά τη διενέργεια έντεκα συναντήσεων, προτάθηκε ένα αρχικό πλαίσιο 31 δεικτών, το οποίο εφαρμόστηκε πιλοτικά στο τέλος του 2001 σε 152 βιομηχανίες. Ως αποτέλεσμα της εφαρμογής και της ανάλυσης των αποτελεσμάτων, τελικά προτάθηκαν 20 δείκτες, 13 εκ των οποίων καλύπτουν τις εξορυκτικές δραστηριότητες σε επίπεδο εταιρείας (company level indicators) και 7 σε επίπεδο μελών – κρατών (member state indicators). Το σύστημα RMSG αποτελεί ένα εύχρηστο πλαίσιο δεικτών, το οποίο επιτρέπει στη βιομηχανία να προβάλλει τα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη που προκύπτουν από τις δραστηριότητές της αλλά και τις προσπάθειες για μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επίσης, βοηθά τις διοικήσεις σε τοπικό και εθνικό επίπεδο να αξιολογήσουν την απόδοση της εξορυκτικής βιομηχανίας και να λάβουν αποφάσεις σχετικά με θέματα αδειοδοτήσεων των εξορυκτικών εργασιών. Τέλος, μέσω των δεικτών, το κοινωνικό σύνολο, οι ΜΚΟ και τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης δύναται να κατανοήσουν τις ανάγκες και τους περιορισμούς της εξορυκτικής βιομηχανίας (Anciaux, 2005).

Στη συνέχεια (Πίνακες 3 και 4) αναφέρονται οι δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης RMSG:

Πίνακας 3: Δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης RMSG στην εξορυκτική, μη ενεργειακή βιομηχανία (επίπεδο κρατών - μελών). EU Non-Energy Extractive Industry — Sustainable Development Indicators 2001-2003

Δείκτες	Αποτίμηση
Πρόσβαση στους πόρους	Αριθμός αδειών εξόρυξης που χορηγήθηκαν προς αριθμός αιτήσεων
Έκταση που έχει παραχωρηθεί	Παραχωρημένη έκταση για εξορυκτικές δραστηριότητες προς συνολική έκταση χώρας
Ανάγκη σε υλικά	Κατά κεφαλήν
Συνεισφορά στο ΑΕΠ	Κύκλος εργασιών προς ΑΕΠ
Εμπορικό ισοζύγιο	Προϊόντα παραγόμενα εντός ΕΕ προς αντίστοιχα εισαγόμενα
Ευαισθησία	Αριθμός περιοχών Natura 2000 που γειτνιάζουν με τη δραστηριότητα
Εξωτερική συνεργασία	Υλοποίηση προγραμμάτων

Πίνακας 4: Δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης RMSG στην εξορυκτική, μη ενεργειακή βιομηχανία (επίπεδο εταιρείας). EU Non-Energy Extractive Industry — Sustainable Development Indicators 2001-2003

Δείκτες	Αποτίμηση
Απασχόληση	Άμεση
	Έμμεση (κατασκευαστές, σύμβουλοι)
Γεωλογικές έρευνες	Κόστος ανά κύκλο συναλλαγών
Έρευνα και ανάπτυξη	Κόστος ανά κύκλο συναλλαγών
Μεταφορά	Μέση απόσταση μεταφοράς προς τους πελάτες
	Ποσοστό μεταφοράς μέσω οδικού - σιδηρ. δικτύου και θαλάσσιων οδών
Υγεία και ασφάλεια εργαζομένων	Αριθμός θανατηφόρων ανά έτος
	Αριθμός χαμένων ωρών από ατυχήματα προς συνολικές ώρες
	Αριθμός εκπαιδευτικών ωρών προς συνολικές ώρες
Επικοινωνία με την κοινότητα	Σύστημα καταγραφής - απάντησης παραπόνων (ναι ή όχι)
	Αριθμός δημόσιων διαβουλεύσεων
Ανάπτυξη δεξιοτήτων	Ώρες εκπαίδευσης προς συνολικές ώρες
Ενεργειακή απόδοση	Ενέργεια (MJ) ανά παραγωγική μονάδα
Απαιτήσεις για νερό	Κατανάλωση νερού ανά παραγωγική μονάδα
Έκταση γης	Συνολική έκταση γης για την εξορυκτική δραστηριότητα
Διαχείριση γης	Συνολική έκταση γης που αποδίδεται για ωφέλιμη χρήση προς νέες εκτάσεις για εξόρυξη
Χρήση επικίνδυνων ουσιών	Ποσοστό των επικίνδυνων ουσιών που παρουσιάζουν κίνδυνο για το περιβάλλον ή / και την ανθρώπινη υγεία ανά παραγωγική μονάδα
Περιβαλλοντικά συμβάντα	Αριθμός και τύπος

2.6.2.3. Sustainable Minerals Roundtable

Η ομάδα εργασίας **Sustainable Minerals Roundtable (SMR)** δημιουργήθηκε το 1999, με σκοπό την ανάπτυξη ενός πλαισίου δεικτών σε εθνικό επίπεδο για να αξιολογηθεί η συνεισφορά των εξορυκτικών δραστηριοτήτων στη βιώσιμη ανάπτυξη στις ΗΠΑ. Οι συμμετέχοντες, μετά από μια σειρά συναντήσεων και την αξιολόγηση και άλλων συστημάτων (από τον Καναδά, το Ηνωμένο Βασίλειο και την Αυστραλία) πρότειναν νέους δείκτες, χρησιμοποιώντας ως βάση την πρωτοβουλία Montreal Process. Η πρωτοβουλία αυτή αναπτύχθηκε το 1995 για την αειφόρο διαχείριση των δασών και είχε ως αποτέλεσμα την υπογραφή της διακήρυξης Santiago (Santiago Declaration), η οποία πρότεινε 7 κριτήρια και 67 δείκτες για τον σκοπό αυτόν. Η SMR υιοθέτησε 4 από τα 7 κριτήρια, θεωρώντας ότι αυτά είναι εφαρμόσιμα στη μεταλλευτική, ενώ τα υπόλοιπα 3 κρίθηκαν ότι δεν εμπίπτουν στο συγκεκριμένο πεδίο. Η SMR διέκρινε πάνω από 200 πιθανούς δείκτες και προτρέπει τους ενδιαφερομένους να συνδυάσουν αυτούς τους δείκτες και να καταλήξουν στο πλαίσιο εκείνο που ικανοποιεί τις ανάγκες και τις απαιτήσεις τους. Τα 4 εφαρμόσιμα κριτήρια, οι στόχοι τους, καθώς και τα υποκριτήρια αυτών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Κριτήρια – υποκριτήρια και στόχοι σύμφωνα με τη SMR

Κριτήριο 1: Κριτήριο Παραγωγικής Ικανότητας	
Στόχος: Αξιολόγηση ΟΠΥ της χώρας και ικανότητας να ικανοποιηθούν οι ανάγκες της σημερινής και των μελλοντικών γενιών	Υποκριτήρια
	Πόροι
	Δυνατότητα ερευνών
	Δυνατότητα εξόρυξης
	Δυνατότητα επεξεργασίας
	Κατανάλωση ενέργειας και ορυκτών
Κριτήριο 2: Περιβαλλοντικό Κριτήριο	
Στόχος: Επιρροές της εξορυκτικής δραστηριότητας στο περιβάλλον (αέρας, επιφανειακά και υπόγεια νερά, εδάφη)	Υποκριτήρια
	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
	Διαχείριση εξόρυξης - επεξεργασίας
	Αποκαταστάσεις εδαφών
	Εκπομπές στο περιβάλλον
Κριτήριο 3: Κοινωνικο-οικονομικό Κριτήριο	
Στόχος: Παροχή πληροφοριών για την αξιολόγηση των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων από τις εξορυκτικές δραστηριότητες	Υποκριτήρια
	Οικονομικά οφέλη (τοπικό επίπεδο)
	Οικονομικά οφέλη (εθνικό επίπεδο)
	Πολιτιστικές και κοινωνικές ανάγκες
	Δικαιοσύνη και αμεροληψία
	Αναψυχή και τουρισμός
Κριτήριο 4: Νομικό και θεσμικό Κριτήριο	
Στόχος: Περιγραφή γενικού πλαισίου πολιτικής εντός του οποίου λαμβάνουν χώρα οι εξορυκτικές δραστηριότητες	Υποκριτήρια
	Νομικό πλαίσιο
	Θεσμικό πλαίσιο
	Οικονομικό πλαίσιο
	Ικανότητα μέτρησης και παρακολούθησης δεικτών
	Ικανότητα για έρευνα και ανάπτυξη

2.6.2.4. Mining Minerals and Sustainable Development

Το έτος 1999, εννέα διευθυντικά στελέχη, μίας σειράς από τις μεγαλύτερες εξορυκτικές επιχειρήσεις, συναντήθηκαν στο Νταβός της Ελβετίας, καθοδηγούμενοι από την ανησυχία ότι η αποκοπή των πρακτικών εξόρυξης από τις αξίες και τις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας, θα έχει ως συνέπεια την απώλεια της κοινωνικής άδειας λειτουργίας (social licence to operate). Το αποτέλεσμα της πρωτοβουλίας αυτής, υπό την αιγίδα διάφορων φορέων (International Institute for Environment and Development, IIED και World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) ήταν το πρόγραμμα **Mining Minerals and Sustainable Development (MMSD)**. Ως στόχοι του προγράμματος MMSD τέθηκαν η αξιολόγηση της παγκόσμιας εξορυκτικής δραστηριότητας και το πόσο μπορεί αυτή να συμβαδίσει με τη βιώσιμη ανάπτυξη, η πρόταση ενός σχεδίου δράσης για τη βελτίωση της απόδοσης των εξορυκτικών επιχειρήσεων και η δημιουργία μιας πλατφόρμας για τη συνεχή συνεργασία με όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς.

Ένα από τα επιμέρους έργα (Task II) της πρωτοβουλίας, ήταν να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι εξορυκτικές δραστηριότητες μπορούν να συμβάλλουν στην έννοια της βιωσιμότητας. Η συγκεκριμένη πρωτοβουλία ανέλαβε να αναπτύξει ένα σύνολο από αρχές, κριτήρια και δείκτες, που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για να αναλυθούν η έρευνα, ο σχεδιασμός, η λειτουργία και η ολοκλήρωση της δραστηριότητας, στο πλαίσιο της βιωσιμότητας, καθώς και να προτείνει προσεγγίσεις ή στρατηγικές για την αποτελεσματική εφαρμογή αυτού του συνόλου.

Το πρόγραμμα MMSD δεν προτείνει συγκεκριμένους δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης αλλά την αξιολόγηση της βιωσιμότητας της δραστηριότητας, εξετάζοντας επτά βασικά στοιχεία αειφορίας. Για κάθε ένα από τα επτά στοιχεία, αντιστοιχεί ένα ερώτημα, το οποίο χρησιμοποιείται ως μέσο για την αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης συμβολής τους στη βιωσιμότητα της δραστηριότητας (Seven Questions to Sustainability, MMSD, 2002). Οι ερωτήσεις σε συνδυασμό με την ιδανική απάντηση (ideal answer) που δίνεται από το σύστημα, αποτελούν τη βάση για τη χάραξη του καταλληλότερου πλαισίου δεικτών.

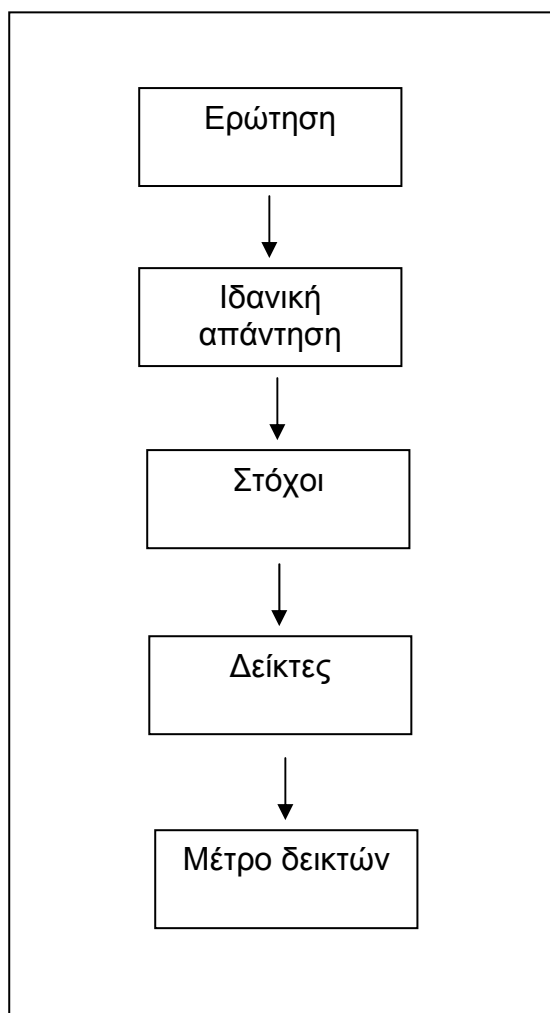
Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα επτά βασικά στοιχεία βιωσιμότητας και οι ερωτήσεις που αντιστοιχούν σε αυτά.

Πίνακας 6: Επτά ερωτήσεις για τη βιωσιμότητα
(Seven Questions to Sustainability, MMSD, 2002)

1. Συμμετοχή
Έχει εξασφαλιστεί η συμμετοχή όλων των επηρεαζόμενων κοινωνικών εταίρων στη λήψη αποφάσεων για θέματα που επηρεάζουν το μέλλον τους; Είναι οι διαδικασίες συμμετοχής σύμφωνες με τα νομικά, θεσμικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά της κοινότητας ή χώρας που εκτελείται το έργο;
2. Κοινότητα
Η εκτέλεση του έργου θα έχει ως άμεσο ή έμμεσο αποτέλεσμα τη διατήρηση ή και βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού, τόσο κατά τη διάρκεια του έργου, όσο και μετά την ολοκλήρωσή του;
3. Περιβάλλον
Η εκτέλεση του έργου θα συμβάλει, άμεσα ή έμμεσα, στη διατήρηση ή την ενίσχυση της ακεραιότητας των βιοφυσικών συστημάτων, ώστε να μπορούν αυτά και μετά το πέρας των εργασιών να υποστηρίξουν την ευημερία των ανθρώπων και άλλων μορφών ζωής;
4. Οικονομία
Είναι εξασφαλισμένη η οικονομική βιωσιμότητα του έργου έτσι ώστε αυτό να συμβάλει στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της τοπικής, περιφερειακής και παγκόσμιας οικονομίας, με τρόπους που θα συμβάλουν στην εξασφάλιση επάρκειας για όλους και στην παροχή ευκαιριών στους λιγότερο ευνοημένους;
5. Παραδοσιακές και μη εμπορικές δραστηριότητες
Θα συμβάλει το έργο στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των παραδοσιακών και μη εμπορικών δραστηριοτήτων των τοπικών κοινοτήτων;
6. Θεσμικά όργανα και διακυβέρνηση
Παρέχεται το θεσμικό πλαίσιο, στο οποίο μπορούν να προσφύγουν οι αρχές, οι εταιρείες, οι τοπικές κοινότητες και οι εμπλεκόμενοι φορείς για ζητήματα που προκύπτουν τόσο κατά τη διάρκεια λειτουργίας του έργου, όσο και μετά την ολοκλήρωσή του;
7. Ολοκληρωμένη αξιολόγηση και διαρκής εκπαίδευση
Υπάρχει ένα σύστημα περιοδικής και συνεχούς αξιολόγησης ώστε να πραγματοποιείται εξέταση όλων των εναλλακτικών λύσεων σε επίπεδο έργου και στρατηγικής; Ταυτόχρονα υπάρχει ένα σύστημα σύνθεσης των απαντήσεων στις παραπάνω ερωτήσεις, ώστε να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα του έργου μακροπρόθεσμα;

Η ερώτηση 1 διερευνά το επίπεδο της σχέσης μεταξύ του έργου και των εμπλεκόμενων φορέων. Οι ερωτήσεις 2 και 3 επικεντρώνονται στα αποτελέσματα, σχετικά με την ευημερία των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων, που πρέπει να μελετηθούν για να αξιολογηθεί η επίδοση του έργου. Οι ερωτήσεις 4, 5 και 6 εστιάζουν στα μέσα που είναι διαθέσιμα για την επίτευξη της ευημερίας ανθρώπων και οικοσυστημάτων. Τέλος, η ερώτηση 7 επιτρέπει να διερευνηθεί και αξιολογηθεί ολόκληρο το σύστημα και όχι μόνο τα επιμέρους στοιχεία του, ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται η διαδικασία ορισμού των δεικτών μέσω του συστήματος των επτά ερωτήσεων.



Σχήμα 4: Αλληλουχία ενεργειών για τον προσδιορισμό δεικτών (MMSD, 2002)

2.6.2.5. Δείκτες Βιώσιμης Ανάπτυξης του Συνδέσμου Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων

Ο **Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων (ΣΜΕ)** είναι το επαγγελματικό σωματείο των ελληνικών εξορυκτικών επιχειρήσεων από το έτος 1924, με έδρα την Αθήνα. Βασικός σκοπός του είναι η ισχυροποίηση και η προώθηση του ελληνικού εξορυκτικού κλάδου, ως πυρήνα περιφερειακής και εθνικής ανάπτυξης και διεθνούς επιχειρηματικής δραστηριότητας και η καλλιέργεια σχέσεων με τους εργαζόμενους και τις τοπικές κοινωνίες των περιοχών στις οποίες δραστηριοποιούνται οι επιχειρήσεις - μέλη του (<http://www.sme.gr/>).

Στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης οι επιχειρήσεις - μέλη του ΣΜΕ έχουν υιοθετήσει τον παρακάτω Κώδικα Αρχών Βιώσιμης Ανάπτυξης.

Πίνακας 7: Κώδικας Αρχών Βιώσιμης Ανάπτυξης ΣΜΕ

1	Ενσωμάτωση αρχών βιώσιμης ανάπτυξης στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων των εταιριών-μελών.
2	Εφαρμογή αρχών και πρακτικών επιχειρηματικής ηθικής και σύγχρονων συστημάτων εταιρικής διακυβέρνησης
3	Εκπλήρωση με συνέπεια των θεσμοθετημένων υποχρεώσεων και παροχή ορθής και συστηματικής ενημέρωσης και πληροφόρησης σε όσους επηρεάζονται ή επηρεάζουν τις δραστηριότητες των επιχειρήσεων
4	Επιδίωξη ειλικρινή διαλόγου με όσους επηρεάζονται ή επηρεάζουν τις δραστηριότητες των επιχειρήσεων, με πνεύμα αμοιβαίας κατανόησης των απόψεων των διαφόρων μερών.
5	Υιοθέτηση της ανάπτυξης και εφαρμογής ορθών και επιστημονικά θεμελιωμένων μεθόδων σχεδιασμού των εξορυκτικών δραστηριοτήτων για την αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος, και για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας
6	Διευκόλυνση και ενθάρρυνση της σχεδίασης προϊόντων και διαδικασιών παραγωγής, της χρήσης και ανακύκλωσης των προϊόντων και της διάθεσης των αποβλήτων, με υπεύθυνο τρόπο
7	Επένδυση σε φυσικούς, τεχνολογικούς, οικονομικούς και ανθρώπινους πόρους με σκοπό την ανάπτυξη και συνεχή βελτίωση της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας σε βάθος χρόνου
8	Επιδίωξη της συνεχούς βελτίωσης των επιδόσεων στον τομέα της υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας
9	Δημοσιοποίηση στοιχείων για την παρακολούθηση της προόδου που αφορά στις οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιδόσεις του κλάδου, με ιδιαίτερη έμφαση στους τομείς της υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας
10	Συμβολή των επιχειρήσεων, ως «ενεργοί πολίτες», στην κοινωνική, οικονομική, πολιτιστική και θεσμική ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών στις οποίες δραστηριοποιούνται.

Οι επιχειρήσεις του ΣΜΕ έχουν δεσμευτεί για την τήρηση του Κώδικα, ο οποίος αποσκοπεί στη συνεχή βελτίωση των επιδόσεών τους στον οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό τομέα, απεικονίζοντας την εφαρμογή τους με αντίστοιχους μετρήσιμους δείκτες που δημοσιοποιούνται σε κάθε ετήσιο απολογισμό του. Στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται οι δείκτες που καταγράφηκαν από τις Εταιρείες μέλη του ΣΜΕ για την περίοδο 2014-2015.

Πίνακας 8: Δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης ΣΜΕ (2014-2015)

	2014	2015
1. Απασχόληση		
1α. Μέσος όρος ήμεσα απασχολούμενου προσωπικού (άτομα)	9,804	10,279
1β. Μέσος όρος ήμεσα απασχολούμενου προσωπικού, σε ισοδύναμο ακαϊάου (άτομα) (περιλαμβάνει εργολάβους και ΔΧ)	5,126	5,424
1γ. Συνολικός αριθμός ωρών εργασίας (αφορά το 1α & 1β)	29,640,218	31,271,842
1δ. Όρες εργασίας ανά τόνο εμπορεύσιμου προϊόντος	0,4	0,42
2. Ανάπτυξη Δεξιοτήτων		
2α. Συνολικός αριθμός ωρών εκπαίδευσης	175,171	129,892
2β. Όρες εκπαίδευσης ανά εργαζόμενο (2α / 1α +1β)	11,73	8,27
3. Ασφάλεια – Υγιεινή Εργαζομένων		
3α. Συνολικός αριθμός απωλεσθεισών ωρών εργασίας λόγω ατυχημάτων	27,927	32,040
3α'. Συνολικός αριθμός απωλεσθεισών ωρών εργασίας λόγω ατυχημάτων	22,278,852	27,985,319
3β. Συνολικός αριθμός ωρών εκπαίδευσης σε «Ασφάλεια – Υγιεινή»	82,079	82,168
3γ. Όρες εκπαίδευσης σε «Ασφάλεια – Υγιεινή» ανά εργαζόμενο (3β / 1α +1β)	5,49	5,23
3δ. Συνολικός αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων	5	3
3ε. Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων ανά εργαζόμενο (3δ / 1α +1β)	0,00033	0,0002
3στ. Δείκτης συνόπτως (συντ.106) του συνολικού απασχολούμενου προσωπικού για το οποίο υπάρχει ευθύνη επίβλεψης	3,81	3,32
3ζ. Δείκτης σοβαρότητας (συντ.106) του συνολικού απασχολούμενου προσωπικού για το οποίο υπάρχει ευθύνη επίβλεψης	156,69	96,19
3η. Ποσοστό εργαζομένων που παρακολουθούνται περιοδικά με ιατρικές εξετάσεις (από το σύνολο των ήμεσα απασχολούμενων)	80%	80%
4. Συνολικός κύκλος εργασιών & παραγωγή		
4α. Συνολικός κύκλος εργασιών (€)	1.835.555.951	1.932.612.225
4β. Παραγωγή εμπορεύσιμου προϊόντος (τόν)	73.164.282	72.750.904
5. Δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης		
5α. Συνολικές δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης (€)	11.402.100	4.700.975
5β. Δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης ανά τόνο εμπορεύσιμου προϊόντος (5α / 4β)	0,15	0,065
6. Επικοινωνία με Κοινωνία		
6α. Αριθμός ανοικτών εκδηλώσεων	65	60
6β. Αριθμός επισκεψιμών σχολείων / Πανεπιστημίων	147	157
6γ. Αριθμός εκπαιδευμένων σπουδαστών	728	1155
6δ. Πόροι (ευρώ) που διατίθενται στην τοπική κοινωνία (έργα, υποστήριξη συλλόγων, συμμετοχή σε αναπτυξιακές προσπάθειες, υποτροφίες, βραβεία κ.α.)	4.266.000	3.468.526
6ε. Πόροι (ευρώ) που διατίθενται στην ευρύτερη κοινωνία (έργα, χορηγίες, υποτροφίες, βραβεία κ.α.)	1.102.275	2.360.769
7. Απαιτήσεις σε ενέργεια		
7α. Συνολική κατανάλωση ενέργειας (M.J)	47.112.488,470	45.759.514,099
7β. Κατανάλωση ενέργειας ανά τόνο εμπορεύσιμου προϊόντος (7α / 4β)	642,7	628,9
8. Απαιτήσεις σε νερό		
8α. Συνολική καθαρή κατανάλωση νερού. (m ³) (νερό από δίκτυο, από γεωτρήσεις, από υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, από επιφανειακό ταμειεύτρωμα)	12.529,472	14.978,309
8β. Συνολική κατανάλωση νερού από ανακύκλωση (m ³)	11.950,134	11.486,075
8γ. Συνολική κατανάλωση νερού στην παραγωγική διαδικασία (m ³)	20.938,290	21.806,182
8δ. Συνολική καθαρή κατανάλωση νερού ανά τόνο εμπορεύσιμου προϊόντος (8α / 4β)	0,17	0,2
8ε. Κατανάλωση νερού στην αποκατάσταση περιβάλλοντος (m ³)	345,261	408,642
9. Απαιτήσεις σε γη – Αποκατάσταση περιβάλλοντος		
9α. Συνολική επιφάνεια γης που χρησιμοποιείται για εκμετάλλευση, στο τέλος του ημερολογιακού έτους (στρέμματα)	182,856	181,314
9β. Συνολική επιφάνεια γης που αποκαθίσταται (αποκατάσταση μη ολοκληρωμένη) (στρέμματα)	7,343	13,876
9γ. Συνολική επιφάνεια γης που έχει αποκατασταθεί ή που έχει επαναφερθεί σε επωφελή χρήση, από την εφαρμογή του νόμου 998 (στρέμματα)	65,620	68,875
9δ. Αριθμός φυτευθέντων δενδρυλλίων και θάμνων το τρέχον έτος	190,755	317,450
9ε. Δαπάνες αποκατάστασης ορυχείων και προστασίας περιβάλλοντος (€) το τρέχον έτος	11.792,518	15.094,525
9στ. Δαπάνες αποκατάστασης και προστασίας περιβάλλοντος ανά τόνο εμπορεύσιμου προϊόντος (9ε / 4β)	0,16	0,21
10. Παραγωγή – διαχείριση αποβλήτων		
10α. Απόβλητα εξορυκτικής διαδικασίας και κατεργασιών το τρέχον έτος (τόνου) (συμπεριλαμβάνονται και τα στείρα)	519.594,157	490.180,145
10β. Απόβλητα εξορυκτικής διαδικασίας και κατεργασιών το τρέχον έτος ανά τόνο εμπορεύσιμου προϊόντος (10α/4β)	7,1	6,73
10γ. Εξορυκτικά απόβλητα που διαχειτεύθηκαν το τρέχον έτος για πλήρωση εκσκαφών (τόνου)	451.619,647	407.311,457
10δ. Παραγωγή παραπροϊόντων το τρέχον έτος από εξορυκτικά απόβλητα ή από απόβλητα κατεργασιών (τόνου)	1.439,238	1.201,129
10ε. Μη εξορυκτικά απόβλητα που δόθηκαν σε ανακύκλωση (κιλά)	15.869,090	9.052,262
11. Χρησιμοποίηση επικινδύνων ουσιών		
11α. Ποσότητα ταξινομημένων επικινδύνων ουσιών που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία παραγωγής (τα λιπαντικά δεν περιλαμβάνονται), σύμφωνα με την οδηγία 67/548/ΕΕΚ (τόν)	45,973,07	9.668,740,44
12. Πιστοποίηση εταιρειών μελών		
12α. Πιστοποίηση κατά ISO 9001/2	86%	85%
12β. Πιστοποίηση κατά ISO 14001	56%	56%
12γ. Πιστοποίηση OHSAS 18001	43%	50%

2.6.3. Σύνοψη δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης για την αξιολόγηση εξορυκτικών δραστηριοτήτων

Στη συνέχεια, συνοψίζοντας τις ισχύουσες προτάσεις για ανάπτυξη δεικτών, παρουσιάζεται επιγραμματικά ένα σύστημα δεικτών, το οποίο εν δυνάμει μπορεί να περιγράψει και να χαρακτηρίσει τη βιωσιμότητα μιας εξορυκτικής διαδικασίας. Οι δείκτες χωρίζονται σε περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς.

2.6.3.1. Σύνοψη περιβαλλοντικών δεικτών

- Χρήσεις γης
- Εξορυκτικά Απόβλητα
- Σχέση αποκατεστημένης επιφάνειας προς επιφάνεια εξορυκτικής δραστηριότητας
- Κατανάλωση νερού
- Ποσοστό ανακυκλούμενου νερού
- Κατανάλωση ενέργειας
- Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (στην περίπτωση λιγνιτωρυχείων)
- Επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα
- Εκπομπές αέριων ρύπων
- Εκπομπές σωματιδίων
- Εκπομπές στο έδαφος
- Εκπομπές στον υπόγειο υδροφόρα και στα επιφανειακά νερά
- Όχληση
- Ζώνες Natura 2000
- Επενδύσεις σε περιβαλλοντικά έργα
- Έργα αποκατάστασης

2.6.3.2. Σύνοψη οικονομικών δεικτών

- Παραγωγή
- Οικονομική απόδοση
- Ποσοστό απόδοσης
- Κόστος εξόρυξης
- Σχέση εκμετάλλευσης
- Απόσταση από μονάδα επεξεργασίας (ΑΗΣ στην περίπτωση λιγνιτωρυχείων)
- Μετατοπίσεις τεχνικών έργων
- Επενδύσεις σε περιουσιακά στοιχεία
- Επενδύσεις σε έρευνα
- Φόροι
- Συμβολή στο ΑΕΠ.
- Ετήσιο επίπεδο ζημιών των υποδομών, οι οποίες προκλήθηκαν από την εξόρυξη
- Ποσοστό ζημιών στις υποδομές, οι οποίες αποκαταστάθηκαν από την εξορυκτική επιχείρηση.
- Πρόβλεψη για μελλοντικές ζημιές υποδομών και αποκατάσταση αυτών
- Αρχαιολογικές έρευνες

2.6.3.3. Σύνοψη κοινωνικών δεικτών

- Απασχόληση
- Απολαβές
- Ετήσιες άδειες
- Ώρες εργασίας
- Οφέλη για τους εργαζόμενους
- Ατυχήματα
- Υγεία, ασφάλεια και περιβάλλον
- Επανεγκατάσταση οικισμών
- Παιδική εργασία
- Δαπάνες για κοινωνικά έργα

- Ποσοστό συμμετοχής των ενδιαφερόμενων φορέων
- Ανοικτές εκδηλώσεις
- Επισκέψεις πανεπιστημιακών ιδρυμάτων
- Ποσοστό αποδοχής έργου από την τοπική κοινωνία
- Κρούσματα διαφθοράς

Δείκτες όπως «Επενδύσεις σε περιβαλλοντικά έργα», «Ετήσιο επίπεδο ζημιών των υποδομών, οι οποίες προκλήθηκαν από την εξόρυξη», «Ποσοστό ζημιών στις υποδομές, οι οποίες αποκαταστάθηκαν από την εξορυκτική επιχείρηση», «Πρόβλεψη για μελλοντικές ζημιές υποδομών και αποκατάσταση αυτών», «Οφέλη για τους εργαζόμενους», «Υγεία, ασφάλεια και περιβάλλον» και «Δαπάνες για κοινωνικά έργα», αντανakλούν τις προσπάθειες της εξορυκτικής βιομηχανίας **να ελαχιστοποιήσουν ή να εξισορροπήσουν τις επιδράσεις της δραστηριότητας στο περιβάλλον και στην κοινωνία** (Mollerherm et al, 2005).

Επισημαίνεται ότι το σύνολο των παραπάνω δεικτών, αποτελεί ένα συνολικό ενδεικτικό πλαίσιο. Η εφαρμογή όλων των παραπάνω δεικτών θα έχει ως αποτέλεσμα **τον κατακερματισμό του ενδιαφέροντος** και πιθανόν να οδηγήσει σε παραπλανητικά αποτελέσματα, σχετικά με τη βιωσιμότητα της δραστηριότητας. Ο ερευνητής οφείλει να επιλέξει τους κατάλληλους δείκτες και να διαμορφώσει **το αποτελεσματικότερο πλαίσιο**, το οποίο θα προσαρμοστεί στις ανάγκες, στις απαιτήσεις και στις ιδιαιτερότητες της, υπό εξέταση, εξορυκτικής δραστηριότητας.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΛΙΓΝΙΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ

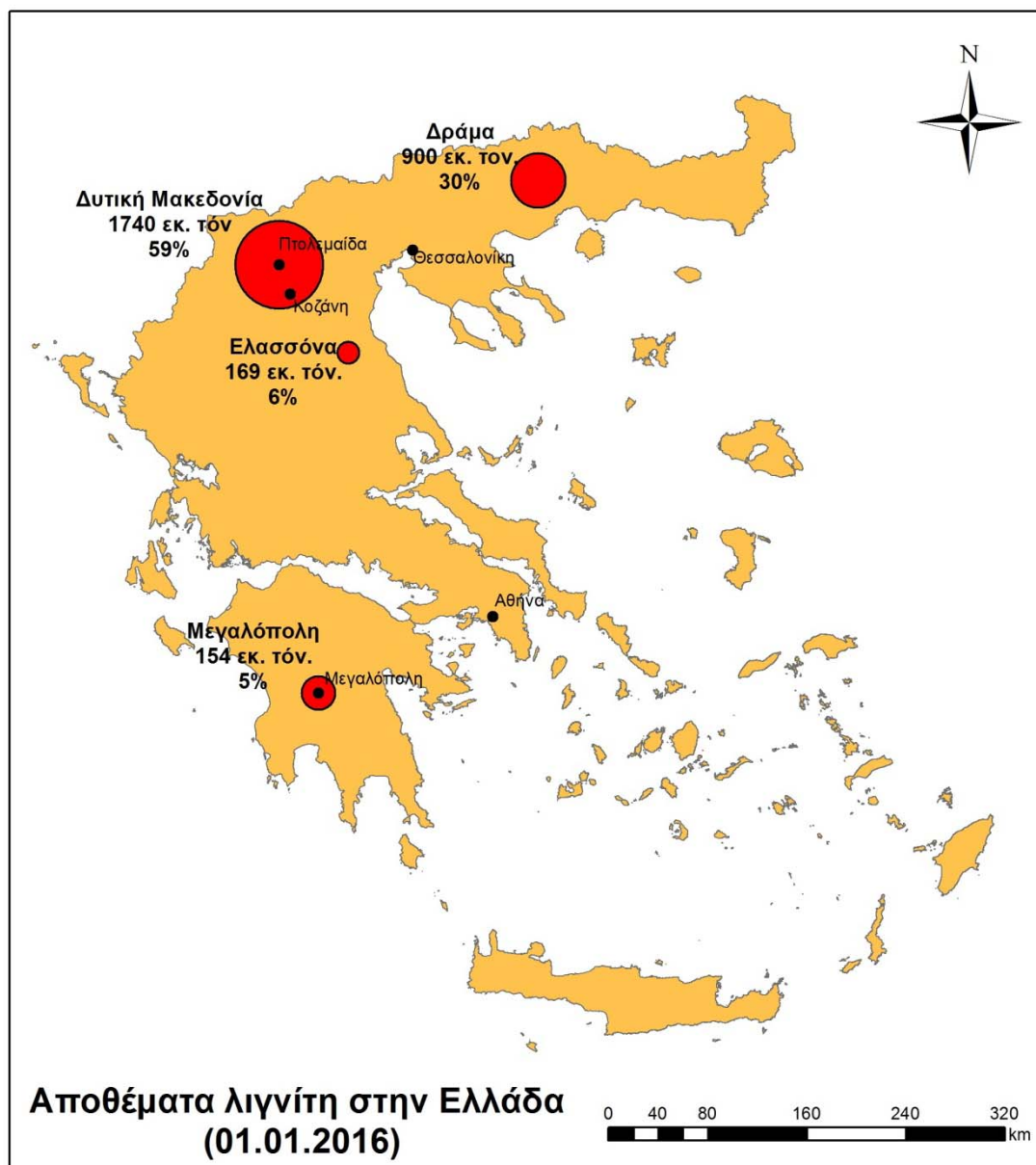
Στο παρόν Κεφάλαιο 3 και σε συνέχεια των παραπάνω, αναλύεται και αξιολογείται χωρικά ένα λιγνιτικό κοίτασμα και εξετάζεται η βιωσιμότητα του έργου εκμετάλλευσής του, με την εφαρμογή κατάλληλων δεικτών. Ο λιγνίτης είναι ένα ενεργειακό ορυκτό, με πολύ μεγάλη σημασία για την ευημερία της Ελλάδας (Κεφάλαιο 3.1) και πλούσιο ιστορικό εκμετάλλευσης (Κεφάλαιο 3.2 και 3.3). Το κοίτασμα που θα εξεταστεί είναι αυτό των Κομνηνών – Μεσοβούνου (Κεφάλαιο 3.4). Για τη διερεύνησή του θα χρησιμοποιηθούν εφαρμογές του ArcGIS. Αρχικά, **το κοίτασμα αξιολογείται και αναλύεται χωρικά, με βάση τη χωρική μεταβολή κατάλληλων δεικτών και βαθμονομείται η εκμεταλλευσιμότητά του, μέσω ενός σύνθετου, συνολικού χωρικού δείκτη ποιότητας, ο οποίος προκύπτει με σταθμισμένη και μη, χαρτογραφική υπέρθεση (Κεφάλαιο 3.5).** Έπειτα, **διαμορφώνεται το κατάλληλο πλαίσιο δεικτών, με σκοπό να αξιολογηθεί η συμβατότητα του έργου εκμετάλλευσης του εξεταζόμενου κοιτάσματος με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, μέσω ενός συνολικού, συνδυαστικού δείκτη, ο οποίος θα λαμβάνει υπόψη όλους τους επιμέρους δείκτες και θα προκύπτει από εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης (Κεφάλαιο 3.6).**

3.1. Ο ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ ΑΕ στις περιοχές της Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου και Μεγαλόπολης εξασφαλίζουν το σημαντικότερο για την ελληνική οικονομία ενεργειακό καύσιμο, τον λιγνίτη, στον οποίο βασίστηκε ο εξηλεκτρισμός της χώρας μας από τη στιγμή της ίδρυσης της Επιχείρησης.

Ο λιγνίτης βρίσκεται σε αφθονία στο υπέδαφος της Ελλάδας. Η χώρα μας κατέχει την τρίτη θέση σε παραγωγή λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την έβδομη θέση παγκοσμίως. Με βάση τα συνολικά αποθέματα των λειτουργούντων ορυχείων και τον προγραμματιζόμενο ρυθμό κατανάλωσης, υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα οι διαθέσιμες ποσότητες λιγνίτη επαρκούν για τα επόμενα 35 χρόνια. Μέχρι σήμερα έχουν εξορυχθεί συνολικά 2 δισ. τόνοι λιγνίτη ενώ τα απομένοντα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ανέρχονται σε 3 δισ. τόνους περίπου (Σχήμα 5). Οι εξορυχθείσες ποσότητες λιγνίτη φτάνουν περίπου στο 40% των συνολικών εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων. Το έτος 2015 εξορύχθησαν συνολικά 44 εκ. τόνοι.

Η χρήση του λιγνίτη, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αποφέρει στην Ελλάδα **ιδιαίτερα σημαντική εξοικονόμηση συναλλάγματος** (περίπου 2 δισ. δολάρια ετησίως). Ο λιγνίτης είναι καύσιμο στρατηγικής σημασίας για τη ΔΕΗ, γιατί έχει **χαμηλό κόστος εξόρυξης, σταθερή και άμεσα ελέγξιμη τιμή** και παρέχει **σταθερότητα και ασφάλεια στον ανεφοδιασμό καυσίμου** για τις λιγνιτικές μονάδες παραγωγής ενέργειας. Συγχρόνως, προσφέρει **χιλιάδες θέσεις εργασίας** στην ελληνική περιφέρεια, ιδιαίτερα σε περιοχές που εμφανίζουν μεγάλα ποσοστά ανεργίας.



Σχήμα 5: Αποθέματα λιγνίτη στην Ελλάδα (ίδια επεξεργασία)

3.2. ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Ο λιγνίτης στην περιοχή της Πτολεμαΐδας σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης χρονικής περιόδου (10 εκατομμύρια χρόνια περίπου) και εκτιμάται ότι οι διεργασίες τελείωσαν πριν 1 εκατομμύριο χρόνια.

Η ευρύτερη λεκάνη Μοναστηρίου, Φλώρινας, Αμυνταίου, Πτολεμαΐδας, Κοζάνης και Σερβίων καλυπτόταν την εποχή εκείνη από αβαθείς λίμνες και έλη. Οι κλιματολογικές συνθήκες ευνόησαν τη μεγάλη βλάστηση υδροχαρών φυτών (βρύα, καλάμια, κλπ) σε διάφορες θέσεις της λεκάνης. Με τον χρόνο, τα φυτά αυτά συγκεντρώθηκαν σε μεγάλες ποσότητες στον πυθμένα των λιμνών. Στη συνέχεια η βλάστηση καλύφθηκε από γαιώδη υλικά. Έτσι, οι οργανικές ύλες των φυτών, ευρισκόμενες υπό πίεση και με την επίδραση διαφόρων μικροοργανισμών, μετατράπηκαν με το χρόνο σε στρώματα λιγνίτη. Αυτό επαναλήφθηκε πολλές φορές και τελικά πάνω από τα νεώτερα στρώματα λιγνίτη επικάθισαν άλλα γαιώδη υλικά, τα λεγόμενα «υπερκείμενα». Έτσι προέκυψαν λιγνιτικά κοιτάσματα μορφής Zebra.

Το πάχος των υπερκειμένων υλικών κυμαίνεται από 12 μέχρι 230 μέτρα για τα Ορυχεία που βρίσκονται σε λειτουργία στην περιοχή της Πτολεμαΐδας. Τα υλικά αυτά είναι, συνήθως άμμος, αμμοχάλικα, μαλακός ασβεστόλιθος και άργιλος. Αλλά και το κοίτασμα του λιγνίτη δεν είναι ενιαίο διότι μέσα στο κοίτασμα αυτό υπάρχουν λεπτά στρώματα από γαιώδη υλικά, τα οποία ονομάζονται «ενδιάμεσα» καθώς βρίσκονται μεταξύ των λιγνιτικών στρωμάτων. Το μέσο πάχος των απολήψιμων στρωμάτων λιγνίτη ανέρχεται σε 2 μέτρα περίπου και το συνολικό πάχος τους κυμαίνεται από 20 έως 30 μέτρα.

Το μεγαλύτερο λιγνιτικό δυναμικό της χώρας είναι συγκεντρωμένο σε τρεις περιοχές – λεκάνες, κατά μήκος του άξονα Φλώρινας - Αμυνταίου - Πτολεμαΐδας - Κοζάνης - Σερβίων.

Οι πρώτες συστηματικές έρευνες για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των λιγνιτών της ευρύτερης περιοχής της Πτολεμαΐδας άρχισαν μετά το 1938. Το 1955 συστάθηκε η εταιρία ΛΙΠΤΟΛ, η οποία είχε ως αντικείμενο την

εκμετάλλευση του λιγνίτη και την αξιοποίησή του για την παραγωγή μπρικετών, αζωτούχων λιπασμάτων, ημικώκ και ηλεκτρικής ενέργειας. Το 1959 το 90% των μετοχών της ΛΙΠΤΟΛ περιήλθαν στη ΔΕΗ ΑΕ και το 1975 η ΛΙΠΤΟΛ συγχωνεύθηκε με τη ΔΕΗ ΑΕ. Η παραγωγή λιγνίτη η οποία το 1959 ήταν 1,3 εκ. τόνους , αυξήθηκε το 1975 σε 11,7 εκ. τόνους, το 1985 σε 27,3 εκ. τόνους και το 2015 σε 36 εκ. τόνους. Το εκτιμώμενο απόθεμα των εκμεταλλεύσιμων κοιτασμάτων λιγνίτη, τα οποία βρίσκονται στις περιοχές της Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου και της Φλώρινας ανέρχεται σε περίπου 1,8 δις τόνους.

Σταδιακά στην περιοχή Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου (**Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας, ΛΚΔΜ**) δημιουργήθηκε ένα από τα μεγαλύτερα Λιγνιτικά Κέντρα στον κόσμο.

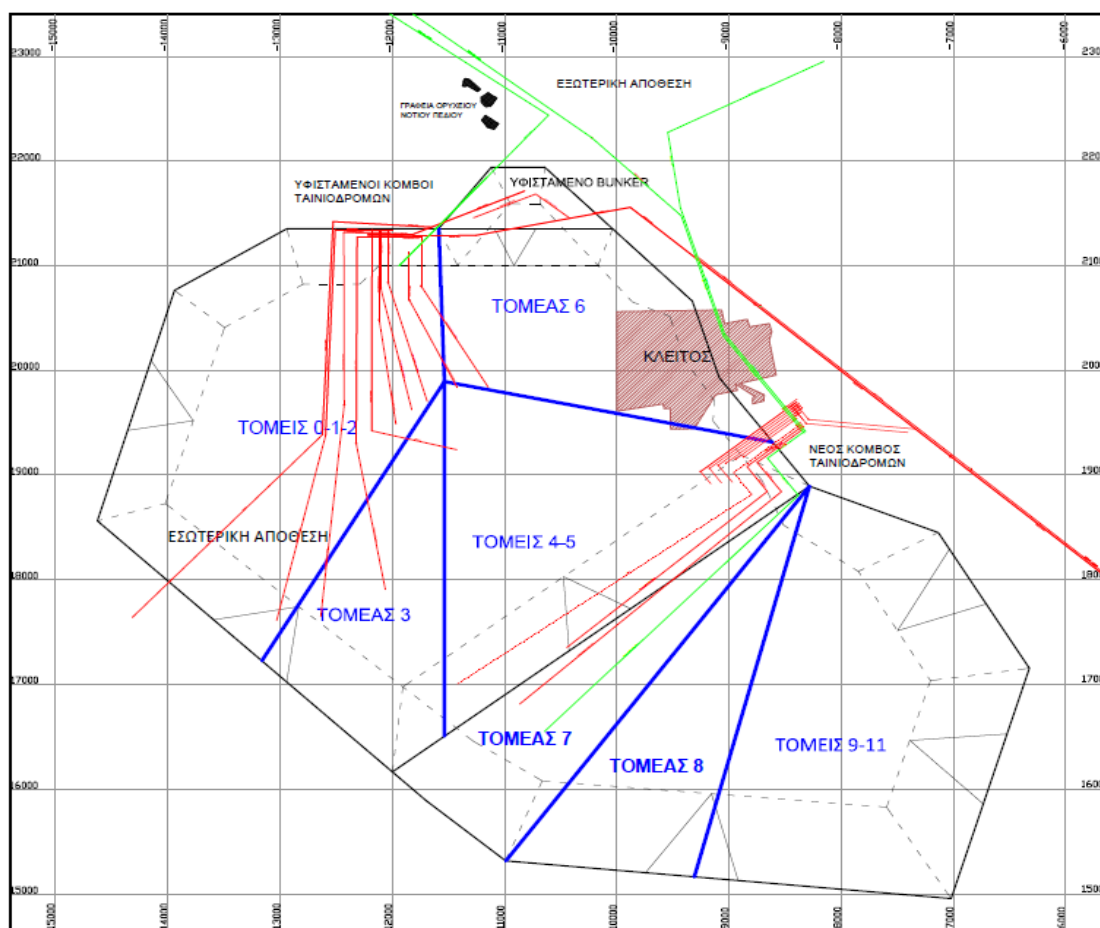
Το ΛΚΔΜ εκτείνεται σε περίπου 160 km² στους δύο αυτούς νομούς, με επίκεντρο την πόλη της Πτολεμαΐδας, και περιλαμβάνει πέντε λιγνιτωρυχεία και τέσσερις λιγνιτικούς ατμοηλεκτρικούς σταθμούς (12 λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής). Αυτοί οι λιγνιτικοί σταθμοί παράγουν περίπου 19 TWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, που αντιστοιχούν σε περισσότερο από το 35% της ηλεκτροπαραγωγής στο εγχώριο σύστημα.

3.3. ΟΡΥΧΕΙΑ ΛΚΔΜ

Στο ΛΚΔΜ λειτουργούν σήμερα πέντε λιγνιτωρυχεία, τα οποία ανήκουν στα εξής πεδία: Νότιο Πεδίο, Πεδίο Καρδιάς, Κύριο Πεδίο και Πεδίο Αμυνταίου.

3.3.1. Ορυχείο Νοτίου Πεδίου

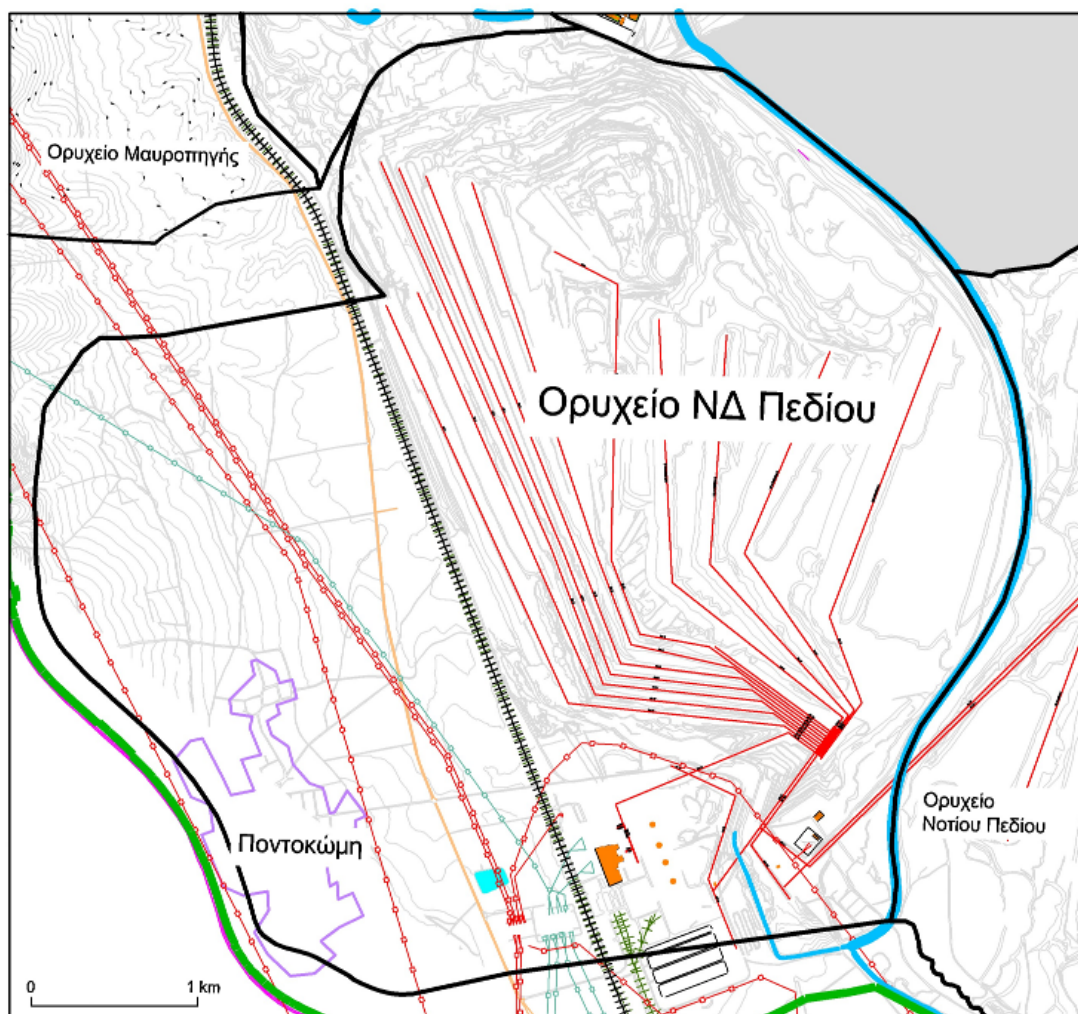
Πρόκειται για το μεγαλύτερο λιγνιτωρυχείο των Βαλκανίων. Η αρχική του διάνοιξη πραγματοποιήθηκε το έτος 1979. Κατά την περίοδο λειτουργίας του έχουν παραχθεί ~ 500 εκ. t λιγνίτη με ~ 2.400 εκ. m³ συνολικές εκσκαφές. Τα εναπομείναντα αποθέματα, από 1.1.2016, είναι ~ 318 εκ. t λιγνίτη (Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Γενικό σχέδιο ορυχείου Νοτίου Πεδίου
(πηγή: ΔΕΗ ΑΕ/ΔΚΥΟΡ)

3.3.2. ΝΔ Πεδίο

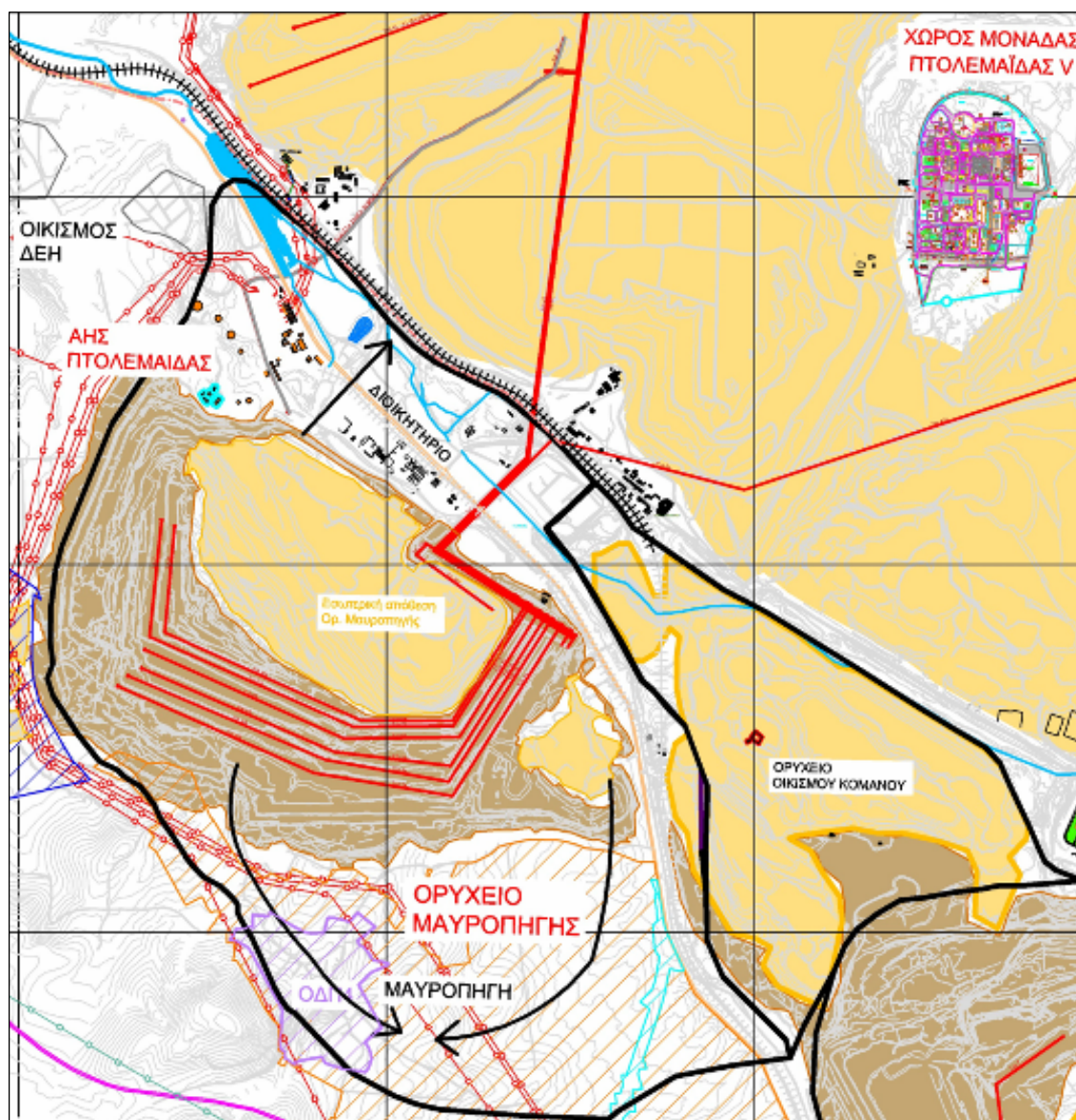
Αποτελεί συνέχεια της εκμετάλλευσης του Πεδίου Καρδιάς και του Τομέα 6. Κατά την περίοδο λειτουργίας του έχουν παραχθεί ~ 55 εκ. t λιγνίτη με ~ 550 εκ. m³ συνολικές εκσκαφές. Τα εναπομείναντα αποθέματα, από 1.1.2016, είναι ~ 283 εκ. t λιγνίτη (Σχήμα 7).



Σχήμα 7: Γενικό σχέδιο ορυχείου ΝΔ Πεδίου
(πηγή: ΔΕΗ ΑΕ/ΔΚΥΟΡ)

3.3.3. Ορυχείο Μαυροπηγής

Αποτελεί συνέχεια της εκμετάλλευσης του Κυρίου Πεδίου. Η αρχική του διάνοιξη πραγματοποιήθηκε το έτος 2001. Κατά την περίοδο λειτουργίας του έχουν παραχθεί ~ 70 εκ. t λιγνίτη με ~ 480 εκ. m³ συνολικές εκσκαφές. Τα εναπομείναντα αποθέματα, από 1.1.2016, είναι ~ 127 εκ. t λιγνίτη (Σχήμα 8).



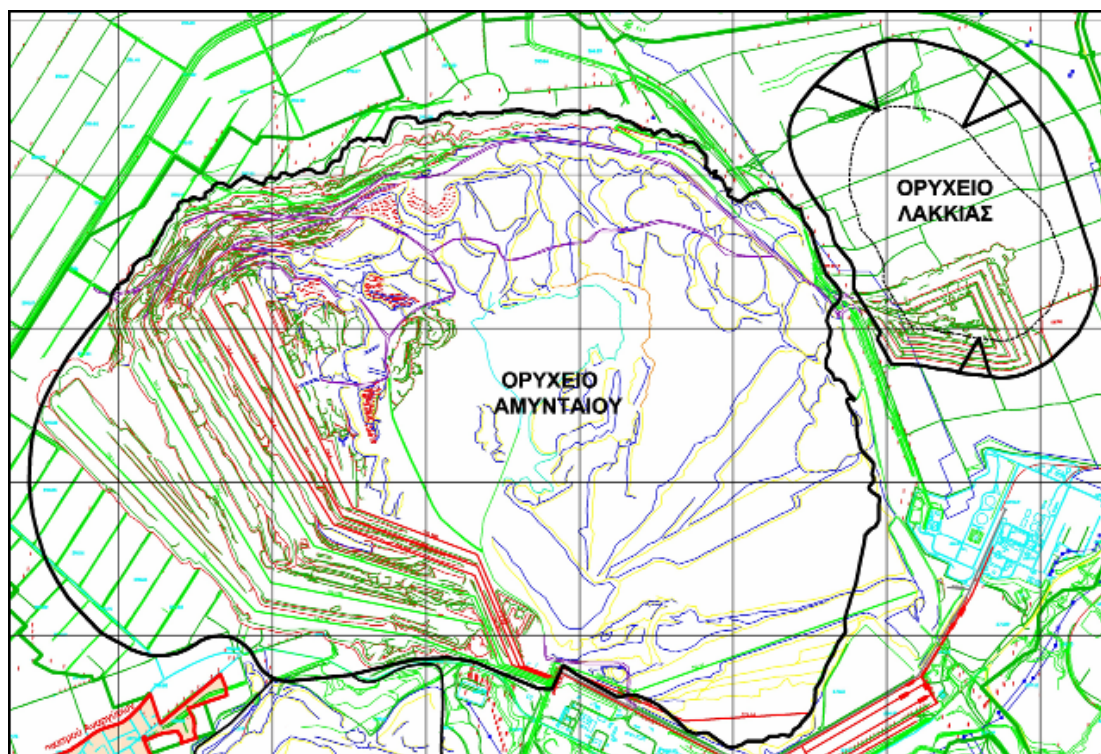
Σχήμα 8: Γενικό σχέδιο ορυχείου Μαυροπηγής
(πηγή: ΔΕΗ ΑΕ/ΔΚΥΟΡ)

3.3.4. Ορυχείο Αμυνταίου

Ανήκει στην εκμετάλλευση του Πεδίου Αμυνταίου. Η αρχική του διάνοιξη πραγματοποιήθηκε το έτος 1989. Κατά την περίοδο λειτουργίας του έχουν παραχθεί ~ 165 εκ. t λιγνίτη με ~ 1.500 εκ. m³ συνολικές εκσκαφές. Τα εναπομείναντα αποθέματα, από 1.1.2016, είναι ~ 38 εκ. t λιγνίτη (Σχήμα 9).

3.3.5. Ορυχείο Λακκιάς

Ανήκει στην εκμετάλλευση του Πεδίου Αμυνταίου. Πρόκειται για το νεότερο ορυχείο της ΔΕΗ ΑΕ καθώς η αρχική του διάνοιξη πραγματοποιήθηκε το έτος 2013. Κατά την περίοδο λειτουργίας του οι συνολικές εκσκαφές είναι ~ 20 εκ. m³. Τα αποθέματα, από 1.1.2016, είναι ~ 27 εκ. t λιγνίτη (Σχήμα 9).



Σχήμα 9: Γενικό σχέδιο ορυχείων Αμυνταίου – Λακκιάς
(πηγή: ΔΕΗ ΑΕ/ΔΚΥΟΡ)

Στον Πίνακα 9, παρουσιάζονται τα εναπομείναντα αποθέματα των πέντε εν λειτουργία ορυχείων του ΛΚΔΜ, οι συνολικές εκσκαφές αυτών και οι αντίστοιχες σχέσεις εκμετάλλευσης.

Πίνακας 9: Εκμεταλλεύσιμα αποθέματα (1.1.2016) εν λειτουργία ορυχείων του ΛΚΔΜ (πηγή: ΔΕΗ ΑΕ/ΔΚΥΟΡ)

Ορυχείο	Λιγνίτης (Mt)	Εκσκαφές (MFm ³)	Σχέση εκμετάλλευσης (m ³ /t)
Κύριο Πεδίο	126,9	549,5	3,50
Νότιο Πεδίο	317,8	2551,5	7,20
ΝΔ Πεδίο	282,6	1660,8	5,04
Αμύνταιο	37,5	314,2	7,55
Λακκιά	26,9	186,3	6,08
Σύνολο	791,7	5262,3	5,81

Για την επίτευξη της παραγωγής του ΛΚΔΜ χρησιμοποιούνται 37 καδοφόροι εκσκαφείς, 21 αποθέτες, περίπου 213 km ταινιόδρομοι (με πλάτος 1,0 - 2,4 μέτρα) και 1.000 περίπου νηξελοκίνητα μηχανήματα. Στο ΛΚΔΜ απασχολούνται περίπου 5.000 άτομα (31.12.2015).

Τα λιγνιτωρυχεία του ΛΚΔΜ τροφοδοτούν με λιγνίτη ΑΗΣ, συνολικής ισχύος 4.318MW.

Στο Σχήμα 10, που ακολουθεί απεικονίζεται η θέση των λειτουργούντων λιγνιτωρυχείων, καθώς και η θέση διάφορων λιγνιτικών κοιτασμάτων στην περιοχή του ΛΚΔΜ.

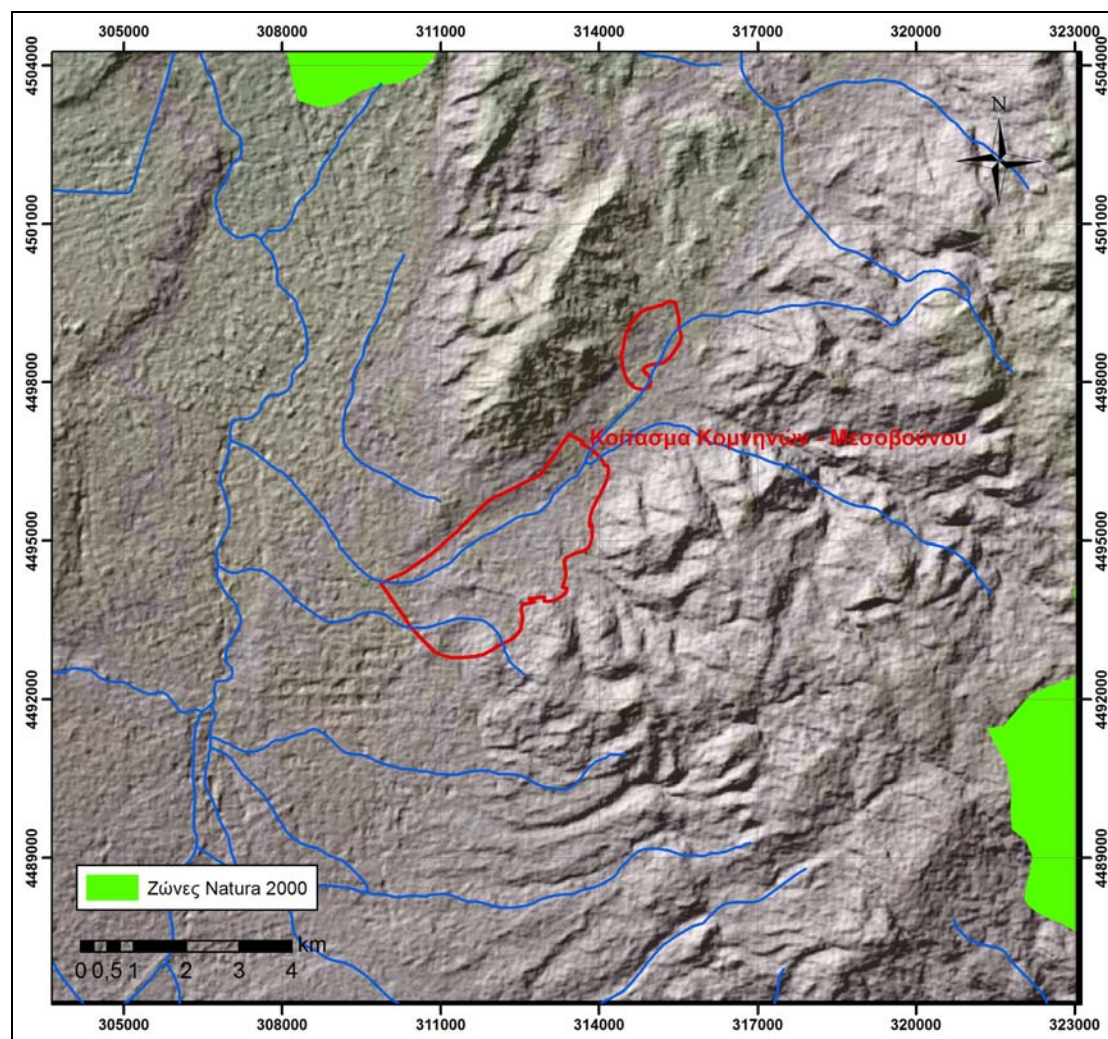
3.4. ΚΟΙΤΑΣΜΑ ΚΟΜΝΗΝΩΝ - ΜΕΣΟΒΟΥΝΟΥ

Στο ΛΚΔΜ έχουν εντοπιστεί και βρίσκονται εντός των ορίων παραχώρησης της ΔΕΗ, πέραν των λειτουργούντων ορυχείων, τα εξής κοιτάσματα προς εκμετάλλευση (Σχήμα 10): κοιτάσμα Λόφων – Μελίτης, κοιτάσμα Βεύης, κοιτάσμα Κομνηνών – Μεσοβούνου, κοιτάσμα Αγίου Χριστοφόρου και κοιτάσμα Προαστείου. Το κοιτάσμα στο οποίο θα εφαρμοστούν οι δείκτες χωρικής ανάλυσης - αξιολόγησης και βιώσιμης ανάπτυξης είναι αυτό των **Κομνηνών – Μεσοβούνου**. Παρακάτω, παρουσιάζονται συνοπτικά τα στοιχεία για το κοιτάσμα.

3.4.1. Γεωγραφία

Το ξυλιτικού τύπου λιγνιτικό κοιτάσμα Κομνηνών-Μεσοβούνου βρίσκεται στη Δυτική Μακεδονία, 8 έως 15 χιλιόμετρα βορειοανατολικά της πόλης της Πτολεμαΐδας και περιβάλλεται από τους οικισμούς Ανατολικό, Πελαργός και Μεσόβουνο. Οι οικισμοί Κομνηνά και Μεσόβουνο, από τους οποίους έχει πάρει την ονομασία του το κοιτάσμα, οριζοντιογραφικά βρίσκονται στις παρυφές του κοιτάσματος από την βόρεια πλευρά.

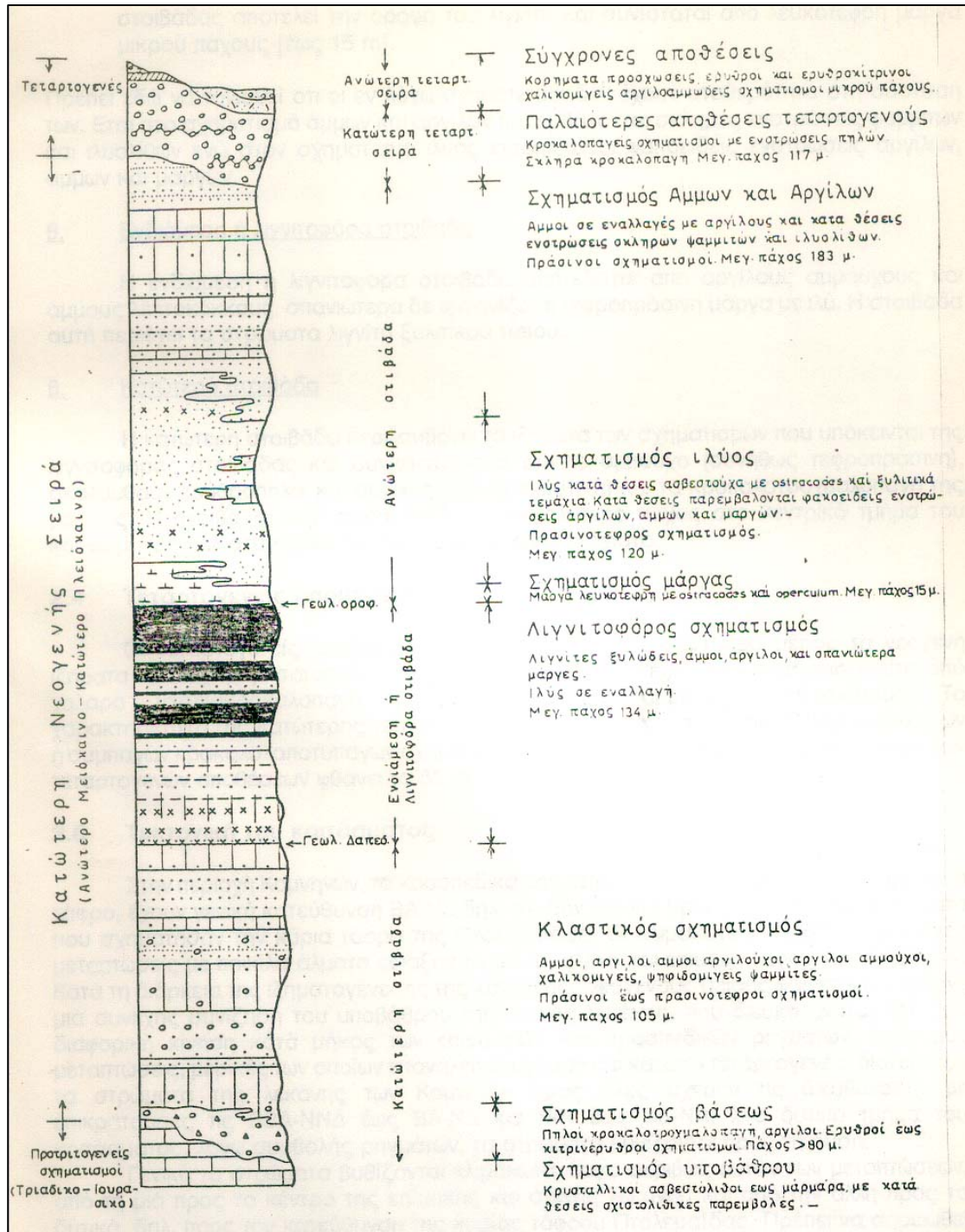
Το νότιο τμήμα της περιοχής είναι ομαλό και σχεδόν επίπεδο, ενώ προς τα ανατολικά όρια, όπου βρίσκονται και τα χωριά Κομνηνά και Μεσόβουνο, υπάρχουν χαμηλές λοφοσειρές και μικρά ρέματα που τον χειμώνα διαρρέονται από νερά. Στο ακόλουθο Σχήμα 11 αποτυπώνονται τα όρια του κοιτάσματος, τα ποτάμια της περιοχής και οι κοντινές ζώνες Natura 2000, με χρήση του ψηφιακού μοντέλου ASTER.



Σχήμα 11: Θέση κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου (Ψηφιακό μοντέλο ASTER)

3.4.2. Γεωλογία ευρύτερης περιοχής

Η λιγνιτοφόρος περιοχή Κομνηνών - Μεσοβούνου εντάσσεται στη γεωλογική – στρωματογραφική ενότητα της λεκάνης Πτολεμαΐδας. Στο Σχήμα 12 παρουσιάζεται η στρωματογραφική στήλη της ευρύτερης περιοχής.



Σχήμα 12: Στρωματογραφική στήλη περιοχής Κομνηνών – Μεσοβούνου (Πηγή: ΙΓΜΕ)

Η στρωματογραφική διάρθρωση της περιοχής από πάνω προς τα κάτω έχει ως εξής:

Τεταρογενείς αποθέσεις

Περιλαμβάνουν τις σύγχρονες αποθέσεις που συνίστανται από κορρήματα, προσχώσεις, ερυθρούς αργιλοαμμώδεις χαλικομιγείς σχηματισμούς, χαλαρά λατυποκροκαλοπαγή και τις παλαιότερες αποθέσεις τεταρογενούς που συνίστανται από σκληρούς, χαλαρούς ή και συμπαγείς κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμούς με ενστρώσεις πηλών.

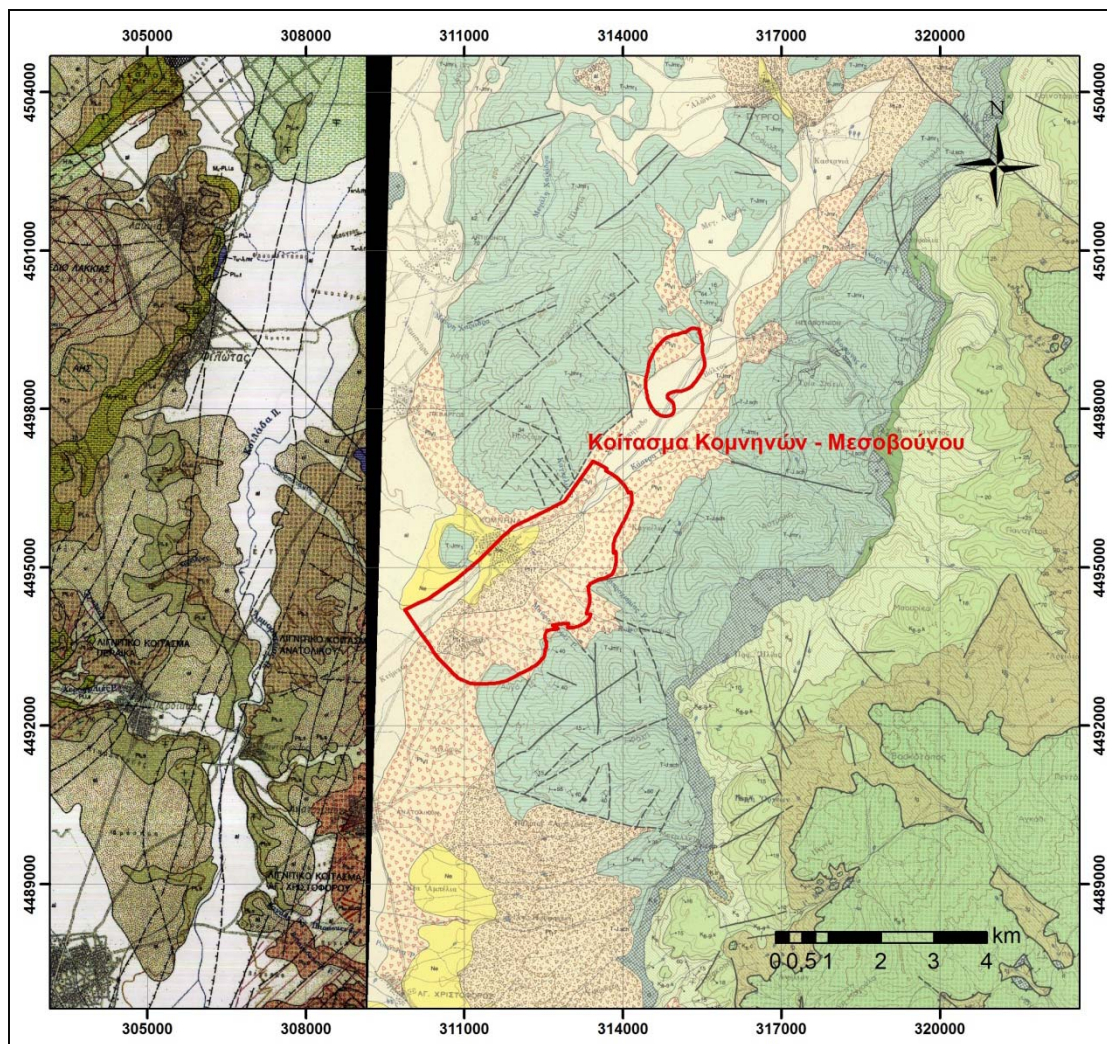
Τριτογενείς σχηματισμοί – Κατώτερη νεογενής σειρά#

1. Σχηματισμός άμμων και αργίλων που συνίσταται από τεφροπράσινες άμμους σε εναλλαγές με αργίλους και κατά θέσεις ενστρώσεις σκληρών ψαμμιτών και ιλυολίθων
2. Σχηματισμός ιλύος που συνίσταται από μία πράσινη έως τεφροπράσινη ιλύ.
3. Σχηματισμός μάργας που συνίσταται από μία γκριζοπράσινη μάργα.
4. Λιγνιτοφόρος σχηματισμός που συνίσταται από αργίλους αμμούχους και άμμους λεπτόκοκκες τεφροπράσινες και σπανιότερα μάργα με ιλύ και στρώματα λιγνίτη ξυλιτικού τύπου.
5. Κλαστικός σχηματισμός που συνίσταται από άργιλο αμμούχο.
6. Σχηματισμός βάσεως που συνίσταται από πηλούς και αργίλους

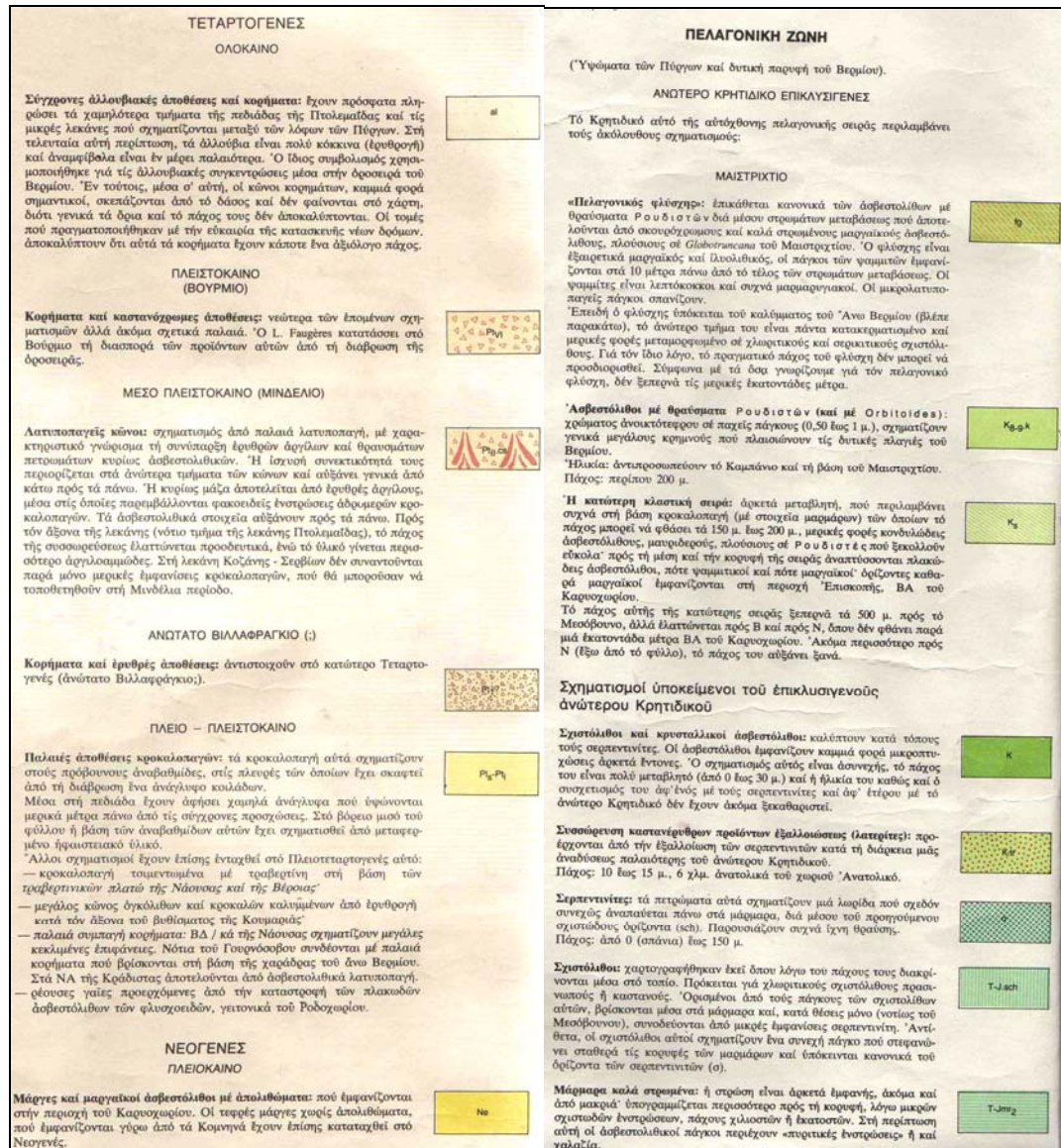
Προτριτογενείς σχηματισμοί

Αποτελούν το υπόβαθρο και τα περιθώρια της περιοχής του κοιτάσματος Κομνηνών.

Στο Σχήμα 13 αποτυπώνονται τα όρια του κοιτάσματος στο γεωλογικό χάρτη της ευρύτερης περιοχής, με σύνθεση των φύλλων «Πύργοι» και «Πτολεμαΐδα» και στο Σχήμα 14 παρουσιάζεται το υπόμνημα του γεωλογικού χάρτη.



Σχήμα 13: Γεωλογικός χάρτης περιοχής (σύνθεση φύλλων «Πύργοι» - «Πτολεμαΐδα» (Πηγή: ΙΓΜΕ)



Σχήμα 14: Υπόμνημα γεωλογικού χάρτη (Πηγή: ΙΓΜΕ)

3.4.3. Κοιτασματολογική έρευνα – αξιολόγηση γεωτρήσεων

Στην περιοχή του κοιτάσματος Κοιμηγών-Μεσοβούνου έχουν εκτελεστεί 222 γεωτρήσεις από το ΙΓΜΕ και τη ΔΕΗ, έως και το έτος 1992. Από αυτές, οι 121 γεωτρήσεις, συνολικού μήκους 19.108 μέτρων, εκτελέστηκαν από το ΙΓΜΕ το διάστημα 1976-1983. Οι υπόλοιπες 101 γεωτρήσεις, συνολικού μήκους 9945 μέτρων εκτελέστηκαν από τη ΔΕΗ το διάστημα 1983-1992.

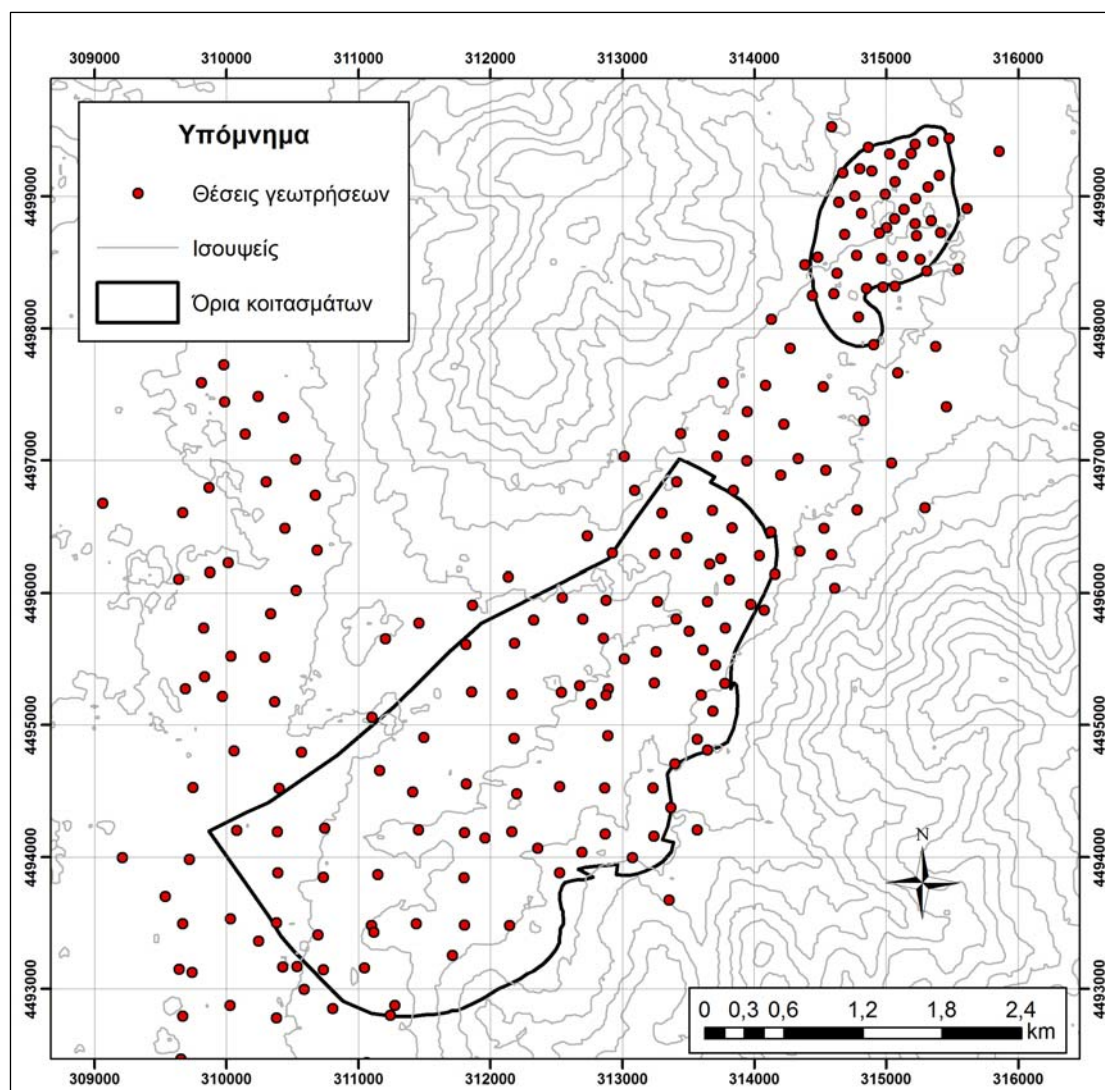
Η αξιολόγηση των γεωτρήσεων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό **METAL**, με το οποίο επιτυγχάνεται η ενοποίηση των στρωμάτων των

πρωτογενών γεωτρήσεων σε τεχνικώς απολήψιμα πακέτα λιγνίτη και ενδιαμέσων αγόνων, με βάση μια σειρά κριτηρίων.

Τα λιγνιτικά κοιτάσματα του ελλαδικού χώρου χαρακτηρίζονται από συνεχείς εναλλαγές λιγνιτικών και αγόνων στρωμάτων μικρού κυρίως πάχους, μεγάλη διασπορά των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών και από την παρουσία μικρών και μεγάλων ρηγμάτων, διαφόρων διευθύνσεων και κλίσεων. Η συχνή εναλλαγή αγόνων και λιγνιτικών στρωμάτων μικρού κυρίως πάχους επιφέρει αναπόφευκτα ανάμιξη του λιγνίτη με τις ενδιάμεσες άγονες λεπτές ενστρώσεις, που δεν μπορούν να διαχωρισθούν και να απομακρυνθούν, λόγω των περιορισμών λειτουργίας του εξοπλισμού εξόρυξης, με αποτέλεσμα τη μείωση της ποιότητας του εξορυσσόμενου λιγνίτη. Η υποχρεωτική ανάμιξη και συνεξόρυξη των λιγνιτικών στρωμάτων με τις λεπτές ενδιάμεσες στρώσεις αγόνων δημιουργεί την έννοια των τεχνικών απολήψιμων λιγνιτικών αποθεμάτων ή εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων, τα οποία διαφοροποιούνται πλέον τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά από τα θεωρητικά γεωλογικά αποθέματα.

Με το λογισμικό METAL, πραγματοποιείται η αξιολόγηση των πρωτογενών λιγνιτικών γεωτρήσεων ενός λιγνιτικού κοιτάσματος, ήτοι η ενοποίηση των στρωμάτων τους σε τεχνικά απολήψιμα μπλοκ λιγνίτη και στείρων ενδιαμέσων, με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, τα οποία εξαρτώνται από τον χρησιμοποιούμενο εξορυκτικό εξοπλισμό, τη μέθοδο εκμετάλλευσης και το επιθυμητό κατώτερο θερμιδικό περιεχόμενο του εξορυσσόμενου καυσίμου. Ταυτόχρονα, δημιουργείται το μοντέλο ενός λιγνιτικού κοιτάσματος, το οποίο χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τον υπολογισμό των αποθεμάτων και τον προσδιορισμό της ποιότητας του λιγνιτικού κοιτάσματος (Καραμαλίκης, 2003).

Στο Σχήμα 15 παρουσιάζονται οι θέσεις των γεωτρήσεων, καθώς και οι ισούψεις καμπύλες της ευρύτερης περιοχής.



Σχήμα 15: Θέσεις γεωτρήσεων – Ισοψείς καμπύλες περιοχής

3.4.4. Κοιτασματολογικά στοιχεία

3.4.4.1. Όρια και έκταση κοιτάσματος - Αποθέματα λιγνίτη - ποσότητες αγόνων - σχέση εκμετάλλευσης

Η ανάπτυξη του κοιτάσματος Κομνηνών είναι από ΒΑ προς ΝΔ. Το πλάτος του περιορίζεται στα 1500- 2000 m περίπου και η επιφανειακή του εξάπλωση είναι της τάξεως των 14 km².

Βορειοανατολικότερα, μετά την παρεμβολή στείρας περιοχής, υπάρχει συνέχεια του κοιτάσματος με τη μορφή μικρού λιγνιτικού αποθέματος,

γνωστού ως κοιτάσμα Μεσοβούνου. Στα ανατολικά όρια του κοιτάσματος ο λιγνίτης έρχεται σε επαφή με καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο (βλέπε Σχήμα 13). Το συνολικό γεωλογικό απόθεμα του κοιτάσματος Κομνηνών φθάνει σχεδόν τα 170 εκατ. τόνους, το εκμεταλλεύσιμο όμως απόθεμά του ανέρχεται σε **95 εκατ. τόνους**. Οι συνολικές εκσκαφές, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων του λιγνιτικού κοιτάσματος, ανέρχονται σε 772 εκ. m³ και η σχέση εκμετάλλευσης διαμορφώνεται σε **7,4:1 m³/t**. Η ποιότητα του ξυλίτη θεωρείται, όπως αναφέρθηκε, καλή με κατώτερη θερμογόνο ικανότητα κυμαινόμενη μεταξύ 1650 και 2000 kcal/kg, με μέση Κ.Θ.Ι. **1700 kcal/kg**.

Το εμβόλιμο απόθεμα του κοιτάσματος Μεσοβούνου είναι **7,5 εκατ. τόνοι**, με συνολικές εκσκαφές 39 εκατ. m³ και σχέση εκμετάλλευσης **4:1 m³/t**. Η μέση Κ.Θ.Ι. του κοιτάσματος αυτού είναι **1600 kcal/kg**.

Το σύνολο του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου ανέρχεται σε **102,5 εκατ. τόνους**, με μέση σχέση εκμετάλλευσης **7,14:1 m³/t** και μέση Κ.Θ.Ι. **1692 kcal/kg**. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι μέσες τιμές της Κ.Θ.Ι. των λιγνιτωρυχείων Μαυροπηγής, ΝΔ Πεδίου και Νοτίου Πεδίου, οι οποίες είναι 1.280, 1.410 και 1.340 kcal/kg αντίστοιχα.

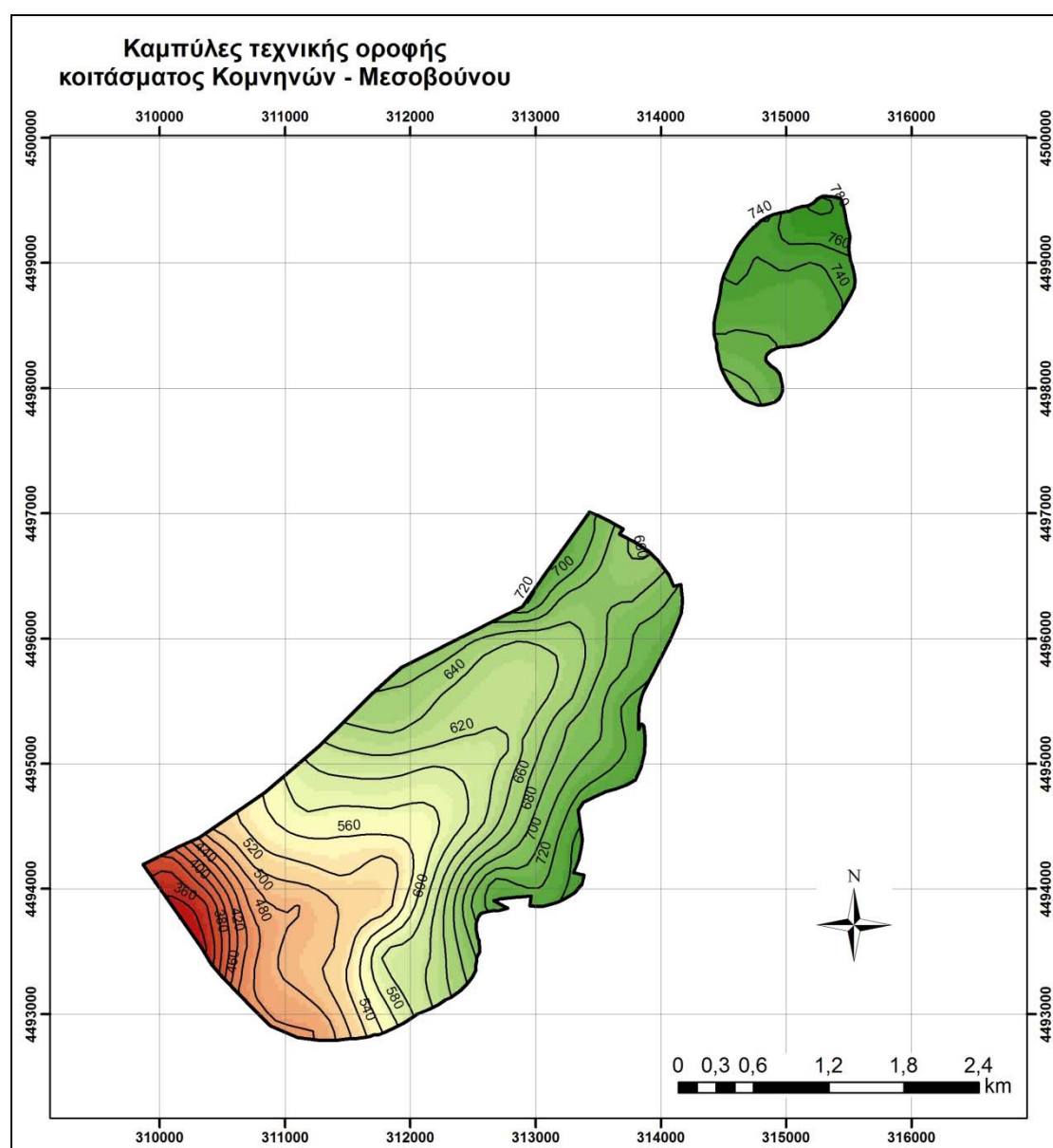
3.4.4.2. Μορφολογία κοιτάσματος

Το κοιτάσμα Κομνηνών αναπτύσσεται από ΒΑ προς ΝΔ, σταδιακά βυθιζόμενο με κλίση 4% περίπου, ξεκινώντας από ενδιάμεσα βάθη 50 μέτρων και φθάνοντας σε ένα μέγιστο βάθος της τάξης των 360 μέτρων στο ΝΔ του άκρο, ενώ στα ΒΑ το βάθος του ελαττώνεται σημαντικά, 50 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους.

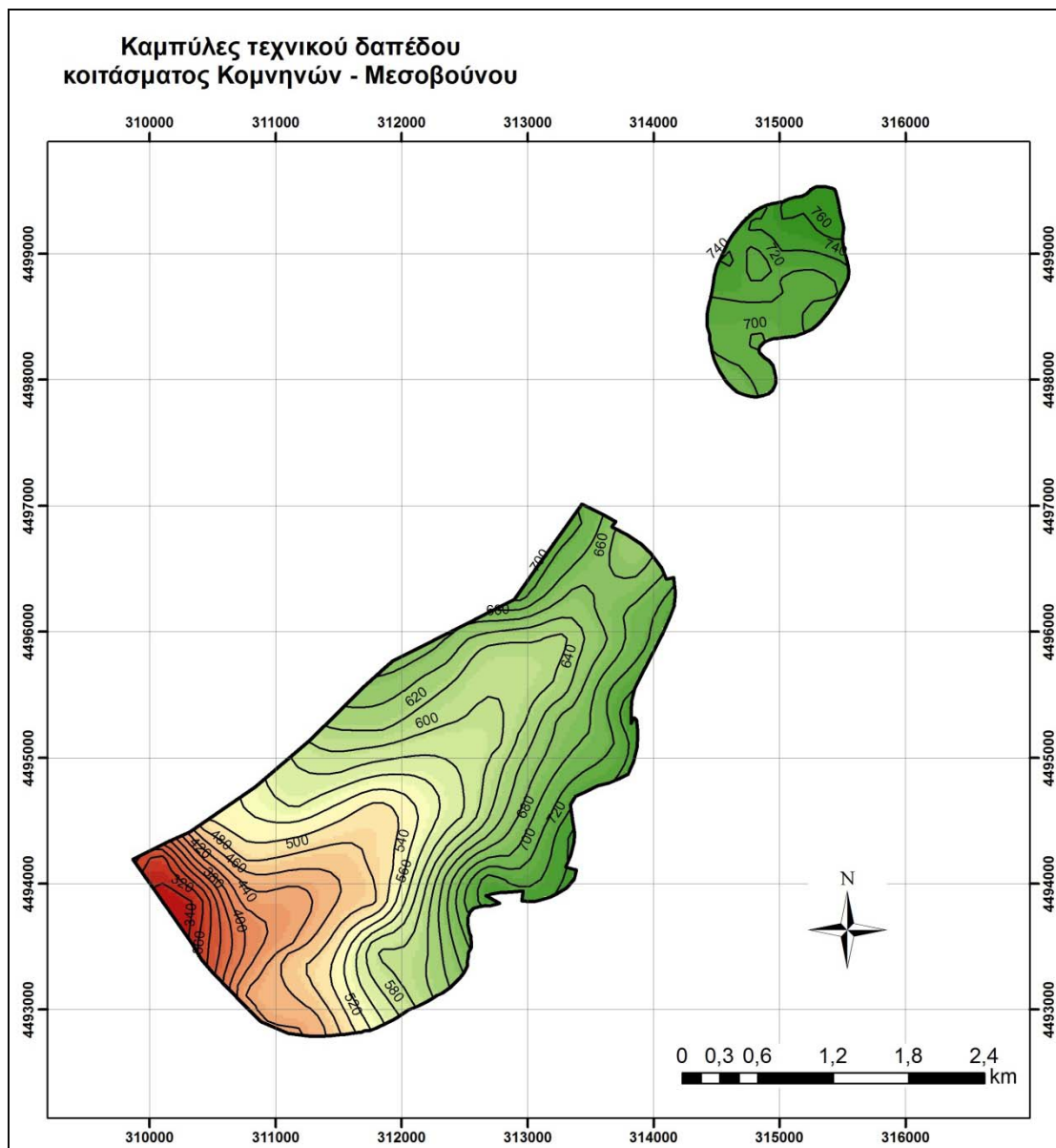
Επίσης το κοιτάσμα είναι βαθύτερο κατά μήκος του κύριου άξονά του σε σχέση με τις παρυφές του, παρατηρείται δηλαδή και κατά την εγκάρσια, ως προς τον κύριο άξονα έννοια μια βύθιση του κοιτάσματος στο κέντρο της λεκάνης. Η βύθιση αυτή δίνει κατά τόπους σημαντικές υψομετρικές διαφορές. Ολόκληρη η στιβάδα έχει κυμαινόμενο πάχος και ελαττώνεται προς τα

περιθώρια της λεκάνης αλλά και προς τα ΒΑ. Γενικά το μεγαλύτερο πάχος της λιγνιτοφόρου στιβάδας συναντάται προς το ΝΔ τμήμα του κοιτάσματος. Το μικρό κοίτασμα Μεσοβούνου έχει μικρό βάθος (10 - 50 μέτρα). Αυτό βυθίζεται από ΒΑ προς ΝΔ με κλίση περίπου 4%.

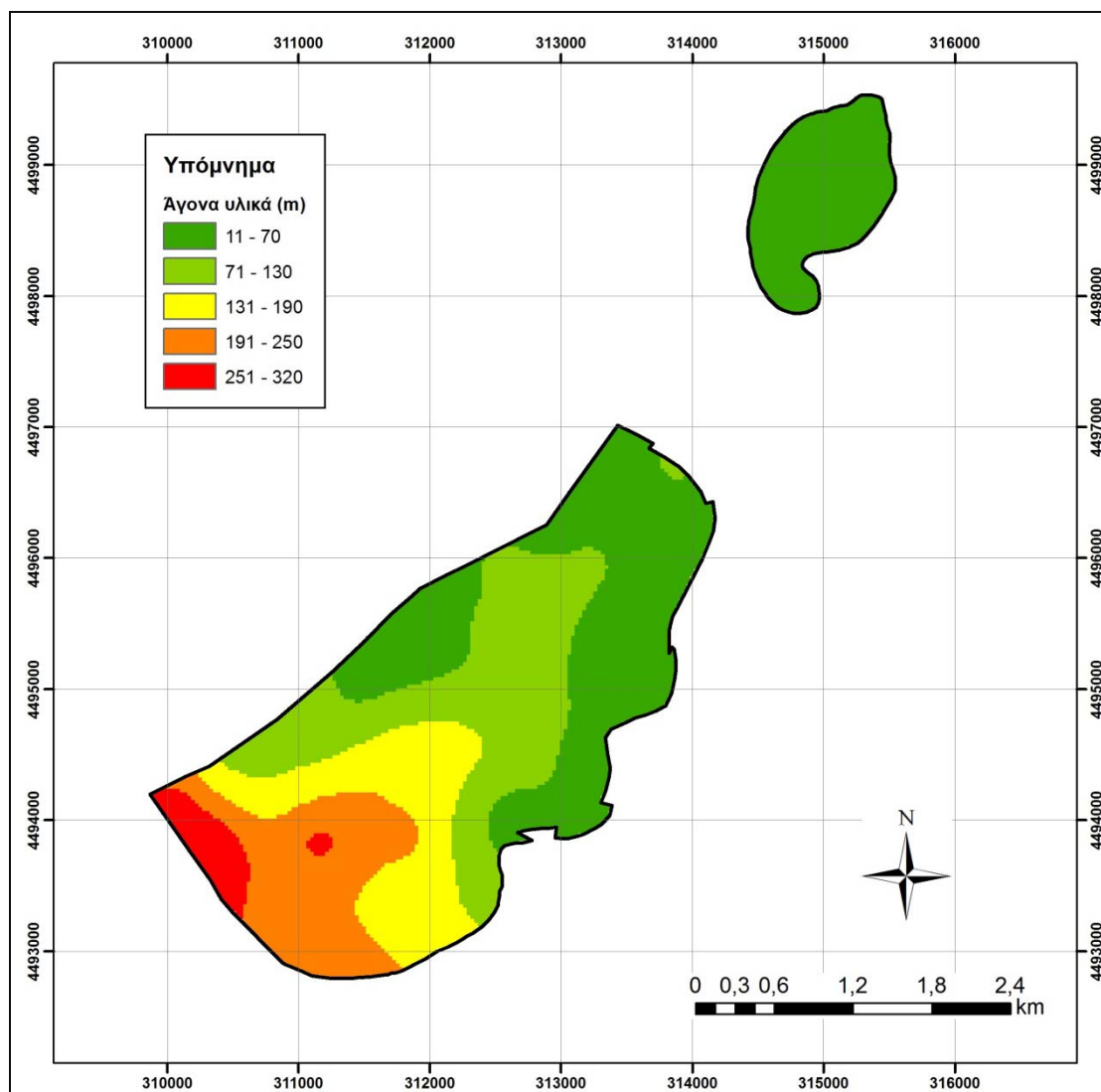
Στα Σχήματα 16 και 17 που ακολουθούν, παρουσιάζονται η τεχνική οροφή και το τεχνικό δάπεδο του απολήψιμου λιγνίτη και στο Σχήμα 18 η χωρική μεταβολή του πάχους των άγονων υλικών, όπως αυτά προέκυψαν κατά την επεξεργασία των στοιχείων με το πρόγραμμα ArcGIS.



Σχήμα 16: Τεχνική οροφή κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου



Σχήμα 17: Τεχνικό δάπεδο κοιτάσματος Κορνηνών - Μεσοβούνου



Σχήμα 18: Χωρική κατανομή πάχους αγόνων υλικών

3.4.4.3. Βασικά χαρακτηριστικά λιγνίτη

Ποιοτικά, ο λιγνίτης του κοιτάσματος Κομνηνών ανήκει στην κατηγορία των πλούσιων ελληνικών λιγνιτών. Στον Πίνακα 10 δίνονται τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος.

Πίνακας 10: Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος Κομνηνών

Υγρασία (ως έχει):	36,5%
Τέφρα (επί ξηρού):	37,7%
Κατώτερη θερμογόνο ικανότητα:	1700 kcal/kg

Επίσης στο κοιτάσμα των Κομνηνών το καύσιμο θείο αποτελεί το 32% του ολικού θείου. Η μέση τιμή του ολικού θείου σε κατάσταση «ως έχει» του λιγνίτη του κοιτάσματος είναι 1,05% με τις τιμές να κυμαίνονται από 0,62 – 1,62% ενώ η μέση τιμή του καύσιμου θείου σε κατάσταση «ως έχει» είναι 0,33% με διακύμανση τιμών 0,12 – 0,57%. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι μέσες τιμές του καύσιμου θείου «ως έχει» των λιγνιτωρυχείων Μαυροπηγής, ΝΔ Πεδίου και Νοτίου Πεδίου, οι οποίες είναι 0,46%, 0,53% και 0,62% αντίστοιχα.

Τα αντίστοιχα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος Μεσοβούνου δίνονται στον Πίνακα 11.

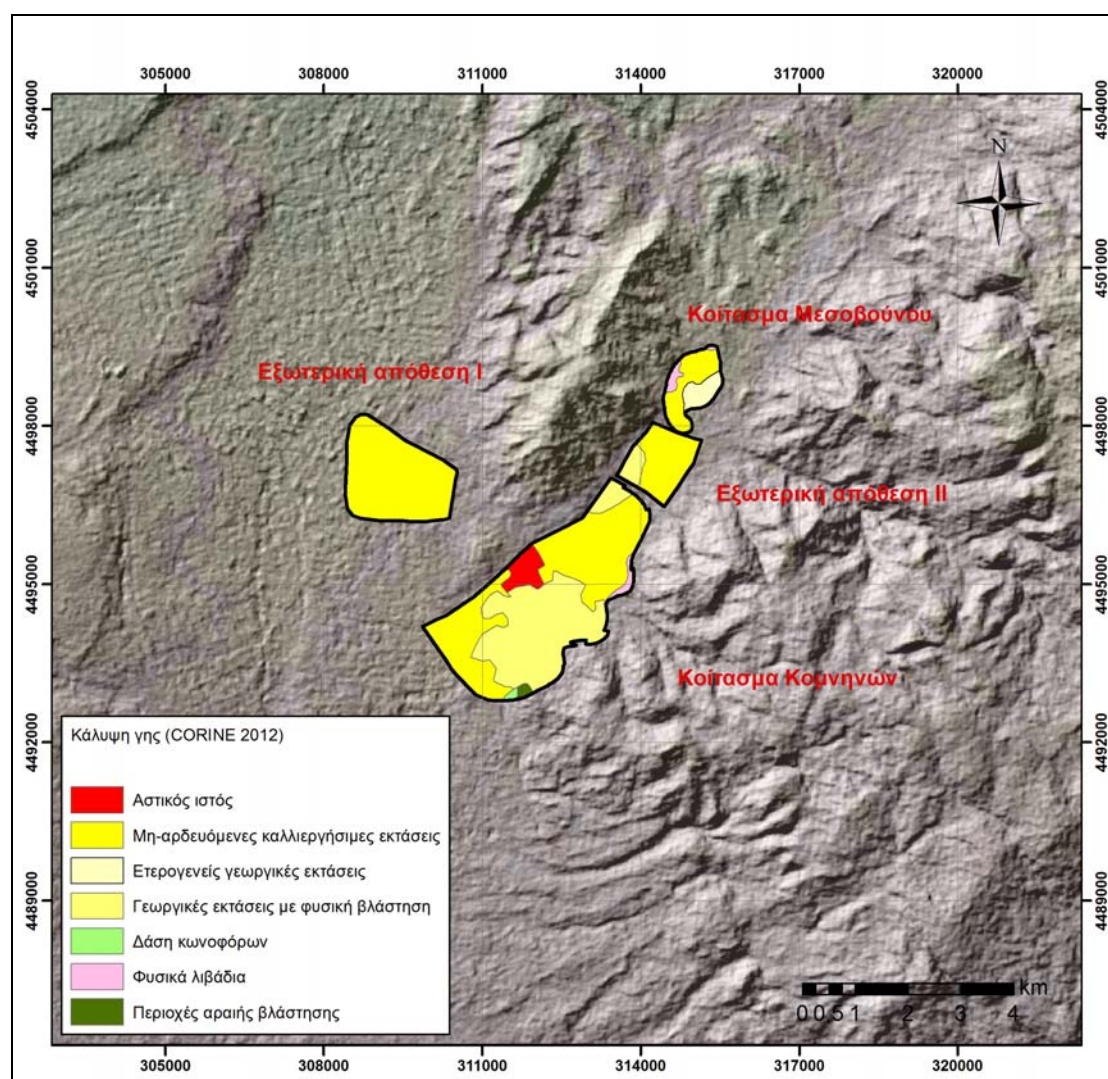
Πίνακας 11: Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος Μεσοβούνου

Υγρασία (ως έχει):	45,01%
Τέφρα (επί ξηρού):	33,94%
Κατώτερη θερμογόνο ικανότητα:	1600 kcal/kg

3.4.5. Απαιτούμενες εκτάσεις για την εξορυκτική δραστηριότητα – Κάλυψη γης

Η απαιτούμενη έκταση για την ανάπτυξη του κοιτάσματος Κομνηνών είναι περίπου 8.600 στρέμματα και η αντίστοιχη για το κοιτάσμα Μεσοβούνου είναι περίπου 1.200 στρέμματα. Η εξωτερική απόθεση των υπερκειμένων και ενδιαμέσων που θα εξορυχθούν κατά την αξιοποίηση του κοιτάσματος θα

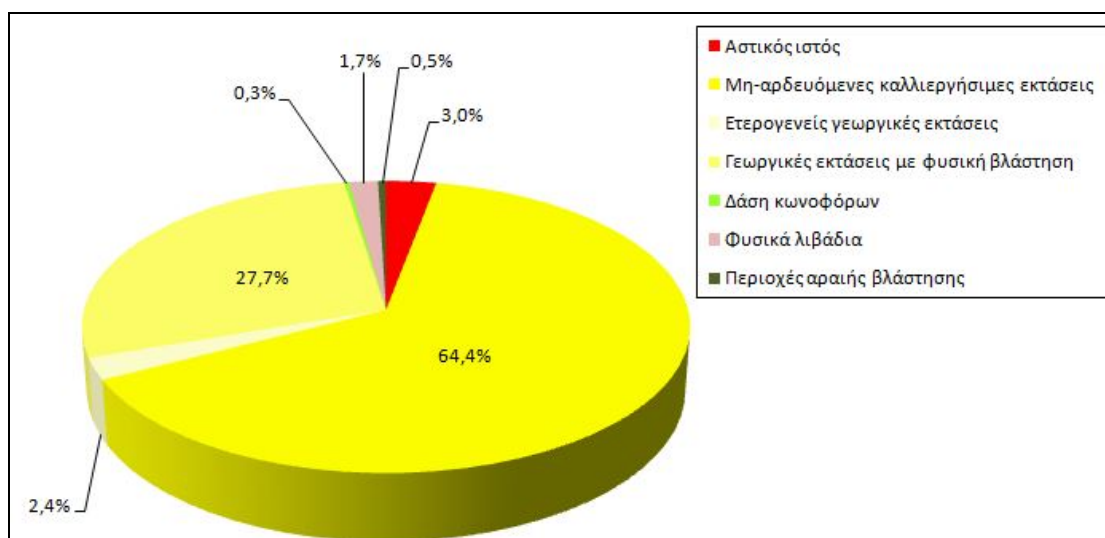
αναπτυχθεί σε δύο περιοχές, συνολικής έκτασης περίπου 4.600 στρεμμάτων. Για τη διερεύνηση του τύπου της επιφάνειας κατάληψης του συνόλου της εξορυκτικής δραστηριότητας (~14.400 στρέμματα), εφαρμόστηκε το πρόγραμμα CORINE 2012. Γενικά, το σύνολο των εκτάσεων της περιοχής χαρακτηρίζεται ως καλλιεργήσιμες και αγροτικές εκτάσεις. Στο Σχήμα 19 παρουσιάζεται ο τύπος των απαιτούμενων εκτάσεων, στον Πίνακα 12 η έκταση ανά τύπο και στο Σχήμα 20 η αναλογία των εκτάσεων επί του συνόλου, όπως αυτά προκύπτουν από το πρόγραμμα CORINE 2012.



Σχήμα 19: Κάλυψη γης εξορυκτικής δραστηριότητας για την ανάπτυξη του ορυχείου (CORINE 2012)

Πίνακας 12: Εκτάσεις ανά τύπο κάλυψης γης σύμφωνα με το CORINE 2012

Απαιτούμενες εκτάσεις για την ανάπτυξη του ορυχείου (m²)	
Απαιτούμενη έκταση για ανάπτυξη εκσκαφών	9775998
Απαιτούμενη έκταση για ανάπτυξη εξωτ. αποθέσεων	4574895
Σύνολο απαιτούμενης έκτασης	14350893
Κάλυψη γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine 2012 (m²)	
Αστικός ιστός	427064
Μη-αρδευόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις	9241875
Ετερογενείς γεωργικές εκτάσεις	344507
Γεωργικές εκτάσεις με φυσική βλάστηση	3980857
Γεωργικές εκτάσεις	13567239
Δάση κωνοφόρων	40602
Φυσικά λιβάδια	248361
Περιοχές αραιής βλάστησης	67627
Δάση και φυσικές περιοχές	356590
Σύνολο	14350893



Σχήμα 20: Ποσοστά ανά τύπο κάλυψης γης

3.5. ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GIS

Στην παρούσα ενότητα πραγματοποιήθηκε η **χωρική ανάλυση και αξιολόγηση** του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου, βάσει στοιχείων που έχουν προκύψει από την αξιολόγηση των γεωτρήσεων της περιοχής. Ως δείκτες χωρικής αξιολόγησης του κοιτάσματος ορίστηκαν **α) το πάχος του λιγνίτη (m), β) η σχέση εκμετάλλευσης (m^3/t), γ) η Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (kcal/kg) και δ) το πάχος των σκληρών σχηματισμών (m).**

Για τη χωρική ανάλυση και αξιολόγηση του κοιτάσματος, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης γεωτρήσεων συγκεντρώθηκαν σε κατάλληλο πίνακα (τμήμα του οποίου παρουσιάζεται παρακάτω, Πίνακας 13), με σκοπό τον σχεδιασμό ισομετρικών καμπυλών για τους τέσσερις δείκτες, με χρήση του λογισμικού Surfer και την κατάλληλη μέθοδο παρεμβολής και τη μετέπειτα επεξεργασία των αποτελεσμάτων με το λογισμικό ArcGIS. Τελικός στόχος είναι η **δημιουργία χαρτών χωρικής μεταβολής** των παραπάνω δεικτών - μεγεθών για την πληρέστερη γνώση του κοιτάσματος και η **χαρτογραφική υπέρθεση (σταθμισμένη και μη)** αυτών, ώστε το κοίτασμα να αναλυθεί και αξιολογηθεί χωρικά και να εξαχθεί **ένας συνολικός χωρικός δείκτης ποιότητας** που να το χαρακτηρίζει.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι η παραπάνω ανάλυση με υπέρθεση αποτελεί **μια πρωταρχική χωρική αξιολόγηση του κοιτάσματος**, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία αξιολόγησης των γεωτρήσεων. Οποιαδήποτε απόφαση για την εκμετάλλευση του κοιτάσματος και τη βιώσιμη ανάπτυξή του απαιτεί πρόσθετες οικονομοτεχνικές μελέτες. Η χωρική ανάλυση με υπέρθεση θα μπορούσε να αποτελέσει **το πρώτο βήμα για την άμεση χαρτογραφική απεικόνιση βασικών κοιτασματολογικών δεδομένων και την πληρέστερη γνώση του κοιτάσματος.**

3.5.1. Χωρική μεταβολή πάχους λιγνίτη

Τα στοιχεία αξιολόγησης των γεωτρήσεων, τα οποία αφορούν το πάχος λιγνίτη (m) ανά γεώτρηση, εισήχθησαν στο λογισμικό Surfer και με τη μέθοδο χωρικής παρεμβολής kriging σχεδιάστηκαν οι **ισομετρικές καμπύλες λιγνίτη**. Το kriging είναι ένας αλγόριθμος με τον οποίο εκτιμώνται οι άγνωστες τιμές μιας τυχαίας συνάρτησης, με χρήση του ημιβαριογράμματος.

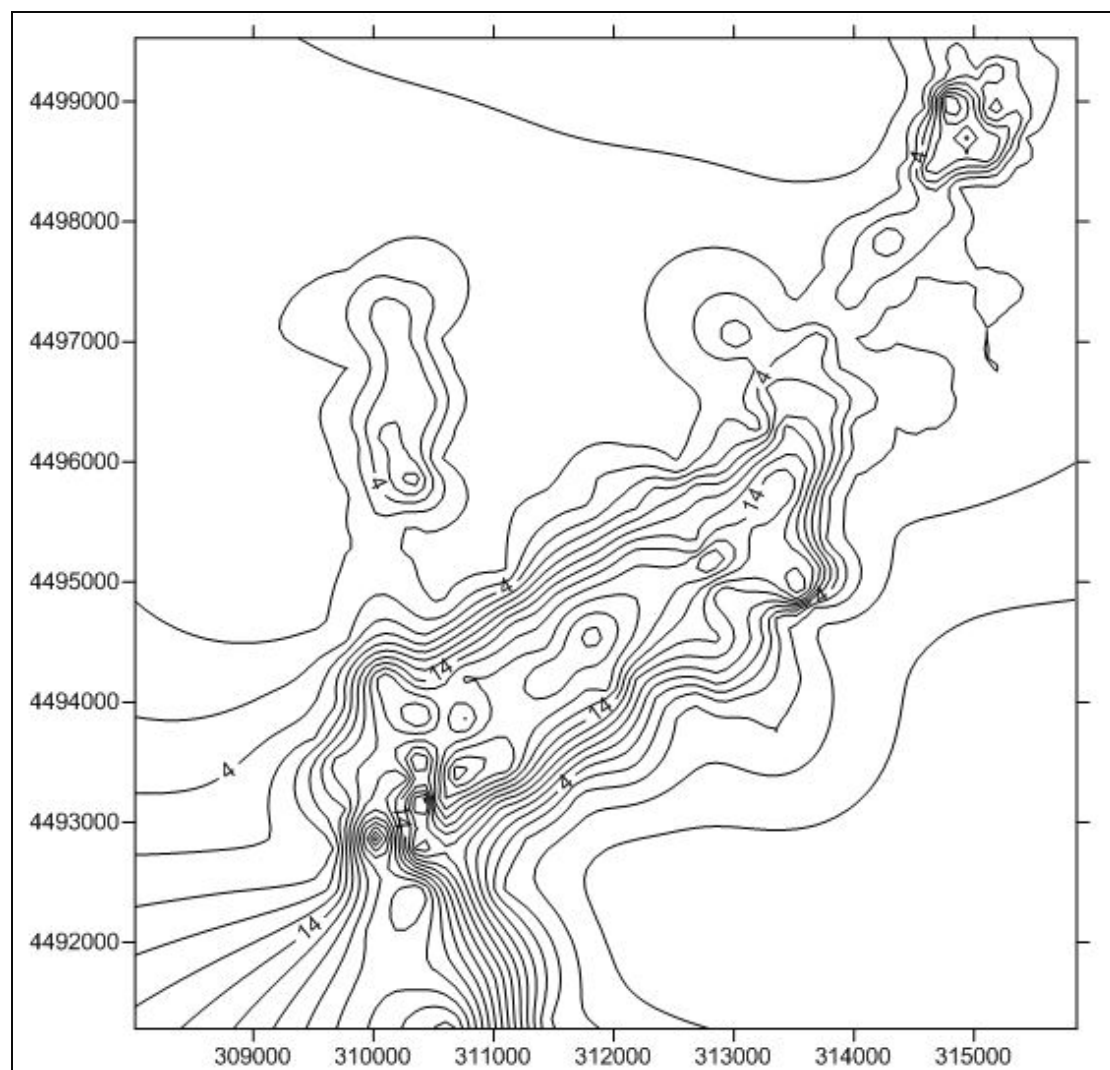
Η συνάρτηση συνδιασποράς μίας τυχαίας συνάρτησης αποτελεί το βασικό χαρακτηριστικό της. Για να πραγματοποιηθεί οποιοσδήποτε υπολογισμός με στόχο την παρεμβολή των δειγματικών τιμών μίας φυσικής μεταβλητής, προϋποτίθεται η γνώση της συνάρτησης συνδιασποράς της τυχαίας συνάρτησης που αναπαριστά τη μελετώμενη μεταβλητή (Μόδης, 2010). Επειδή στην πράξη ο υπολογισμός της συνάρτησης συνδιασποράς προϋποθέτει τη γνώση της μέσης τιμής της τυχαίας συνάρτησης και με σκοπό τον περιορισμό των παραμέτρων που εκτιμώνται εκ των προτέρων, υπολογίζεται συνήθως η συνάρτηση ημιβαριογράμματος (Σίδερη, 2016). Ύστερα από απλοποιητικές παραδοχές, η εκτιμήτρια $\gamma^*(h)$ της συνάρτησης ημιβαριογράμματος προκύπτει ως:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N_h} \sum_{i=1}^N [X(s_i+h) - X(s_i)]^2$$

όπου N_h ο αριθμός των ζευγών πειραματικών σημείων που απέχουν κατά διάστημα h .

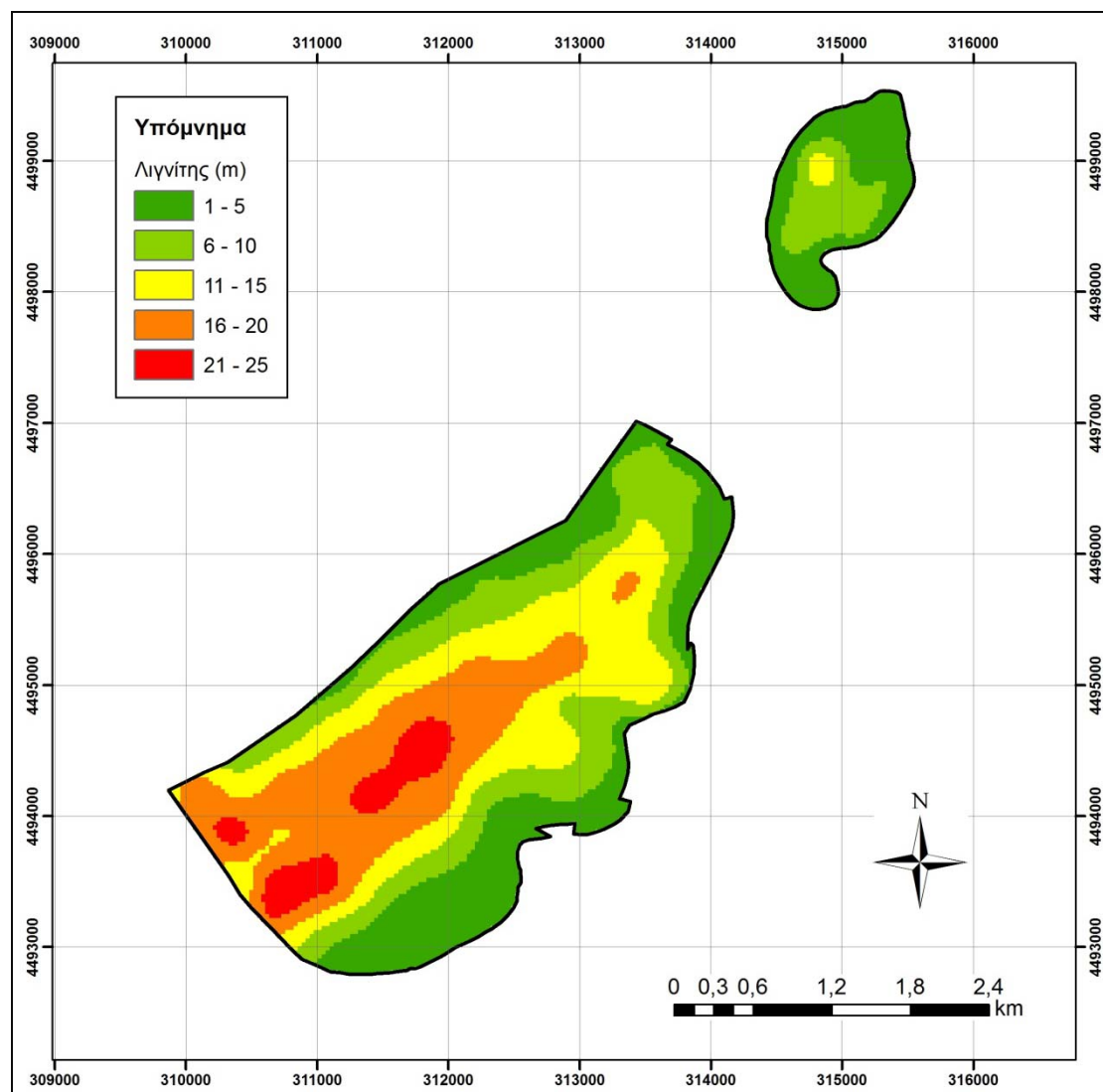
Η παρεμβολή των δειγματικών τιμών της τυχαίας συνάρτησης γίνεται με βάση το κριτήριο ελαχιστοποίησης του μέσου τετραγωνικού σφάλματος. Μέσω της μεθόδου kriging επιτρέπεται η εκτίμηση της μεταβλητής ενδιαφέροντος στην άγνωστη θέση s_0 με τη χρήση γραμμικού συνδυασμού των πλησιέστερων δειγματικών τιμών στις θέσεις s_1, \dots, s_n , όπου n ο αριθμός των δειγμάτων (Σίδερη, 2016).

Οι ισομετρικές καμπύλες του πάχους λιγνίτη παρουσιάζονται στο Σχήμα 21.



Σχήμα 21: Ισομετρικές καμπύλες πάχους λιγνίτη (m) στο κοίτασμα

Έπειτα, με κατάλληλη επεξεργασία των καμπυλών πάχους λιγνίτη χρησιμοποιώντας εφαρμογές του προγράμματος ArcGIS, δημιουργήθηκε ο παρακάτω **χάρτης χωρικής μεταβολής του πάχους λιγνίτη**, εντός των ορίων του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου (Σχήμα 22).



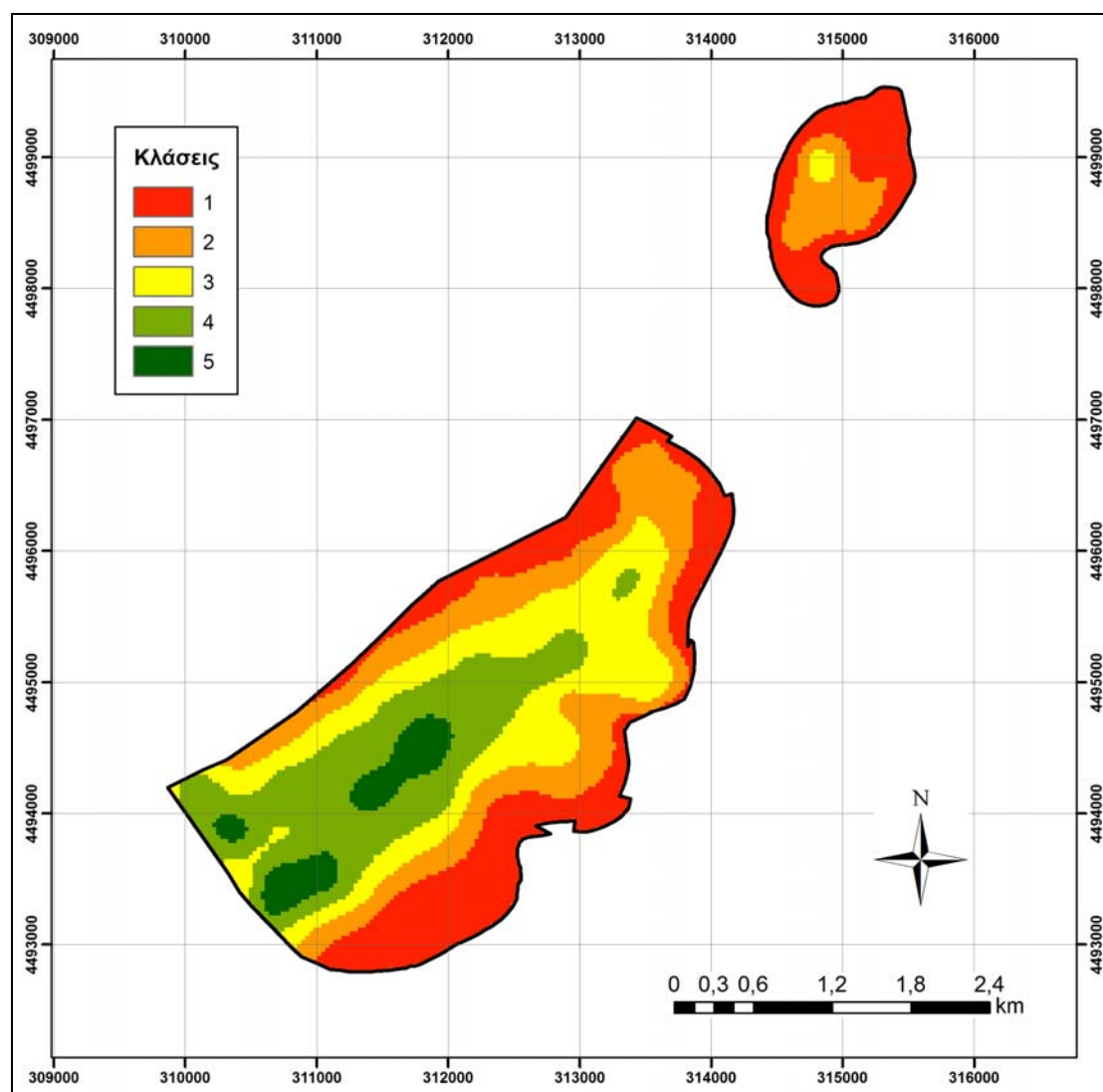
Σχήμα 22: Χάρτης χωρικής μεταβολής πάχους λιγνίτη

Το πάχος λιγνίτη χωρίστηκε ισομετρικά σε πέντε κλάσεις και κάθε κλάση βαθμονομήθηκε στην κλίμακα 1 έως 5, όπως φαίνεται στον Πίνακα 14, με την κλάση 1 να αφορά τις μικρότερες τιμές του πάχους λιγνίτη και την κλάση 5, τις μεγαλύτερες. Τιμές μικρότερης της μονάδας, ομαδοποιήθηκαν στην πρώτη κλάση.

Πίνακας 14: Κλάσεις λιγνίτη

Κλάση	Πάχος λιγνίτη (m)
1	1 έως 5
2	6 έως 10
3	11 έως 15
4	16 έως 20
5	21 έως 25

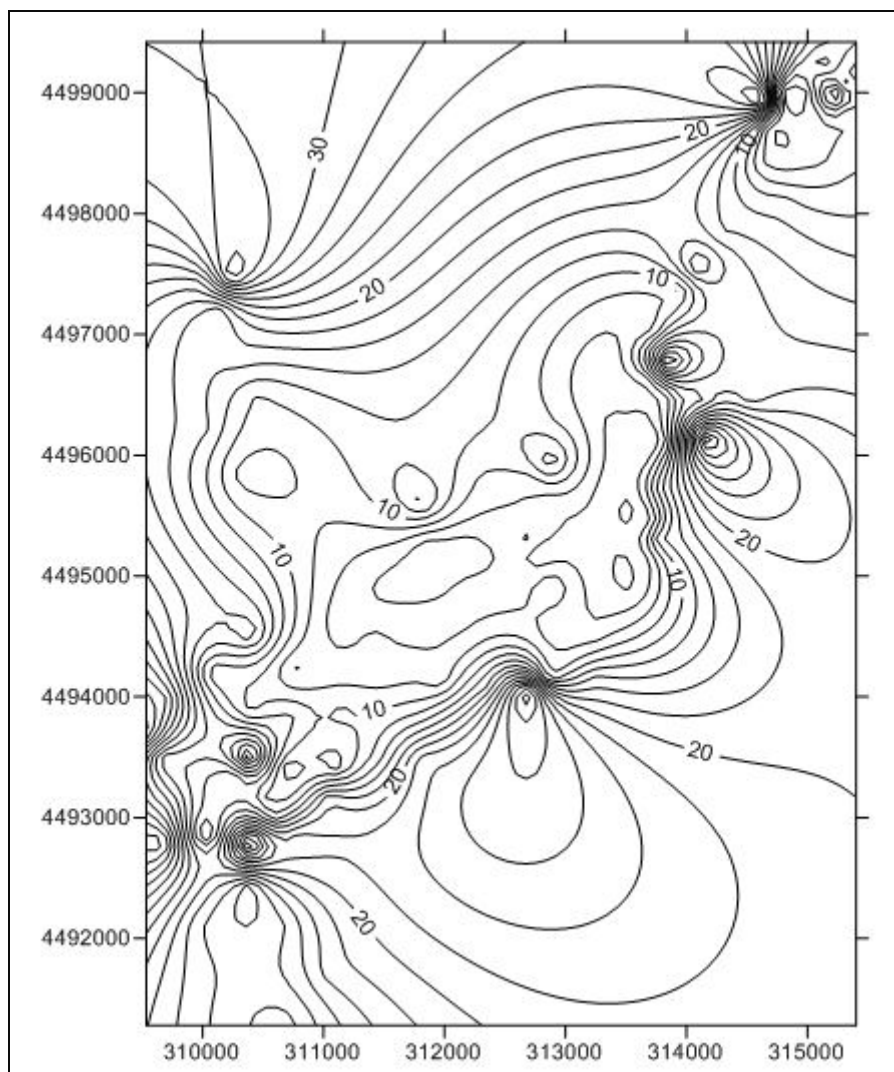
Στο Σχήμα 23 παρουσιάζεται η **κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος ανάλογα με τη χωρική μεταβολή του πάχους λιγνίτη**. Για την άμεση εξαγωγή συμπερασμάτων από την οπτική σύγκριση μεταξύ των χαρτών, θα διατηρηθεί η ίδια διαβάθμιση χρωμάτων (1: κόκκινο, 2: πορτοκαλί, 3: κίτρινο, 4: ανοικτό πράσινο, 5: πράσινο) σε όλους τους χάρτες κατηγοριοποίησης του κοιτάσματος, με τη μετάβαση της κλάσης της εξεταζόμενης παραμέτρου από 1 έως 5 να υποδηλώνει «πλουσιότερο» λιγνίτη.



Σχήμα 23: Κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος ανάλογα με το πάχος λιγνίτη

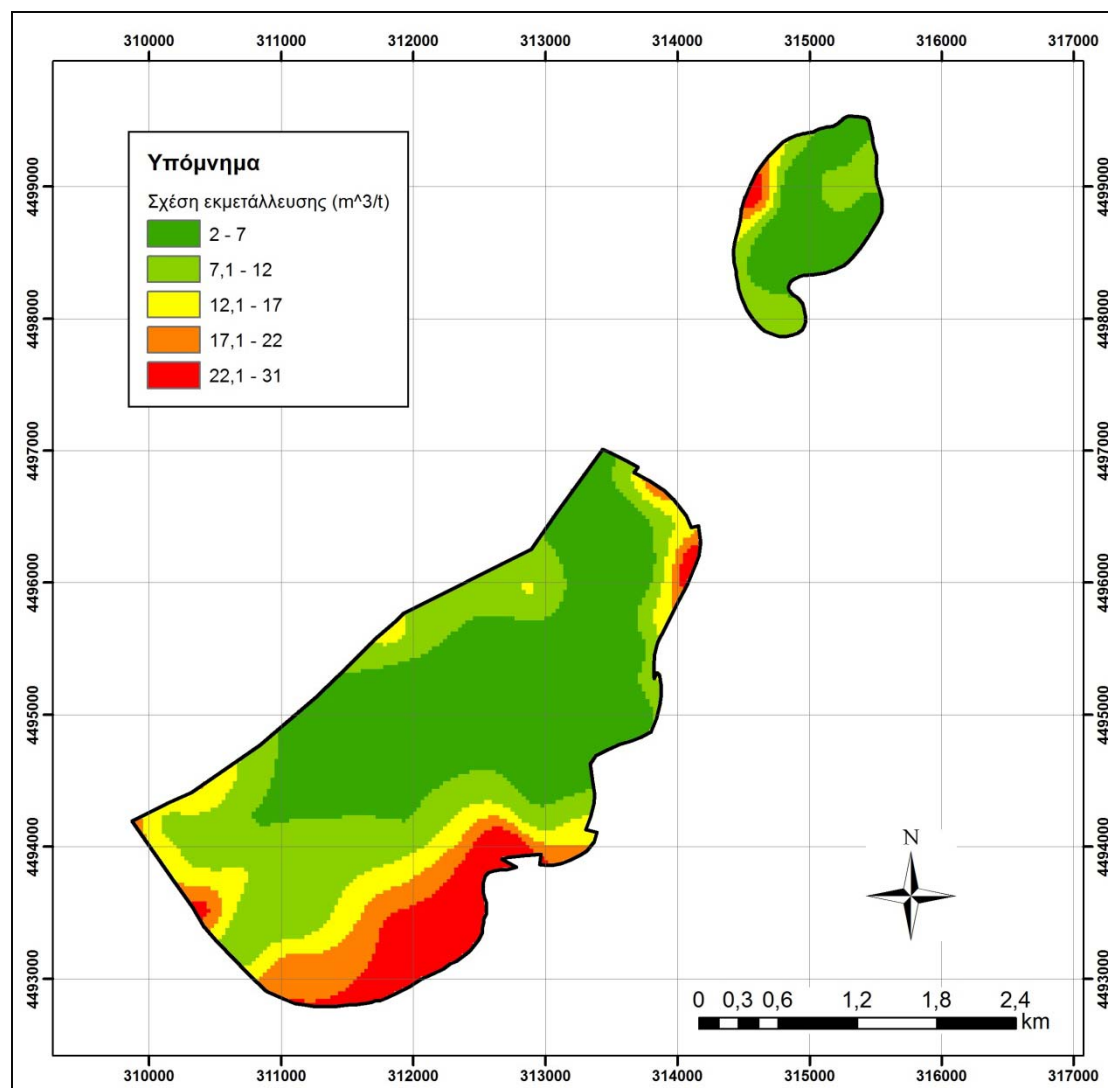
3.5.2. Χωρική μεταβολή σχέσης εκμετάλλευσης

Τα στοιχεία αξιολόγησης των γεωτρήσεων, τα οποία αφορούν τη σχέση εκμετάλλευσης (m^3/t) ανά γεώτρηση, εισήχθησαν στο λογισμικό Surfer και με τη μέθοδο χωρικής παρεμβολής kriging σχεδιάστηκαν οι **ισομετρικές καμπύλες σχέσης εκμετάλλευσης**, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 24.



Σχήμα 24: Ισομετρικές καμπύλες σχέσης εκμετάλλευσης (m^3/t)

Έπειτα, με κατάλληλη επεξεργασία των καμπυλών σχέσης εκμετάλλευσης χρησιμοποιώντας εφαρμογές του προγράμματος ArcGIS, δημιουργήθηκε ο παρακάτω **χάρτης χωρικής μεταβολής της σχέσης εκμετάλλευσης**, εντός των ορίων του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου (Σχήμα 25).



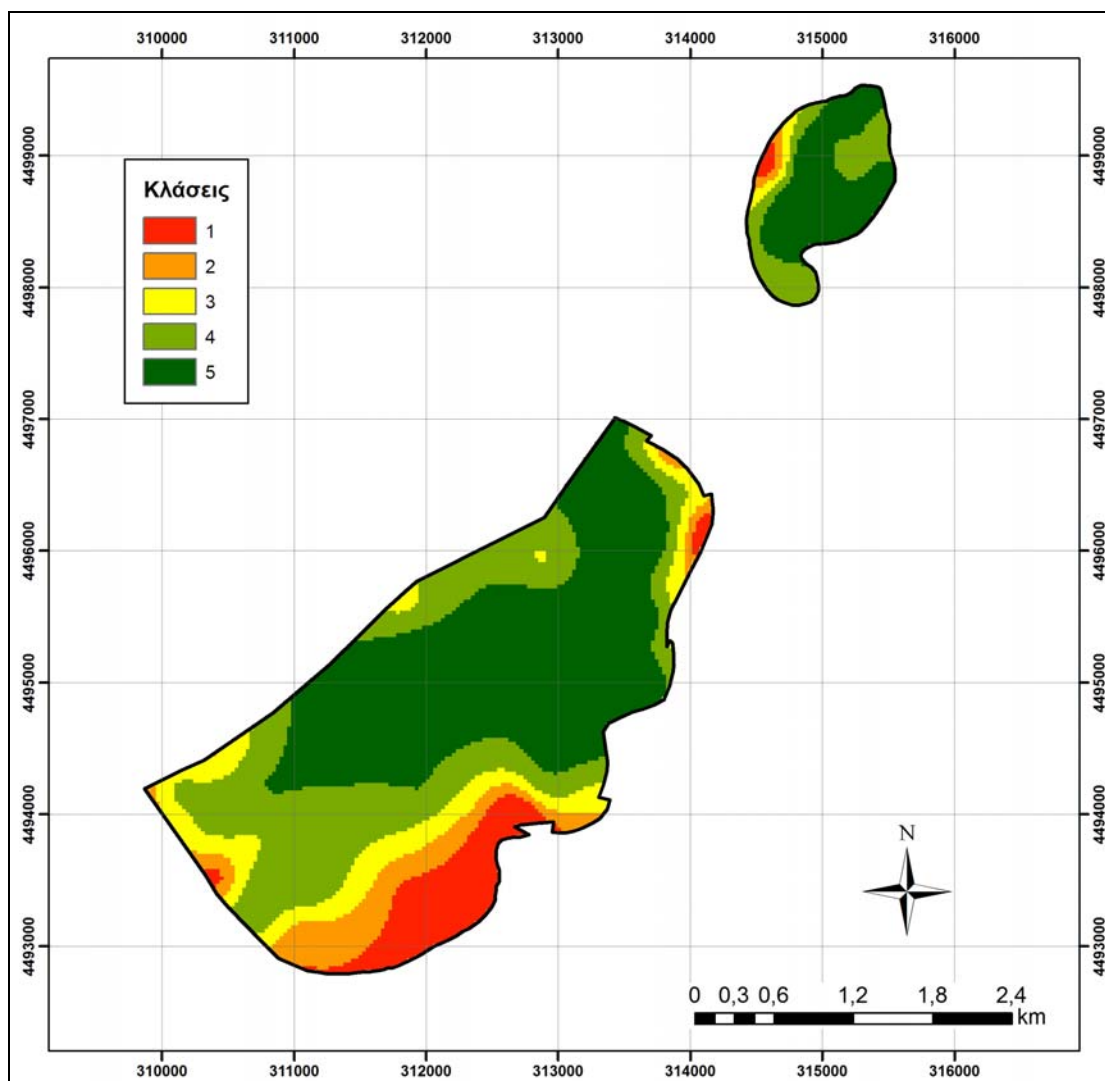
Σχήμα 25: Χάρτης χωρικής μεταβολής σχέσης εκμετάλλευσης

Η τιμή της σχέσης εκμετάλλευσης χωρίστηκε ισομετρικά σε πέντε κλάσεις και κάθε κλάση βαθμονομήθηκε στην κλίμακα 1 έως 5, όπως φαίνεται στον Πίνακα 15, με την κλάση 1 να αφορά τις δυσμενέστερες τιμές της σχέσης και την κλάση 5 τις ευνοϊκότερες.

Πίνακας 15: Κλάσεις σχέσης εκμετάλλευσης

Κλάση	Σχέση εκμετάλλευσης (m ³ /t)
1	22,1 έως 31
2	17,1 έως 22
3	12,1 έως 17
4	7,1 έως 12
5	2 έως 7

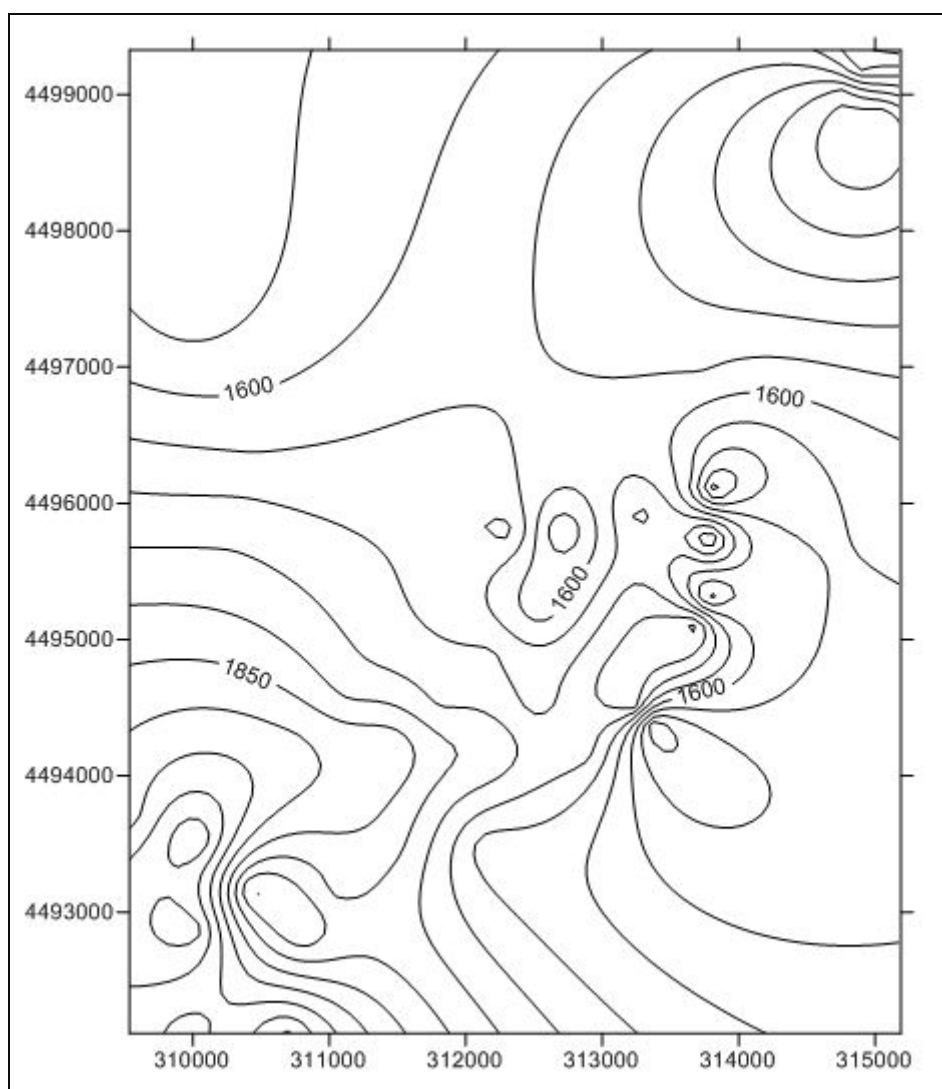
Στο Σχήμα 26 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος ανάλογα με τη χωρική μεταβολή της σχέσης εκμετάλλευσης.



Σχήμα 26: Κατηγοριοποίηση κοιτάσματος ανάλογα με τη σχέση εκμετάλλευσης

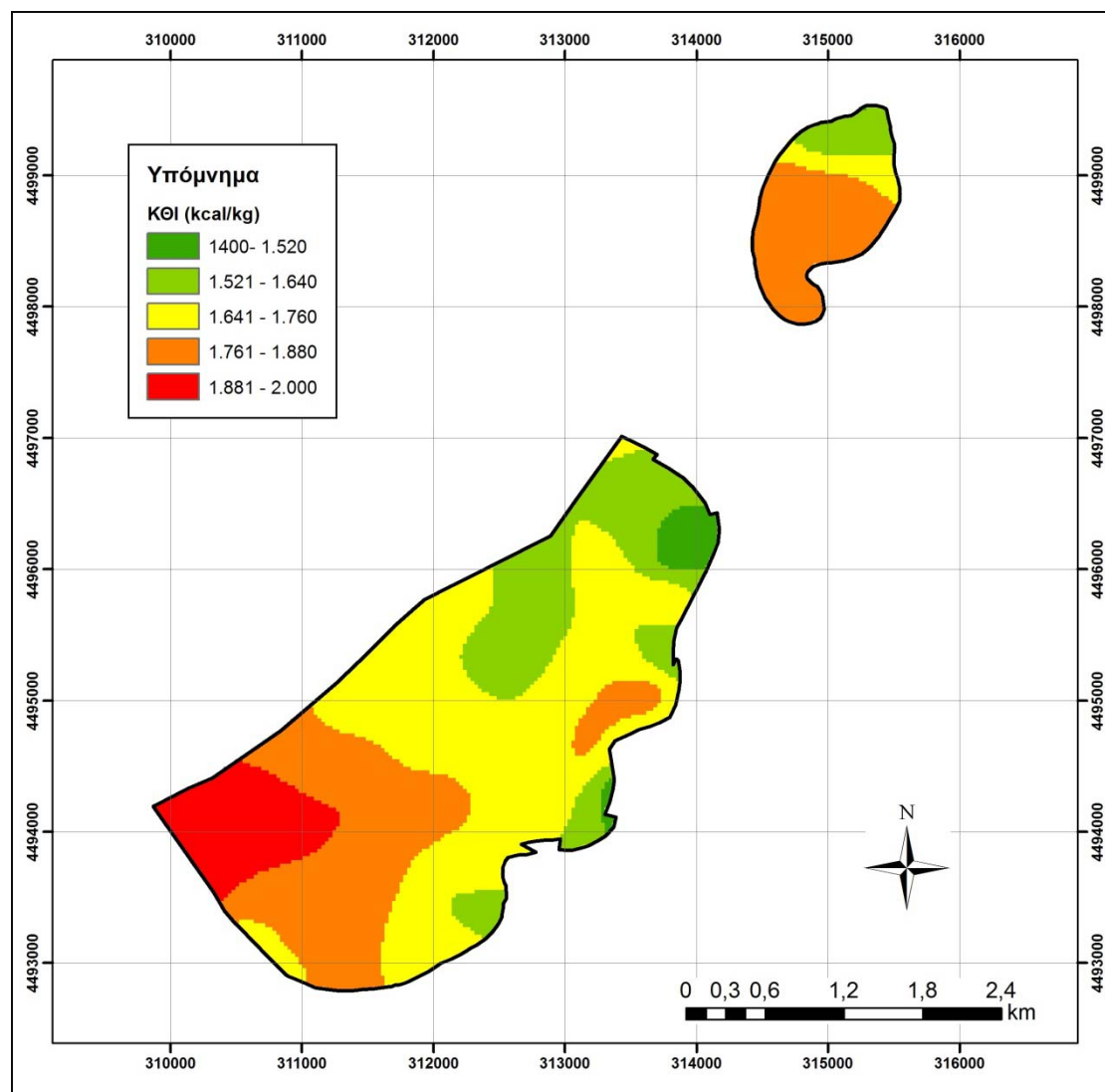
3.5.3. Χωρική μεταβολή Κατώτερης Θερμογόνου Ικανότητας

Τα στοιχεία αξιολόγησης των γεωτρήσεων, τα οποία αφορούν την ΚΘΙ (kcal/kg) ανά γεώτρηση, εισήχθησαν στο λογισμικό Surfer και με τη μέθοδο χωρικής παρεμβολής kriging σχεδιάστηκαν οι **ισομετρικές καμπύλες ΚΘΙ**, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 27.



Σχήμα 27: Ισομετρικές καμπύλες ΚΘΙ (kcal/kg)

Έπειτα, με κατάλληλη επεξεργασία των καμπυλών ΚΘΙ χρησιμοποιώντας εφαρμογές του προγράμματος ArcGIS, δημιουργήθηκε ο παρακάτω **χάρτης χωρικής μεταβολής της ΚΘΙ** εντός των ορίων του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου (Σχήμα 28).



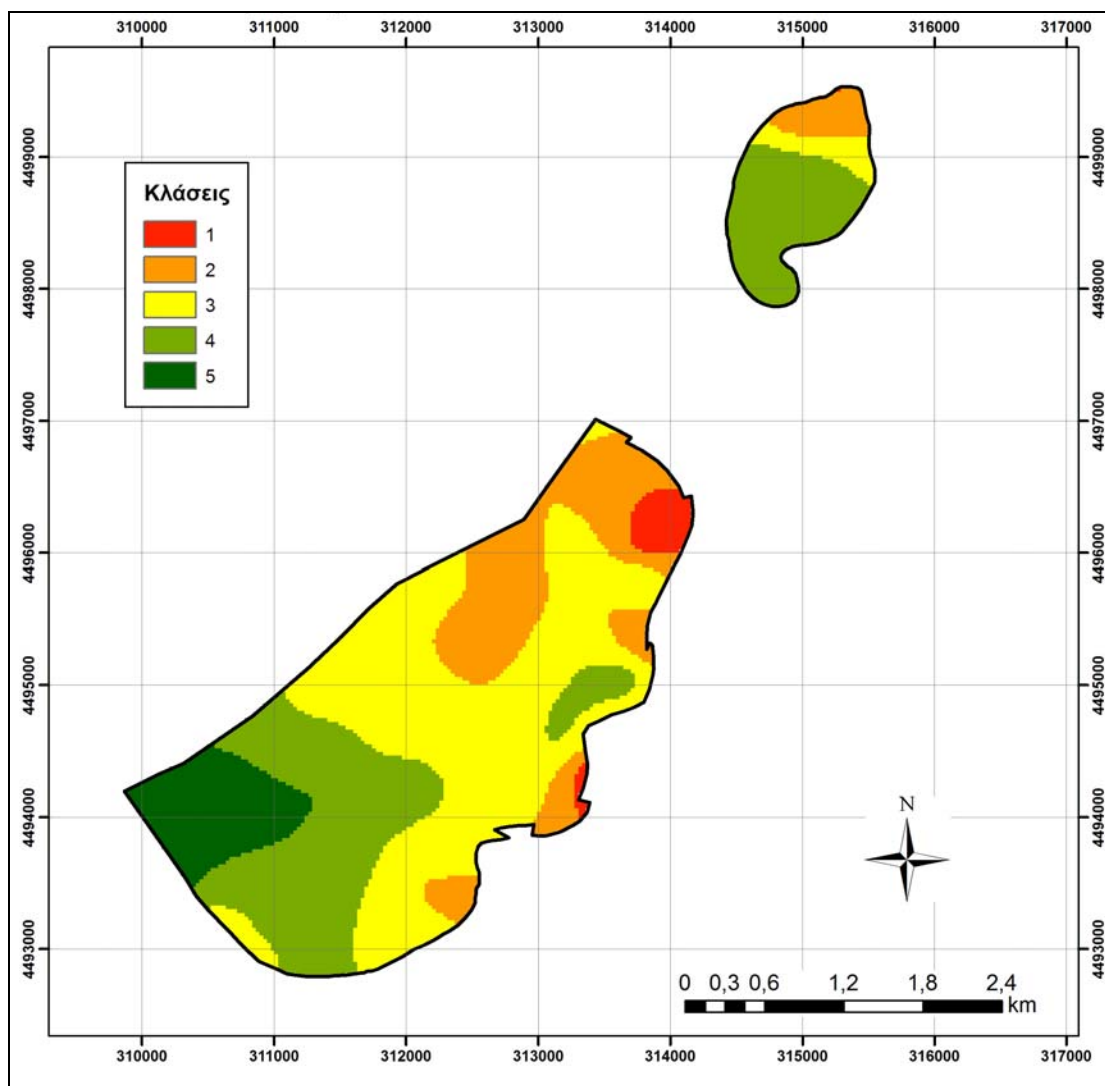
Σχήμα 28: Χάρτης χωρικής μεταβολής ΚΘΙ

Η τιμή της ΚΘΙ χωρίστηκε ισομετρικά σε πέντε κλάσεις και κάθε κλάση βαθμονομήθηκε στην κλίμακα 1 έως 5, όπως φαίνεται στον Πίνακα 16, με την κλάση 1 να αφορά τις χαμηλότερες τιμές της ΚΘΙ και η κλάση 5, τις υψηλότερες.

Πίνακας 16: Κλάσεις ΚΘΙ

Κλάση	ΚΘΙ (kcal/kg)
1	1400 έως 1520
2	1521 έως 1640
3	1641 έως 1760
4	1761 έως 1880
5	1881 έως 2000

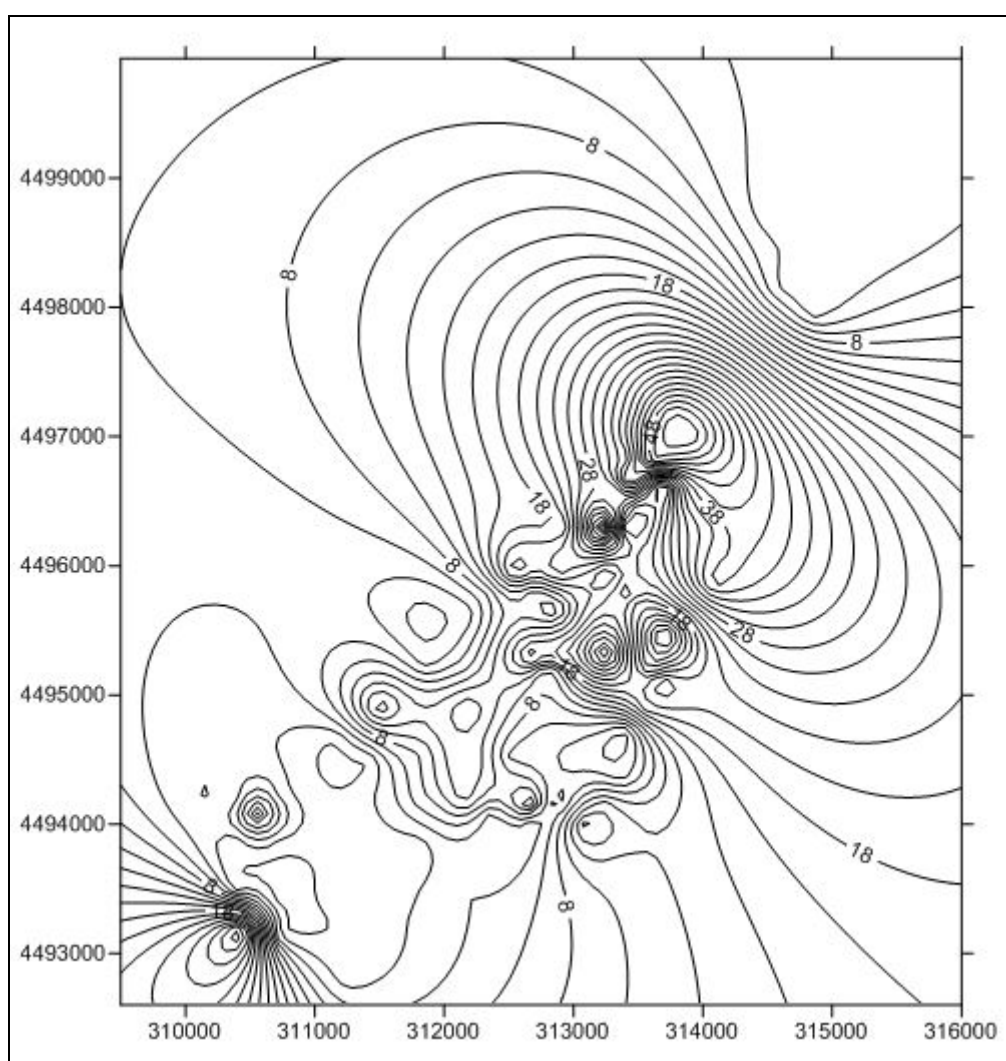
Στο Σχήμα 29 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος ανάλογα με τη χωρική μεταβολή της Κ.Θ.Ι.



Σχήμα 29: Κατηγοριοποίηση κοιτάσματος ανάλογα με τη ΚΘΙ

3.5.4. Χωρική μεταβολή πάχους σκληρών σχηματισμών

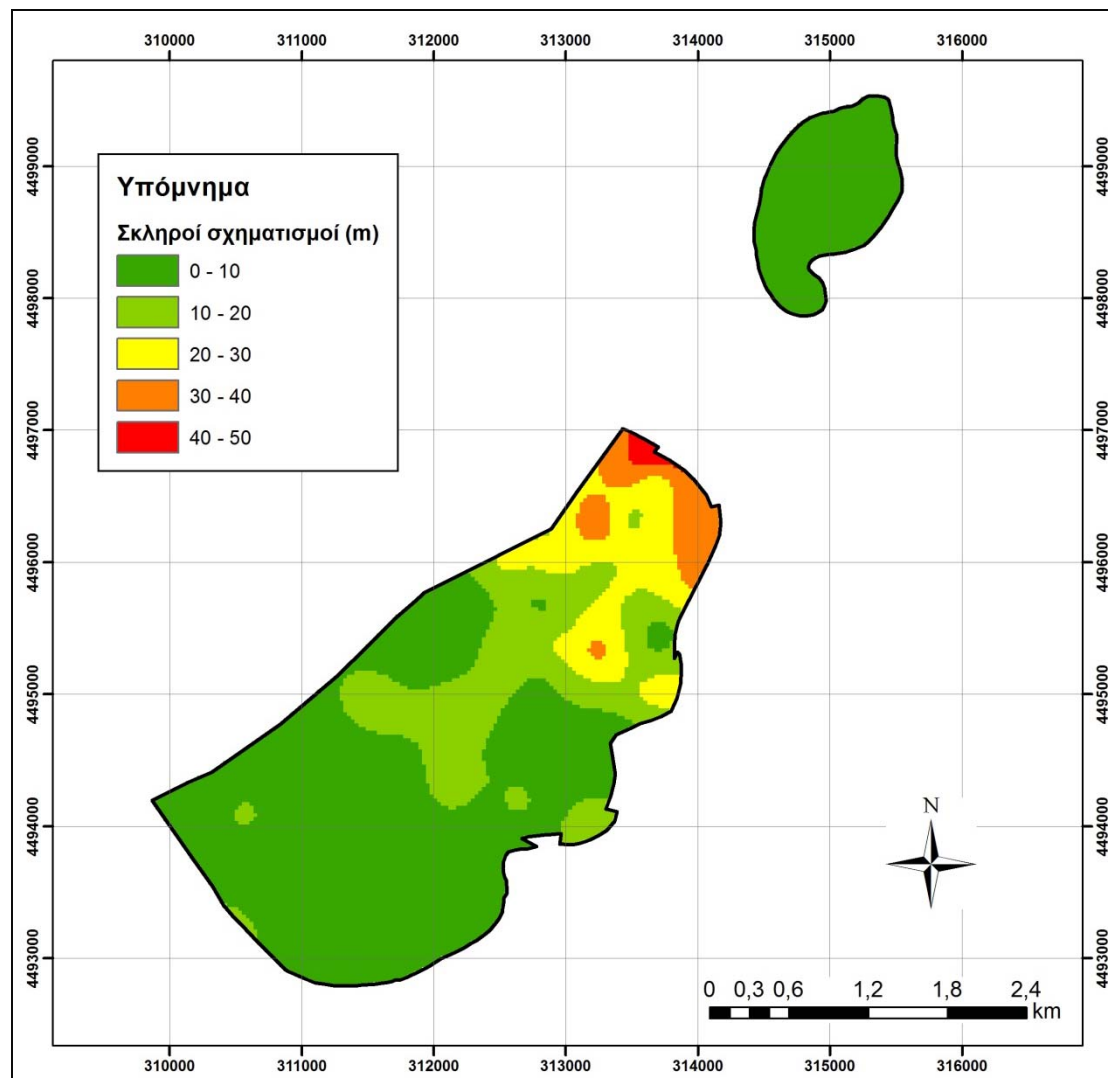
Τα στοιχεία αξιολόγησης των γεωτρήσεων, τα οποία αφορούν το πάχος (m) των σκληρών σχηματισμών (κροκαλοπαγή, λατυποπαγή, ψαμμίτες, πηλίτες) ανά γεώτρηση, εισήχθησαν στο λογισμικό Surfer και με τη μέθοδο χωρικής παρεμβολής kriging σχεδιάσθηκαν οι **ισομετρικές καμπύλες σκληρών σχηματισμών**, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο σχήμα. Σημειώνεται ότι η εξόρυξη των σκληρών σχηματισμών δεν είναι δυνατή με καδοφόρο εκσκαφέα και η απομάκρυνσή τους αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης δραστηριότητας, η οποία περιλαμβάνει χρήση εκρηκτικών υλών και νηζελοκίνητου εξοπλισμού



Σχήμα 30: Ισομετρικές καμπύλες σκληρών σχηματισμών (m)

Έπειτα, με κατάλληλη επεξεργασία των καμπυλών πάχους σκληρών σχηματισμών, χρησιμοποιώντας εφαρμογές του προγράμματος ArcGIS

δημιουργήθηκε ο παρακάτω **χάρτης χωρικής μεταβολής του πάχους των σκληρών σχηματισμών** εντός των ορίων του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου (Σχήμα 31).



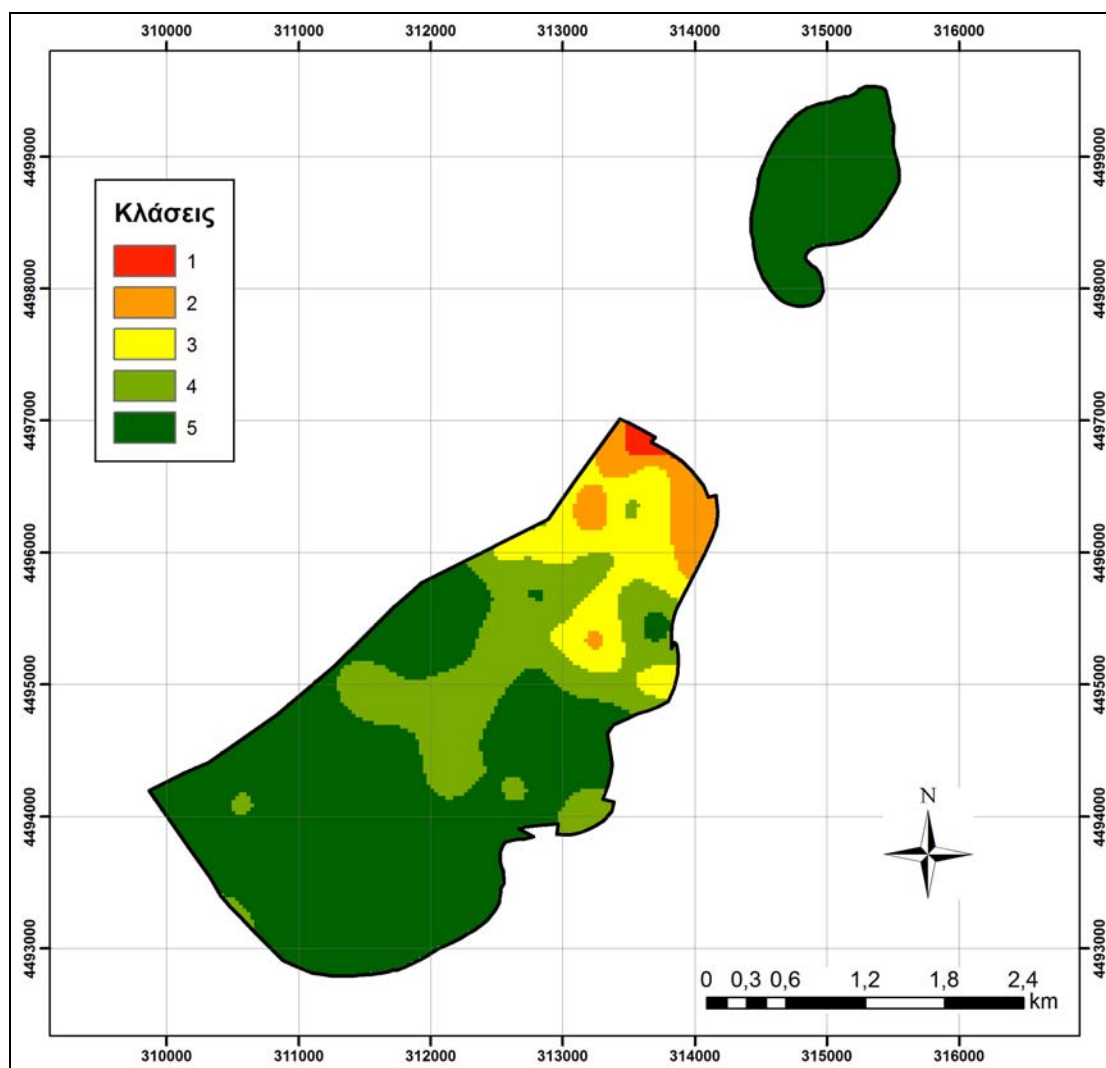
Σχήμα 31: Χάρτης χωρικής μεταβολής πάχους σκληρών σχηματισμών

Η τιμή του πάχους των σκληρών σχηματισμών χωρίστηκε σε πέντε κλάσεις και κάθε κλάση βαθμονομήθηκε στην κλίμακα 1 έως 5, όπως φαίνεται στον Πίνακα 17, με την κλάση 1 να αφορά τις μεγαλύτερες ποσότητες πάχους των σχηματισμών και η κλάση 5, τις μικρότερες.

Πίνακας 17: Κλάσεις σκληρών σχηματισμών

Κλάση	Σκληροί σχηματισμοί (m)
1	40 έως 50
2	30 έως 40
3	20 έως 30
4	10 έως 20
5	0 έως 10

Στο Σχήμα 32 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος ανάλογα με τη χωρική μεταβολή του πάχους των σκληρών σχηματισμών.

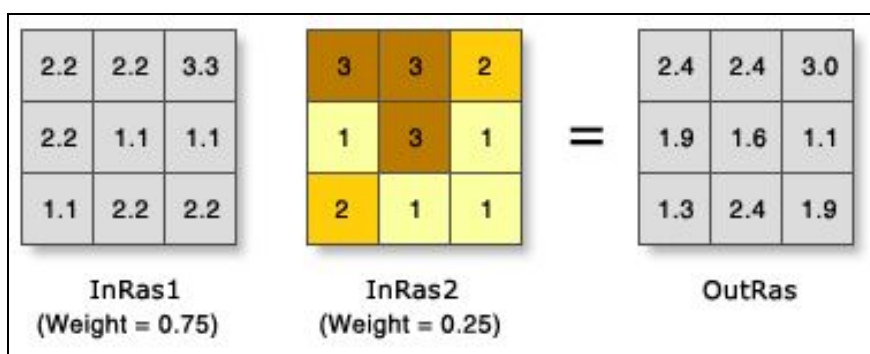


Σχήμα 32: Κατηγοριοποίηση κοιτάσματος ανάλογα με το πάχος σκληρών σχηματισμών.

3.5.5. Χωρική ανάλυση και αξιολόγηση κοιτάσματος με χαρτογραφική υπέρθεση

Σε αυτό το στάδιο και με βάση την προηγούμενη επιμέρους κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος, με χρήση των τεσσάρων δεικτών (πάχος λιγνίτη, σχέση εκμετάλλευσης, τιμή Κ.Θ.Ι. και πάχος σκληρών σχηματισμών), πραγματοποιείται η **χωρική ανάλυση και αξιολόγηση του κοιτάσματος και ο υπολογισμός ενός συνολικού, χωρικού δείκτη ποιότητας του κοιτάσματος, με χαρτογραφική υπέρθεση** των Σχημάτων 23, 26, 29 και 32.

Η υπέρθεση και σύνθεση εικόνων (rasters overlay) είναι ένα εργαλείο του ArcGIS, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα επικάλυψης πολλών εικόνων, αρχικά πολλαπλασιάζοντας την κάθε μία με συγκεκριμένο συντελεστή βαρύτητας και στη συνέχεια αθροίζοντας τα αποτελέσματα αυτού του πολλαπλασιασμού. Παράγωγο της υπέρθεσης εικόνων είναι μια εικόνα (raster), η οποία συνδυάζει καταλλήλως (αντίστοιχο βάρος) τα χαρακτηριστικά της κάθε επιμέρους εικόνας. Στο Σχήμα 33 απεικονίζεται γραφικά η παραπάνω περιγραφόμενη διαδικασία.



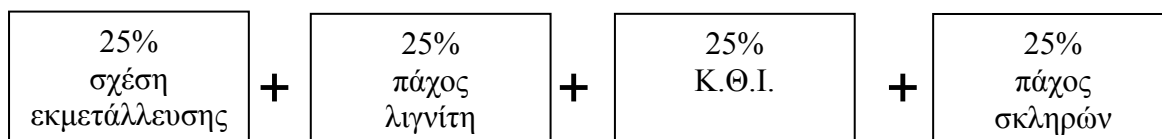
Σχήμα 33: Υπέρθεση εικόνων (raster overlay)
Πηγή: ArcGIS 10.3.1 Help

Η χαρτογραφική υπέρθεση των δεικτών χωρικής αξιολόγησης μπορεί να είναι σταθμισμένη (συμμετοχή των δεικτών με συντελεστές βαρύτητας) ή μη σταθμισμένη (ισοβαρής συμμετοχή των δεικτών χωρικής αξιολόγησης).

3.5.5.1. Χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος με μη σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση

Κατά τη μη σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση γίνεται η παραδοχή ότι **οι χωρικοί δείκτες συμβάλλουν εξίσου και ισοβαρώς** στη διαμόρφωση ενός συνολικού χάρτη. Στον παραγόμενο χάρτη της υπέρθεσης απεικονίζεται **ο χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος, ο οποίος συνδυάζει τις τιμές των κλάσεων κάθε επιμέρους χωρικού δείκτη.**

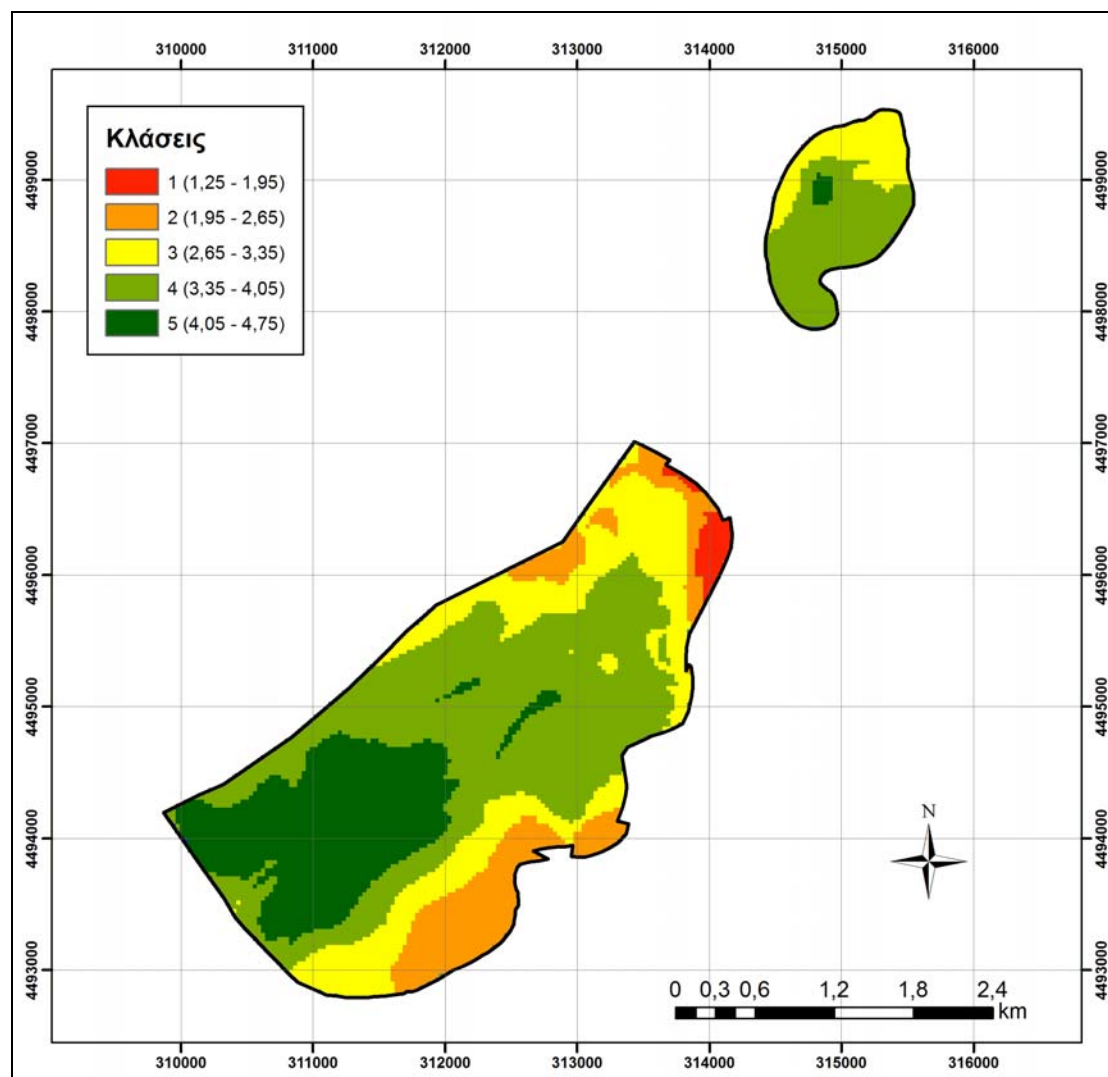
Η σχέση, η οποία διαμορφώνει τον συνδυαστικό χάρτη που προκύπτει από την υπέρθεση και σύνθεση των εικόνων κατηγοριοποίησης του κοιτάσματος (Σχήματα 23, 26, 29 και 32) είναι η εξής:



Το αποτέλεσμα της μη σταθμισμένης χαρτογραφικής υπέρθεσης παρουσιάζεται στο Σχήμα 34.

Η ισοβαρής υπέρθεση και σύνθεση των τεσσάρων εικόνων παράγει μια συνολική εικόνα, στην οποία απεικονίζεται **ο χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος**. Το κοίτασμα κατηγοριοποιείται εκ νέου σε 5 ισομετρικές κλάσεις, **με εύρος τιμών από 1,25 έως 4,75.**

Στην πράξη, οι δείκτες χωρικής αξιολόγησης συμμετέχουν με διαφορετικό ποσοστό κατά τη διαμόρφωση του συνδυαστικού χάρτη, διότι ο βαθμός σημαντικότητας κάθε παραμέτρου είναι διαφορετικός κατά την αξιολόγηση της εκμεταλλευσιμότητας ενός λιγνιτικού κοιτάσματος. Αυτό αποτελεί αντικείμενο της σταθμισμένης χαρτογραφικής υπέρθεσης που ακολουθεί.



Σχήμα 34: Χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου, με μη σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση

3.5.5.2. Χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος με σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση

Σε αυτό το στάδιο της εργασίας πραγματοποιείται η εφαρμογή ενός μοντέλου πολυκριτηριακής ανάλυσης με τη χρήση της τεχνικής Αναλυτικής Ιεράρχησης, καθώς και η δημιουργία ενός χάρτη, στον οποίο θα απεικονίζεται ο χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου. Ο χάρτης αυτός, θα συνδυάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης και της σύνθεσης, με τη μέθοδο της

σταθμισμένης πολυκριτηριακής χαρτογραφικής υπέρθεσης επιπέδων και χρήση του λογισμικού ArcGIS.

Κατά τη σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση, πρέπει να διερευνηθούν οι συντελεστές βαρύτητας που λαμβάνουν οι επί μέρους εξεταζόμενοι παράμετροι/δείκτες για να πραγματοποιηθεί η σύνθεση των δεδομένων. Για τον λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος **Analytical Hierarchy Process (AHP)**, η οποία αποτελεί μία από τις πιο εφαρμοσμένες τεχνικές ανάλυσης αποφάσεων λόγω της απλότητας, της σαφήνειας και της ευκολίας στην υλοποίησή της. Στα ελληνικά έχει προταθεί ο όρος Μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης ή Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης (Παναγιωτόπουλος, 2007). Πρόκειται για μία ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση στη θεωρία λήψης αποφάσεων, η οποία συνδυάζει πολλαπλά κριτήρια σε ιεραρχική δομή. Η τεχνική εφαρμόζεται σε ζητήματα λήψης αποφάσεων που έχουν πολυκριτηριακό χαρακτήρα με βασικό στόχο τους την ιεράρχηση εναλλακτικών αποφάσεων. Στην παρούσα εργασία η μέθοδος θα εφαρμοσθεί με σκοπό να οριστούν οι συντελεστές βαρύτητας των δεικτών χωρικής αξιολόγησης.

Η μέθοδος βασίζεται στη σύγκριση ανά ζεύγη των στοιχείων - δεικτών που έχουν επιλεγεί, **για τον υπολογισμό του βαθμού σπουδαιότητάς τους και των συντελεστών βαρύτητάς τους, καθώς και την εκτίμηση του δείκτη συνέπειας.**

Αρχικά, γίνεται σύγκριση ανά ζεύγη των πρωτογενών παραγόντων, σύμφωνα με την υποκειμενική (προσωπική, εμπειρική, βιβλιογραφική, έρευνα πεδίου, κτλ) άποψη του ερευνητή, ως προς τη **σχέση σημαντικότητας που έχουν οι παράγοντες μεταξύ τους**, άρα και τον ανάλογο βαθμό συμμετοχής του καθενός στη δημιουργία του κάθε σύνθετου κριτηρίου. Η σύγκριση ανά ζεύγη γίνεται σύμφωνα με την θεμελιώδη κλίμακα σύγκρισης που έχει εισάγει ο Saaty (1997), η οποία παρατίθεται στον Πίνακα 18:

Πίνακας 18: Θεμελιώδης κλίμακα σύγκρισης (Saaty, 1977)

Ένταση σημαντικότητας	Ερμηνεία
1	ΙΣΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
3	ΕΛΑΦΡΑΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
5	ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΗΣ Ή ΠΟΛΥ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
7	ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
9	ΑΠΟΛΥΤΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
2,4,6,8	ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΔΥΟ ΟΜΟΡΕΣ ΚΡΙΣΕΙΣ

Από τη σύγκριση αυτή και με την κατάλληλη μήτρα υπολογισμών της μεθόδου, προκύπτει η κανονικοποίηση των τιμών σύγκρισης και ο **συντελεστής βαρύτητας** με τον οποίο κάθε πρωτογενής μεταβλητή θα συμμετάσχει στη δημιουργία του αντίστοιχου σύνθετου κριτηρίου. Ακολουθεί ο έλεγχος συνέπειας της σύγκρισης των μεταβλητών και των συντελεστών βαρύτητας που προέκυψαν. **Ο λόγος συνέπειας δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 10% ($CR \leq 0.10$)** για να θεωρείται λογική η ιεράρχηση και η σχέση σύγκρισης που έχει πραγματοποιηθεί μεταξύ των πρωτογενών παραγόντων και να είναι αποδεκτοί οι συντελεστές βαρύτητας που προέκυψαν.

Οι Roumpos et al (2004) προτείνουν ένα μαθηματικό μοντέλο για τον υπολογισμό της εκμεταλλευσιμότητας δεδομένου λιγνιτικού κοιτάσματος, το οποίο τροφοδοτεί παρακείμενο ΑΗΣ, βάσει των παραμέτρων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 19. Ο προσδιορισμός της σχέσης σημαντικότητας μεταξύ των τεσσάρων χωρικών δεικτών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου.

Πίνακας 19: Παράμετροι μαθηματικού μοντέλου για τον υπολογισμό της εκμεταλλευσιμότητας κοιτάσματος (Ρούμππος, 2004))

Παράμετρος	Συμβολισμός	Μονάδα μέτρησης
Ύψος αποθέματος	A	t
Διάρκεια ζωής	N	έτη
Ισχύς ΑΗΣ	P	MW
Βαθμός απόδοσης ΑΗΣ	n	%
Συντελεστής φορτίου ΑΗΣ	l	%
Ωρες λειτουργίας ΑΗΣ ανά έτος	t_{λ}	h
Ετήσια παραγωγή ενέργειας	E	GWh
Ετήσια παραγωγή του ορυχείου	II	t
Κατώτερη θερμογόνος ικανότητα του παραγόμενου καυσίμου	Θ	kcal/kg
Κόστος επένδυσης ορυχείου	I_1	€
Κόστος επένδυσης ΑΗΣ	I_2	€
Σχέση εκμετάλλευσης	σ	m ³ /t
Συνολικό κόστος παραγωγής ορυχείου	κ_{π}	€/t
Λειτουργικό κόστος ορυχείου	κ_{λ}	€/t
Λειτουργικό κόστος ΑΗΣ	κ_{ϵ}	€/kWh
Περιβαλλοντικό κόστος ορυχείου και ΑΗΣ	$\kappa_{\pi\epsilon\rho}$	€/t
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	τ	€/kWh
Υπολειμματική αξία εξοπλισμού και εγκαταστάσεων	S	€
Επιτόκιο προεξόφλησης	ϵ	%
Συντελεστής φορολογίας	t	%
Περίοδος αρνητικών ταμειακών ροών (κατασκευής ΑΗΣ και ανάπτυξης του ορυχείου)	κ	έτη
Περίοδος αποσβέσεων ορυχείου	μ	έτη
Περίοδος αποσβέσεων ΑΗΣ	ν	έτη
Μέτρο εκμεταλλευσιμότητας	Z	€

Εφαρμόζοντας στο παραπάνω θεωρητικό μοντέλο, τα αριθμητικά δεδομένα για το κούτασμα Κομνηνών – Μεσοβούνου, προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 20):

Πίνακας 20: Αριθμητικά δεδομένα εφαρμογής για την εκμεταλλευσιμότητα του το κοιτάσματος Κορνηνών - Μεσοβούνου

Ύψος αποθέματος (10^6 t)	102,5
ΚΘΙ (kcal/kg)	1692
Ισχύς ΑΗΣ (MW)	450
Βαθμός απόδοσης ΑΗΣ (%)	0,4
Συντελεστής φορτίου ΑΗΣ (%)	0,85
Ώρες λειτουργίας ΑΗΣ ανά έτος (h)	7446
Ετήσια παραγωγή ορυχείου (10^6 t)	4,26
Διάρκεια ζωής (έτη)	24
Περίοδο κατασκευής ΑΗΣ και έργων υποδομής	4
Συνολική διάρκεια ζωής (έτη)	28
Κόστος επένδυσης ορυχείου (10^6 €)	275,60
Περίοδος αποσβέσεων ορυχείου (έτη)	20
Κόστος επένδυσης ΑΗΣ (10^6 €)	613
Περίοδος αποσβέσεων ΑΗΣ (έτη)	25
Σχέση εκμετάλλευσης (m^3/t)	7,14
Λειτουργικό κόστος ορυχείου (€/t)	8,61
Λειτουργικό κόστος ΑΗΣ (€/kwh)	0,007
Τιμή πώλησης ηλ. Ενέργειας (€/kwh)	0,06
Επιτόκιο προεξόφλησης (%)	6
Συντελεστής φορολογίας (%)	35
Τιμή αντικειμενικής συνάρτησης (10^6 €)	99

Για να εξακριβωθεί η σχέση σημαντικότητας μεταξύ των τεσσάρων χωρικών δεικτών, εξετάστηκε η σπουδαιότητα του καθενός στη διαμόρφωση της τιμής εκμεταλλευσιμότητας του κοιτάσματος. Για τον λόγο αυτό, εκτελέστηκε ανάλυση ευαισθησίας σε μεταβολές των τιμών των παραμέτρων κατά $\pm 10\%$ σε σχέση με τις κεντρικές τιμές που αναφέρονται στον Πίνακα 20. Συγκεκριμένα, για τους χωρικούς δείκτες Κ.Θ.Ι. και σχέση εκμετάλλευσης μεταβλήθηκαν οι αντίστοιχοι παράμετροι του μοντέλου, ο δείκτης πάχους λιγνίτη συνδέθηκε με την παράμετρο απόθεμα, ενώ οι μεταβολές της τιμής του πάχους σκληρών σχηματισμών εξετάστηκαν σε σχέση με το πόσο επηρεάζουν το λειτουργικό κόστος. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 21.

Πίνακας 21: Μεταβολή του μέτρου εκμεταλλευσιμότητας λόγω της μεταβολής της αντίστοιχης τιμής της παραμέτρου.

Παράμετρος	Μεταβολή της τιμής (%)				
	-20	-10	0	10	20
Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα	-183,59	-85,46	0	74,80	140,43
Σχέση εκμετάλλευσης	39,75	19,87	0	-19,76	39,76
Πάχος λιγνίτη	-96,71	-44,97	0	39,08	73,05
Πάχος σκληρών σχηματισμών	3,86	1,91	0	-2,01	-3,96

Από την ανάλυση ευαισθησίας προκύπτει ότι **τη μεγαλύτερη επίδραση στην τιμή της εκμεταλλευσιμότητας του κοιτάσματος έχουν οι μεταβολές των τιμών της ΚΘΙ και ακολουθούν οι μεταβολές του πάχους λιγνίτη και της σχέσης εκμετάλλευσης. Πολύ μικρή επίδραση έχει η μεταβολή του πάχους των σκληρών σχηματισμών.** Στον Πίνακα 22 παρουσιάζεται ο λόγος που προκύπτει μεταξύ των τεσσάρων δεικτών, μέσω της ανάλυσης ευαισθησίας, σε σχέση με τη μεταβολή του μέτρου εκμεταλλευσιμότητας του κοιτάσματος και στον Πίνακα 23 παρουσιάζεται η σύγκριση μεταξύ ζευγών και η ένταση της σημαντικότητας, βάσει του Πίνακα 18 και οι αντίστοιχοι συντελεστές βαρύτητας, όπως αυτοί προκύπτουν με τη Μέθοδο Αναλυτικής Ιεράρχησης.

Πίνακας 22: Λόγος μεταξύ τεσσάρων χωρικών δεικτών

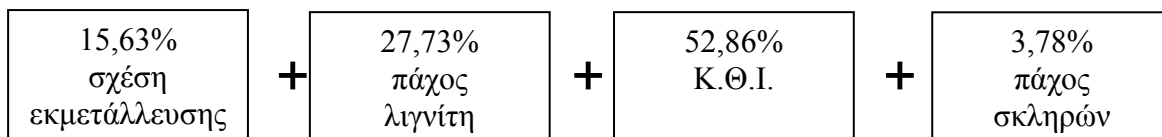
	ΚΘΙ	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	ΣΧΕΣΗ ΕΚΜΕΤ.	ΣΚΛΗΡΑ
ΚΘΙ	1,00	1,91	4,06	41,25
ΛΙΓΝΙΤΗΣ	0,52	1,00	2,13	21,62
ΣΧΕΣΗ ΕΚΜΕΤ.	0,25	0,47	1,00	10,14
ΣΚΛΗΡΑ	0,02	0,05	0,10	1,00

Πίνακας 23: Σύγκριση ανά ζεύγη και συντελεστές βαρύτητας δεικτών (Μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης)

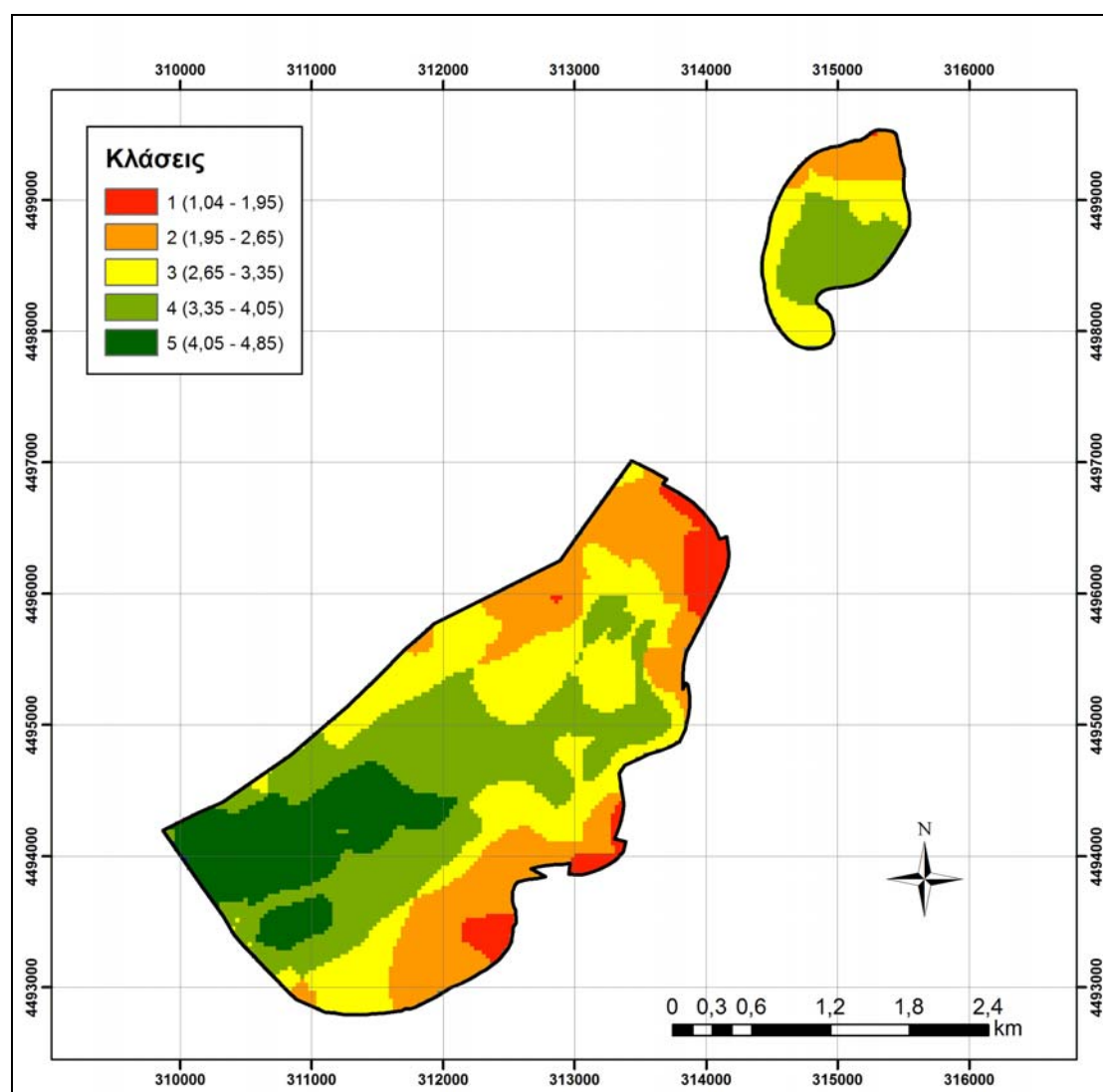
	ΚΘΙ	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	ΣΧΕΣΗ ΕΚΜΕΤ.	ΣΚΛΗΡΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ
ΚΘΙ	1,00	3,00	4,00	9,00	0,5286
ΛΙΓΝΙΤΗΣ	0,52	1,00	3,00	8,00	0,2774
ΣΧΕΣΗ ΕΚΜΕΤ.	0,25	0,47	1,00	7,00	0,1563
ΣΚΛΗΡΑ	0,02	0,05	0,10	1,00	0,0378

Ο λόγος συνέπειας που υπολογίστηκε είναι CR= 8,4%.

Άρα, η σχέση σύμφωνα με τη μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης, η οποία διαμορφώνει τον συνδυαστικό χάρτη που προκύπτει από τη σταθμισμένη υπέρθεση και σύνθεση των εικόνων κατηγοριοποίησης του κοιτάσματος (Σχήματα 23, 26, 29 και 32) είναι η εξής:



Το αποτέλεσμα της παραπάνω σταθμισμένης χαρτογραφικής υπέρθεσης παρουσιάζεται στο Σχήμα 35.



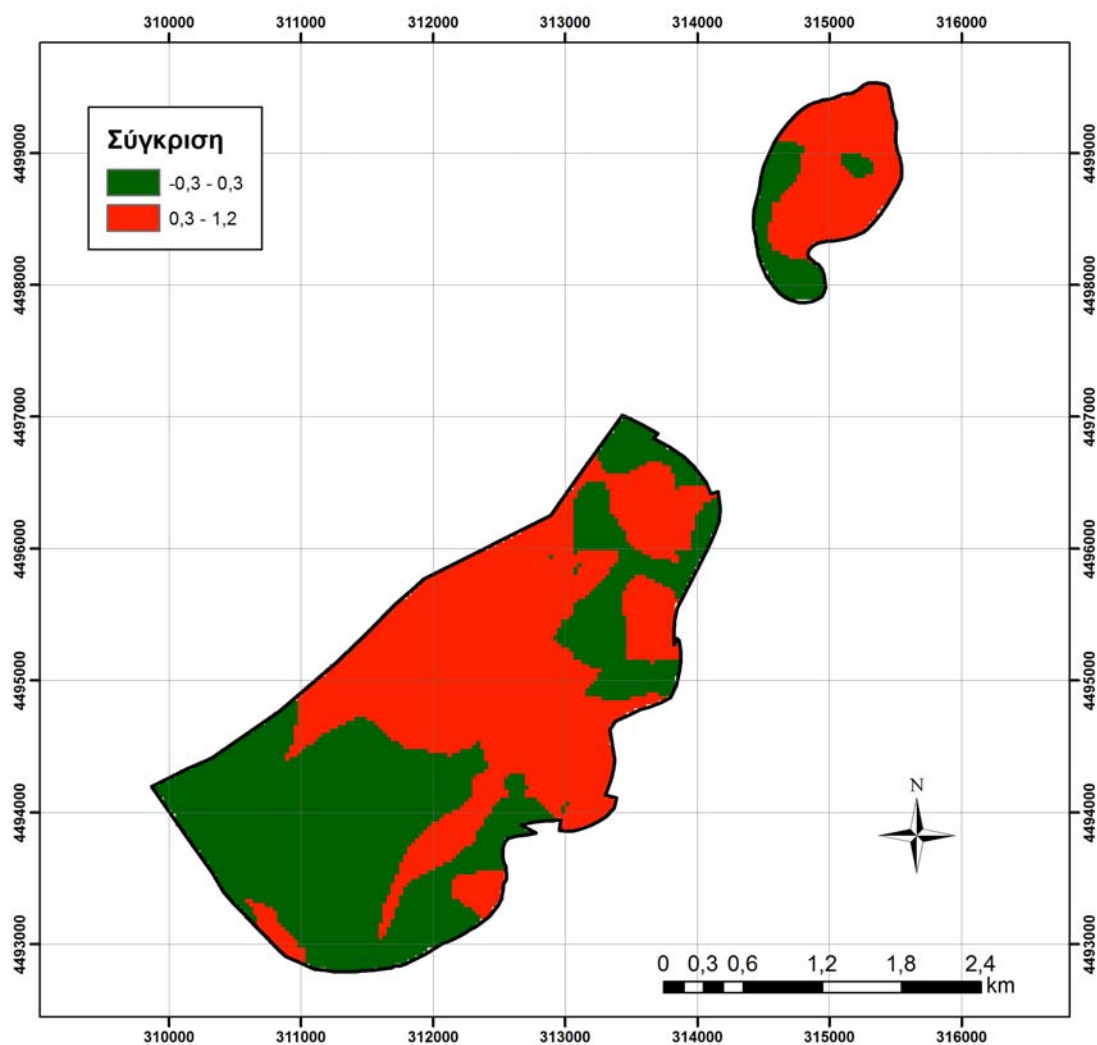
Σχήμα 35: Χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου, με σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση, μέσω της μεθόδου Αναλυτικής Ιεράρχησης

Η σταθμισμένη υπέρθεση και σύνθεση των τεσσάρων εικόνων παράγει μια συνολική εικόνα, στην οποία απεικονίζεται ο **χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος**. Το κοίτασμα κατηγοριοποιείται εκ νέου σε 5 ισομετρικές

κλάσεις, με εύρος τιμών από 1,04 έως 4,85. Το Σχήμα 35 παρουσιάζει διαφοροποιήσεις σε σχέση με το αντίστοιχο της μη σταθμισμένης υπέρθεσης (Σχήμα 34), οι οποίες εξετάζονται στη συνέχεια.

3.5.5.3. Χάρτης αποκλίσεων χωρικού δείκτη ποιότητας κοιτάσματος μεταξύ μη σταθμισμένης και σταθμισμένης χαρτογραφικής υπέρθεσης

Το αποτέλεσμα της σύγκρισης μεταξύ της μη σταθμισμένης και της σταθμισμένης χαρτογραφικής υπέρθεσης και σύνθεσης αποτελεί τον χάρτη απόκλισης του χωρικού δείκτη ποιότητας του κοιτάσματος και παρουσιάζεται στο Σχήμα 36.



Σχήμα 36: Χάρτης αποκλίσεων χωρικού δείκτη ποιότητας κοιτάσματος μεταξύ μη σταθμισμένης και σταθμισμένης χαρτογραφικής υπέρθεσης

Θεωρώντας ως αποδεκτό σφάλμα το 10% των ακραίων τιμών (1,04 – 4,85) του χωρικού δείκτη ποιότητας του κοιτάσματος, η μέση τιμή του σφάλματος είναι $\pm 0,3$. Οπότε, η διασπορά $\pm 0,3$ γύρω από το 0 (απόλυτη ταύτιση), της τιμής του δείκτη μεταξύ της σταθμισμένης και μη υπέρθεσης, θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει την περιοχή ταύτισης των δύο μεθόδων. Από το Σχήμα 36 συμπεραίνετε ότι **στην περιοχή πρασίνου χρώματος, οι τέσσερις χωρικοί δείκτες συμμετέχουν ισοβαρώς στη διαμόρφωση του ολικού χωρικού δείκτη ποιότητας του κοιτάσματος, σε αντίθεση με την περιοχή κόκκινου χρώματος, όπου είναι απαραίτητη η εκτέλεση της σταθμισμένης χαρτογραφικής υπέρθεσης με τη μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, όσον αφορά την εκμετάλλευση του εξεταζόμενου λιγνιτικού κοιτάσματος.**

Η χωρική ανάλυση και αξιολόγηση με χαρτογραφική υπέρθεση, χρησιμοποιώντας εφαρμογές του ArcGIS μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για τη διερεύνηση της εκμεταλλευσιμότητας ενός κοιτάσματος. Στο παρόν Κεφάλαιο (3.5) προτάθηκαν 4 δείκτες χωρικής αξιολόγησης, που σχετίζονται με τα στοιχεία αξιολόγησης των γεωτρήσεων και με κατάλληλη επεξεργασία διαμορφώθηκε ένας συνολικός χωρικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η **άμεση** διερεύνηση και η χωρική αξιολόγηση του κοιτάσματος, λαμβάνοντας υπόψη μία ομάδα παραμέτρων που προκύπτουν από τη γεωτρητική έρευνα του εξεταζόμενου κοιτάσματος.

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων εξάγεται το συμπέρασμα ότι **η ισοβαρής συμμετοχή των δεικτών δεν οδηγεί σε ασφαλή συμπεράσματα και είναι απαραίτητη η διερεύνηση των συντελεστών βαρύτητας για τους προτεινόμενους δείκτες.**

Ένα σημαντικό στοιχείο της περιγραφόμενης εφαρμογής είναι **ο δυναμικός χαρακτήρας της**, καθώς μέσω της σταθμισμένης υπέρθεσης και της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης, μπορεί να δοθεί το κατάλληλο βάρος στους δείκτες, ανάλογα με τη βαρύτητα του καθενός στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό της εκμετάλλευσης.

3.6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΟ ΚΟΙΤΑΣΜΑ ΚΟΜΝΗΝΩΝ - ΜΕΣΟΒΟΥΝΟΥ

Η ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει η εφαρμογή δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης σε ένα κοίτασμα πριν την έναρξη της εκμετάλλευσης είναι ότι επιχειρείται η αξιολόγηση μιας δραστηριότητας, η οποία τη χρονική στιγμή της αξιολόγησης δεν είναι ενεργή. Σε αντίθεση με ένα ορυχείο, το οποίο βρίσκεται σε παραγωγική διαδικασία και τα περισσότερα από τα μεγέθη που συνδέονται με τους εξεταζόμενους δείκτες είναι άμεσα μετρήσιμα ή υπάρχει πληθώρα απολογιστικών στοιχείων από τη λειτουργία του, τα δεδομένα που υπάρχουν στην περίπτωση ενός κοιτάσματος βασίζονται μόνο στις ερευνητικές εργασίες και σε μελέτες σχεδιασμού της μελλοντικής ανάπτυξής του. Το γεγονός αυτό, θέτει έναν περιορισμό στον αριθμό των διαθέσιμων δεικτών, που είναι κατάλληλοι για να εξετάσουν τη βιωσιμότητα της δραστηριότητας και καθιστά την αξιολόγησή της δύσκολο εγχείρημα. Η επιλογή των δεικτών πρέπει να είναι **προσεκτική**, ώστε το πλαίσιο, το οποίο θα διαμορφωθεί να είναι **αποτελεσματικό** και να οδηγεί σε **ασφαλή συμπεράσματα**. Σημειώνεται ότι, στην περίπτωση της διερεύνησης ενός κοιτάσματος, πραγματοποιείται μια γενική αξιολόγηση της βιωσιμότητας της ανάπτυξής του, η οποία όμως, με την έναρξη των εργασιών εκμετάλλευσης πρέπει να επαναξιολογείται τακτικά, ανάλογα με τα νέα δεδομένα που προκύπτουν.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται **εννέα** προτεινόμενοι περιβαλλοντικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί δείκτες για το κοίτασμα Κομνηνών – Μεσοβούνου, οι οποίοι διαμορφώνουν το πλαίσιο αξιολόγησης της βιωσιμότητας του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος. Σημειώνεται ότι για την ποσοτική διατύπωση των δεικτών επιλέχθηκε **εύρος τιμών από 0,1 έως 0,9**, θεωρώντας ότι οι τιμές 0 και 1 στην αντίστοιχη κλίμακα, αντιστοιχούν σε μη ρεαλιστικές περιπτώσεις ανάπτυξης λιγνιτωρυχείων (Batziias and Roumpos, 2000, Ακύλας, 2003).

3.6.1. Περιβαλλοντικοί δείκτες

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες που προτείνονται για την αξιολόγηση της βιώσιμης ανάπτυξης του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου είναι οι εξής:

- «Απόσταση από δίκτυο Natura 2000»
- «Αποκατάσταση εδαφών»
- «Ποιότητα καυσίμου».

Σημειώνεται ότι η ποσοτική διατύπωση των δύο πρώτων δεικτών πραγματοποιείται, βάσει της χωροθέτησης των εκσκαφών – αποθέσεων του κοιτάσματος, όπως αυτή προκύπτει από τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος. Ο δείκτης «Ποιότητα καυσίμου» διαμορφώνεται με βάση τη μεσοσταθμική τιμή της ΚΘΙ του κοιτάσματος, όπως έχει προκύψει από την αξιολόγηση των στοιχείων των γεωτρήσεων.

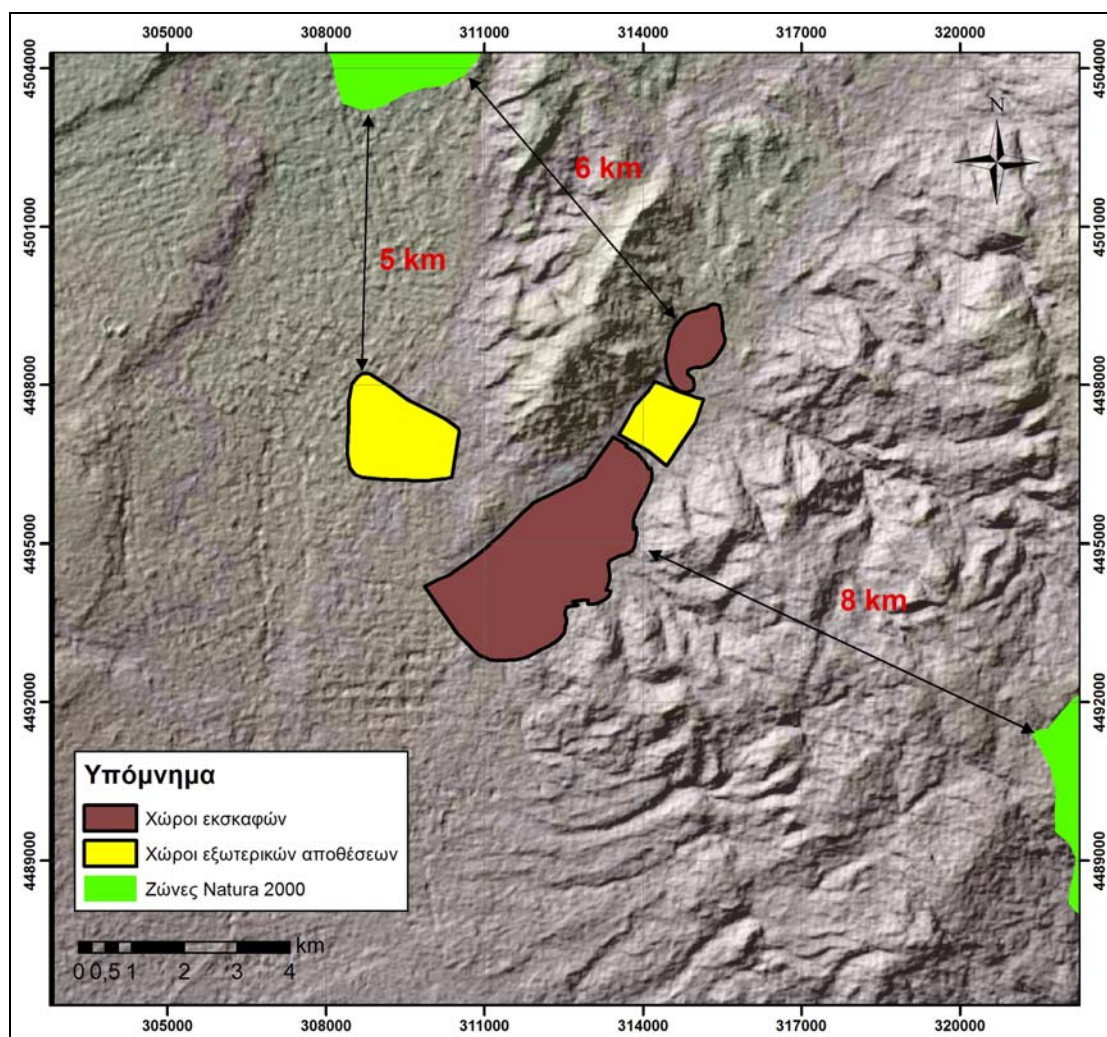
3.6.1.1. Απόσταση από δίκτυο Natura 2000

Κριτήριο: Η απόσταση των εξορυκτικών δραστηριοτήτων από τις κηρυγμένες ζώνες Natura 2000.

Το Ευρωπαϊκό οικολογικό δίκτυο Natura 2000 είναι ένα δίκτυο ζωνών προστασίας της φύσης που εκτείνεται σε ολόκληρη την Κοινότητα και έχει ως στόχο να διασφαλίσει τη μακροπρόθεσμη διατήρηση των πιο πολύτιμων και των πλέον απειλούμενων ειδών και ενδιαιτημάτων της σε ικανοποιητικό επίπεδο (<http://www.ypeka.gr/>). Σύμφωνα με τον Οδηγό της ΕΕ (NEEI AND NATURA 2000 – GUIDELINES, 2008), και την Ελληνική Περιβαλλοντική Νομοθεσία (Ν.4014/2011), η ανάπτυξη εξορυκτικών δραστηριοτήτων εντός και πλησίον των ζωνών του δικτύου επιτρέπεται όταν μετά από την Ειδική Οικολογική Αξιολόγηση τεκμηριώνεται ότι οι δυνητικές επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία του έργου εξόρυξης δεν θέτουν σε κίνδυνο την ακεραιότητα του τόπου και τους στόχους διατήρησης του. Στον Κανονισμό

Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΚΜΛΕ, ΥΑ223/ΦΕΚ1227 - 14/06/2011), δεν γίνεται αναφορά σε κάποια ελάχιστη απόσταση που πρέπει να διατηρείται μεταξύ εξορυκτικών εργασιών και δικτύου Natura 2000.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 37, η ελάχιστη απόσταση των εξορυκτικών δραστηριοτήτων για την εκμετάλλευση του κοιτάσματος από την κοντινότερη περιοχή ενταγμένη στο δίκτυο Natura 2000 είναι 5 km (εξωτερική απόθεση 1).



Σχήμα 37: Αποστάσεις εξορυκτικών δραστηριοτήτων κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου από το δίκτυο Natura 2000

Η συγκεκριμένη περιοχή είναι ενταγμένη στο δίκτυο Natura 2000, ως Ειδική Ζώνη Διατήρησης (ΕΖΔ), με την ονομασία «Λίμνες Βεγορίτιδα – Πετρών» και κωδικό GR1340004.

Ορίζοντας, στην κλίμακα 0,1 έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση οι εξορυκτικές δραστηριότητες να αναπτύσσονται εντός του δικτύου Natura και 0,9, την περίπτωση να αναπτύσσονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 4km, τότε προκύπτει ότι η τιμή του δείκτη «**Απόσταση από δίκτυο Natura 2000**» για το εξεταζόμενο κοίτασμα είναι **0,9** (Πίνακας 24).

Πίνακας 24: Περιβαλλοντικός δείκτης «Απόσταση από δίκτυο Natura 2000»

Ανάπτυξη εντός δικτύου Natura 2000	Ανάπτυξη εκτός δικτύου Natura 2000 και σε απόσταση > 4 km	Τιμή δείκτη για το κοίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,9

3.6.1.2. Αποκατάσταση εδαφών

Κριτήριο: Έκταση αποκατεστημένων εδαφών σε σχέση με τη συνολική έκταση επέμβασης για την ανάπτυξη των εξορυκτικών εργασιών.

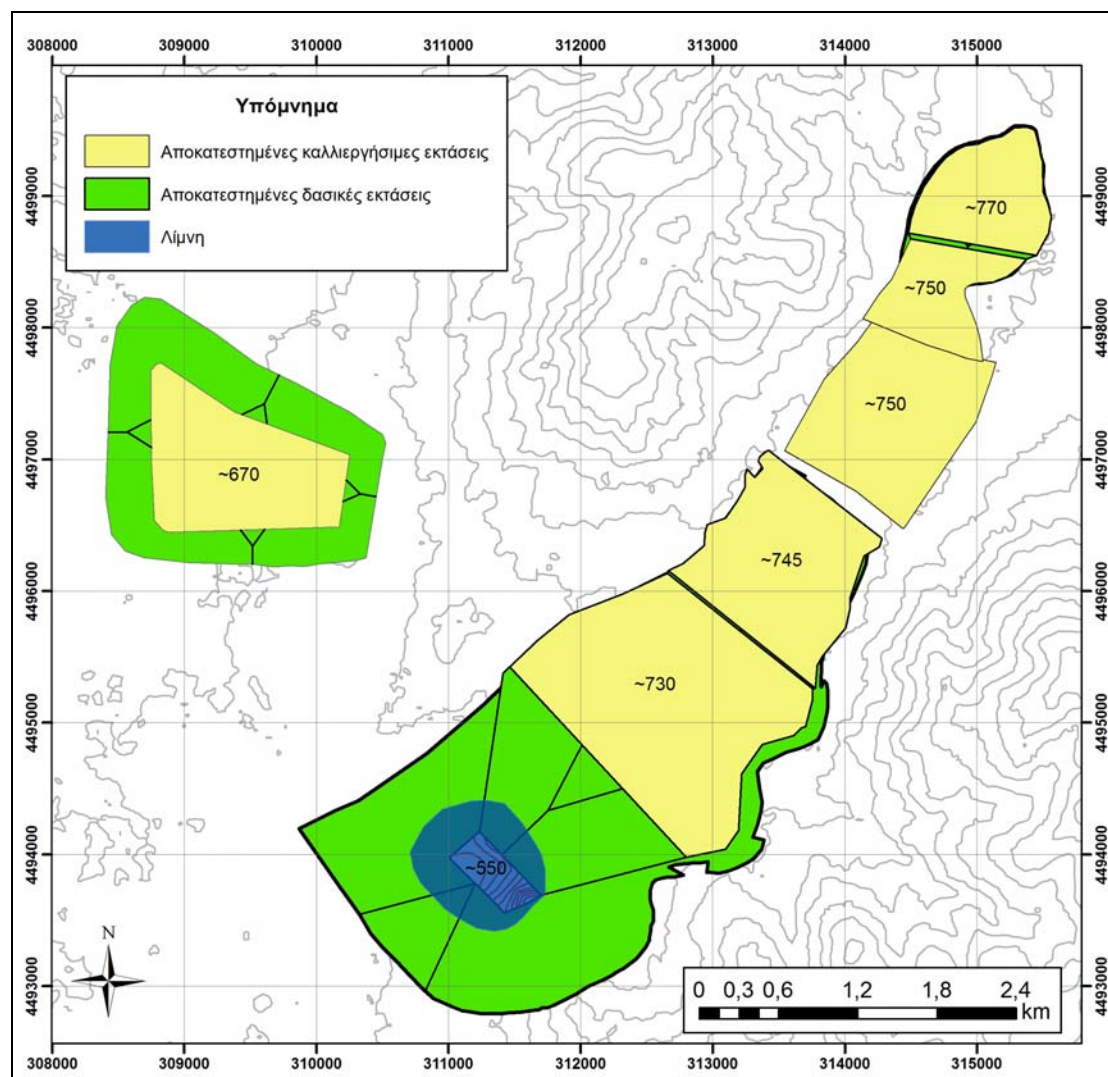
Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών ενός υπαίθριου μεταλλευτικού έργου, η περιοχή όπου το έργο αυτό αναπτύχθηκε πρέπει να λάβει την τελική αποκατεστημένη μορφή της και για τον σκοπό αυτόν πρέπει να καταβληθεί ιδιαίτερη προσπάθεια προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή περιβαλλοντική αποκατάσταση. Το νέο τοπίο που θα προκύψει, μετά την αποκατάσταση, θα πρέπει να **εναρμονίζεται με το τοπίο της ευρύτερης περιοχής** κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο και φυσικά θα πρέπει να προκαλεί από αισθητικής πλευράς την καλύτερη δυνατή εντύπωση (Ακύλας, 2003).

Η αποκατάσταση των εδαφών μετά το πέρας μιας υπαίθριας επιφανειακής εκμετάλλευσης και η τελική διαμόρφωση του τοπίου, δεν αποτελεί αυτοτελές έργο που αρχίζει με τη λήξη των εργασιών εκμετάλλευσης του κοιτάσματος (Ακύλας, 2003). Η περιβαλλοντική αποκατάσταση των εδαφών λαμβάνει χώρα παράλληλα με τις εργασίες εξόρυξης, σε χώρους που έχει ολοκληρωθεί η εκμετάλλευση ή η απόθεση αγόνων υλικών. Στόχος της αποκατάσταση είναι

η απόδοση της ευρύτερης περιοχής σε μια κατάσταση που θα προσεγγίζει το φυσικό ανάγλυφο της περιοχής και θα απαιτεί την ελάχιστη δυνατή συντήρηση και παρακολούθηση μετά την ολοκλήρωση των εργασιών.

Οι τελικές χρήσεις γης θα είναι ανάλογες με τη μορφή των αποκατεστημένων εκτάσεων. Συγκεκριμένα, στην περιοχή των λιγνιτωρυχείων της ΔΕΗ στη Δυτική Μακεδονία, οι επίπεδες αποκατεστημένες επιφάνειες θα δοθούν για αγροτική χρήση, ενώ στις επιφάνειες των πρηνών εκσκαφής και απόθεσης αγόνων γίνονται φυτεύσεις δασικών ειδών και δημιουργούνται δασικές εκτάσεις. Σύμφωνα με τον σχεδιασμό των εργασιών αποκατάστασης, μετά την ολοκλήρωση της παραγωγικής περιόδου του ορυχείου, ο κενός χώρος που θα παραμείνει εντός του ορυχείου Κομνηνών, μετά το πέρας των εργασιών εκμετάλλευσης θα πληρωθεί με νερό έως το υψόμετρο 550, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο μία τεχνητή λίμνη.

Στο Σχήμα 38 παρουσιάζεται ο χάρτης αποκατάστασης εδαφών μετά την ολοκλήρωση των εξορυκτικών δραστηριοτήτων και στον Πίνακα 25, η κάλυψη γης πριν την έναρξη των εργασιών εκμετάλλευσης αλλά και μετά το πέρας των εργασιών αποκατάστασης.



Σχήμα 38: Χάρτης αποκατάστασης εδαφών μετά την ολοκλήρωση της εξορυκτικής δραστηριότητας

Πίνακας 25: Κάλυψη γης πριν από την έναρξη της εξορυκτικής δραστηριότητας και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών αποκατάστασης

Κάλυψη γης	Αρχική κατάσταση	Τελική κατάσταση
Αστικός ιστός	427.064 m ²	-
Γεωργικές εκτάσεις	13.567.239 m ²	8.086.432 m ²
Δασικές εκτάσεις	356.590 m ²	5.524.631 m ²
Λίμνες	-	739.830 m ²
Σύνολο	14.350.893 m ²	14.350.893 m ²

Όπως προκύπτει και από το ανωτέρω Σχήμα, **μετά την ολοκλήρωση των εξορυκτικών εργασιών, θα έχει αποκατασταθεί περιβαλλοντικά το σύνολο των εκτάσεων, στις οποίες αναπτύχθηκε το ορυχείο.** Ορίζοντας,

στην κλίμακα 0,1 έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση της μηδενικής αποκατάστασης εδαφών και ως 0,9, την πλήρη περιβαλλοντική αποκατάσταση, τότε προκύπτει ότι η τιμή του δείκτη «**Αποκατάσταση εδαφών**» για το εξεταζόμενο κοίτασμα είναι **0,9** (Πίνακας 26).

Πίνακας 26: Περιβαλλοντικός δείκτης «Αποκατάσταση εδαφών»

Μηδενική αποκατάσταση εδαφών	Πλήρης αποκατάσταση εδαφών	Τιμή δείκτη για το κοίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,9

3.6.1.3. Ποιότητα καυσίμου

Κριτήριο: Η τιμή της Κατώτερης Θερμογόνου Ικανότητας (Κ.Θ.Ι.) του κοιτάσματος

Μέτρο της ποιότητας του καυσίμου αποτελεί η τιμή της ΚΘΙ. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της, τόσο υψηλότερη είναι η ποιότητα του καυσίμου, που τροφοδοτεί τους εκάστοτε ΑΗΣ. Μέτρο για την αποτίμηση του δείκτη «**Ποιότητα καυσίμου**» για το κοίτασμα, μπορεί να αποτελέσει **το εύρος των τιμών της ΚΘΙ των ορυχείων της ΔΕΗ που βρίσκονται σε λειτουργία αλλά και των διαπιστωμένων λιγνιτικών κοιτασμάτων, στον ελλαδικό χώρο.**

Ορίζοντας, στην κλίμακα 0,1 έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση η τιμή της ΚΘΙ να είναι μικρότερη ή ίση από την ελάχιστη διαπιστωμένη (851 kcal/kg, λιγνιτωρυχείο Κυπαρισσίων) και ως 0,9, την περίπτωση η τιμή της ΚΘΙ να είναι ίση ή μεγαλύτερη με τη μέγιστη διαπιστωμένη (2.100 kcal/kg, κοίτασμα Βεύης), τότε προκύπτει με γραμμική παρεμβολή ότι η τιμή του δείκτη «**Ποιότητα καυσίμου**» για το εξεταζόμενο κοίτασμα (1.692 kcal/kg) είναι **0,639** (Πίνακας 27).

Πίνακας 27: Περιβαλλοντικός δείκτης «Ποιότητα καυσίμου»

KΘΙ \leq 851 kcal/kg	KΘΙ \geq 2.100 kcal/kg	Τιμή δείκτη για το κοίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,639

3.6.2. Οικονομικοί δείκτες

Οι οικονομικοί δείκτες που προτείνονται για την αξιολόγηση της βιώσιμης ανάπτυξης του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου είναι οι εξής:

- «Απόθεμα»
- «Σχέση εκμετάλλευσης»
- «Απόθεση αγόνων υλικών».
- «Απόσταση από ΑΗΣ».

Η ποσοτική διατύπωση των τριών πρώτων δεικτών πραγματοποιείται με βάση τις τιμές που προκύπτουν από τη διερεύνηση του κοιτάσματος ενώ ο τέταρτος, βάσει της χωροθέτησης των εκσκαφών – αποθέσεων του κοιτάσματος, όπως αυτή προκύπτει από τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος.

3.6.2.1. Απόθεμα

Κριτήριο: Ύψος αποθέματος σε σχέση με τη δυνατότητα εξ' ολοκλήρου τροφοδοσίας ενός ΑΗΣ.

Η τιμή του δείκτη «Απόθεμα» θα διερευνηθεί σε σχέση με το **πόσα χρόνια μπορεί το κοίτασμα να τροφοδοτήσει εξ' ολοκλήρου έναν ΑΗΣ**, με δεδομένο ότι ο μέσος χρόνος λειτουργίας των ΑΗΣ είναι τριάντα έτη και ότι ο ελάχιστος αποδεκτός χρόνος τροφοδοσίας από ένα ορυχείο είναι δέκα έτη. Κάνοντας την παραδοχή ότι το κοίτασμα Κομνηνών – Μεσοβούνου θα

τροφοδοτήσει ΑΗΣ ισχύος 450 MW, είναι απαραίτητο να υπολογιστεί η ετήσια απαιτούμενη παραγωγή λιγνίτη από το ορυχείο, ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες του ΑΗΣ.

Η ετήσια, απαιτούμενη παραγωγή λιγνίτη από το ορυχείο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Pi = \frac{860 \cdot P \cdot t_{\lambda}}{\Theta \cdot \eta} \text{ (τόνοι / έτος)}$$

όπου P η ισχύς του ΑΗΣ (MW), t_{λ} οι ώρες λειτουργίας του ΑΗΣ ανά έτος, Θ η Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα του τροφοδοτούμενου καυσίμου (kcal/kg) και η ο βαθμός απόδοσης του ΑΗΣ (%).

Για P = 450 MW, t_{λ} = 7.446 h (365 μέρες x 24h/μέρα x 0,85), Θ = 1.692 kcal/kg και η = 0,4, τότε από τη σχέση προκύπτει ότι Π = 4.257.686 t / έτος, δηλαδή η απαιτούμενη ετήσια παραγωγή λιγνίτη για την τροφοδοσία ενός ΑΗΣ 450 MW είναι περίπου 4,26 εκ. t ανά έτος. Με βάση τα παραπάνω, το εξεταζόμενο κοιτάσμα, με συνολικό απόθεμα 102,5 εκ. t, μπορεί να υποστηρίξει την τροφοδοσία ενός ΑΗΣ ισχύος 450 MW για περίπου 24 έτη (102,5 εκ. t / 4,26 εκ. t ανά έτος = 24,06 έτη, βλέπε Πίνακα 20)

Ορίζοντας, στην κλίμακα 0,1 έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση κάλυψης τροφοδοσίας του ΑΗΣ για 10 ή λιγότερα έτη και ως 0,9, την πλήρη κάλυψη τροφοδοσίας του ΑΗΣ για όλο το χρονικό διάστημα λειτουργίας του (30 έτη), τότε προκύπτει με γραμμική παρεμβολή, ότι η τιμή του δείκτη «Απόθεμα» για το εξεταζόμενο κοιτάσμα είναι 0,660 (Πίνακας 28).

Πίνακας 28: Οικονομικός δείκτης «Απόθεμα»

Τροφοδοσία ΑΗΣ ≤ 10 έτη	Τροφοδοσία ΑΗΣ για 30 έτη	Τιμή δείκτη για το κοίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,660

3.6.2.2. Σχέση εκμετάλλευσης

Κριτήριο: Η τιμή της σχέσης εκμετάλλευσης του ορυχείου

Ένα σημαντικό στοιχείο για ένα κοίτασμα είναι η σχέση εκμετάλλευσης, δηλαδή η σχέση της ποσότητας των αγόνων υλικών σε m^3 προς την ποσότητα του λιγνίτη σε t. Μέτρο για την αποτίμηση του δείκτη «**Σχέση εκμετάλλευσης**» για το κοίτασμα, μπορεί να αποτελέσει **το εύρος των τιμών της σχέσης εκμετάλλευσης των διαπιστωμένων λιγνιτικών κοιτασμάτων, στον ελλαδικό χώρο.**

Ορίζοντας, στην κλίμακα 0,1, έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση η τιμή της σχέσης εκμετάλλευσης να είναι ίση ή μεγαλύτερη από τη μέγιστη διαπιστωμένη ($11,2 m^3/t$, κοίτασμα Λόφων - Μελίτη) και ως 0,9, την περίπτωση η τιμή της σχέσης να είναι ίση ή μικρότερη από τη μικρότερη διαπιστωμένη ($4,23 m^3/t$, κοίτασμα Δομένικου), τότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι η τιμή του δείκτη «**Σχέση εκμετάλλευσης**» για το εξεταζόμενο κοίτασμα ($7,14 m^3/t$) είναι **0,603** (Πίνακας 29).

Πίνακας 29: Οικονομικός δείκτης «Σχέση εκμετάλλευσης»

Σχέση εκμετάλλευσης \geq $11,2 m^3/t$	Σχέση εκμετάλλευσης \leq $4,23 m^3/t$	Τιμή δείκτη για το κοίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,603

3.6.2.3. Απόθεση αγόνων υλικών

Κριτήριο: Όγκοι εσωτερικής - εξωτερικής απόθεσης.

Αποτελεί πάγια αρχή στον σχεδιασμό εξορυκτικών έργων ότι οι εξωτερικές αποθέσεις αγόνων υλικών και άλλων εξορυκτικών αποβλήτων στις υπαίθριες μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις πρέπει να είναι οι **ελάχιστες δυνατές**. Οι λόγοι είναι κυρίως οικονομικοί, λόγω του υψηλότερου κόστους μεταφοράς των αγόνων στις εξωτερικές αποθέσεις, αλλά και περιβαλλοντικοί με την έννοια

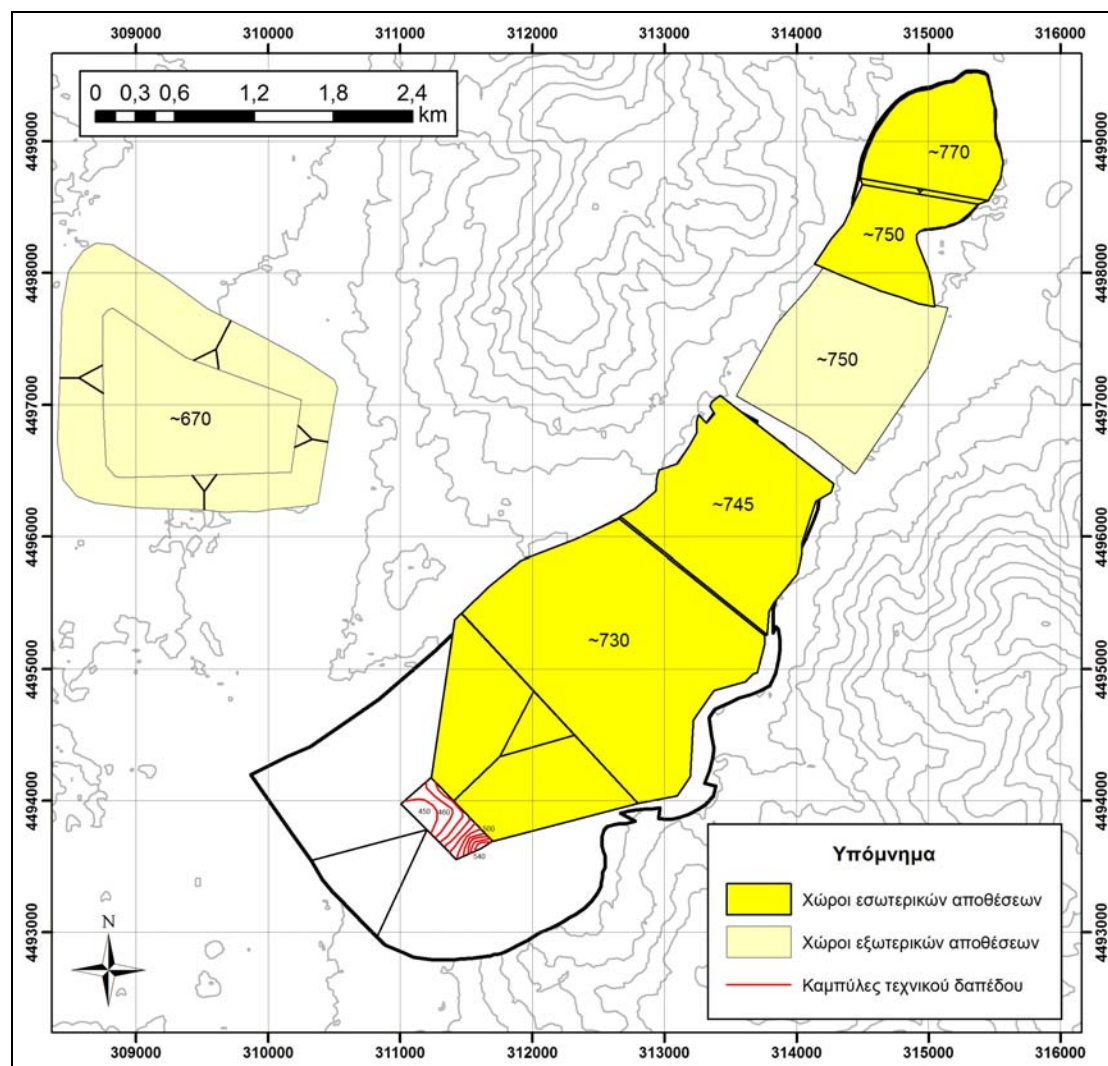
της μικρότερης δυνατής μεταβολής του φυσικού αναγλύφου στις περιοχές όπου αναπτύσσονται οι εκμεταλλεύσεις. Γενικά, ανάλογα με την εναλλακτική δυνατότητα στρατηγικής ανάπτυξης ενός υπαίθριου ορυχείου, ο όγκος της εξωτερικής απόθεσης αγόνων, που φυσικά αποτελεί την ποσοτική έκφραση της παραμέτρου, μεταβάλλεται, σε κάθε δε περίπτωση πρέπει να επιδιώκεται η ελαχιστοποίησή του (Ακύλας, 2003).

Στόχος της εξορυκτικής δραστηριότητας είναι η ενωρίτερη ένταξη της απόθεσης αγόνων υλικών στην κοιλότητα που δημιουργείται κατά την ανάπτυξη των εκσκαφών (εσωτερική απόθεση) και ο, όσο το δυνατόν, μικρότερος όγκος αγόνων στην εξωτερική απόθεση. Η ένταξη των αγόνων εσωτερικά του ορυχείου οδηγεί σε **μείωση του κόστους μεταφοράς** και ελάττωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της δραστηριότητας.

Στο Σχήμα 39 παρουσιάζονται οι χώροι εσωτερικής και εξωτερικής απόθεσης του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου. Από τα **732,15 εκ. m³** συνολικά άγονα υλικά, τα **150 εκ. m³** θα οδηγηθούν στις δύο εξωτερικές αποθέσεις ενώ τα υπόλοιπα **582,15 εκ. m³** θα οδηγηθούν στην εσωτερική απόθεση. Απαραίτητη προϋπόθεση για την έναρξη της εσωτερικής απόθεσης είναι η πλήρης ανάπτυξη των ορυχείων, δηλαδή η αποκάλυψη του τεχνικού δαπέδου του κοιτάσματος. Το σύνολο των εκσκαφών πλήρης ανάπτυξης για το εξεταζόμενο κοίτασμα είναι 18 εκ. m³. Τα υλικά αυτά θα οδηγηθούν υποχρεωτικά στην εξωτερική απόθεση, οπότε η διερεύνηση για την τιμή του δείκτη θα εκτελεστεί για ποσότητα αγόνων ίση με:

$$732,15 \text{ εκ. m}^3 - 18 \text{ εκ. m}^3 = \mathbf{714,15 \text{ εκ. m}^3}$$

Ορίζοντας, στην κλίμακα 0,1 έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση όλα τα άγονα υλικά πλην αυτά της πλήρης ανάπτυξης να αποτεθούν εξωτερικά και ως 0,9, όλα τα άγονα υλικά πλην αυτά της πλήρης ανάπτυξης να αποτεθούν εσωτερικά, τότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι η τιμή του δείκτη «**Απόθεση αγόνων υλικών**» για το εξεταζόμενο κοίτασμα είναι **0,752** (Πίνακας 30).



Σχήμα 39: Χώροι εσωτερικής – εξωτερικής απόθεσης κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου

Πίνακας 30: Οικονομικός δείκτης «Απόθεση αγόνων υλικών»

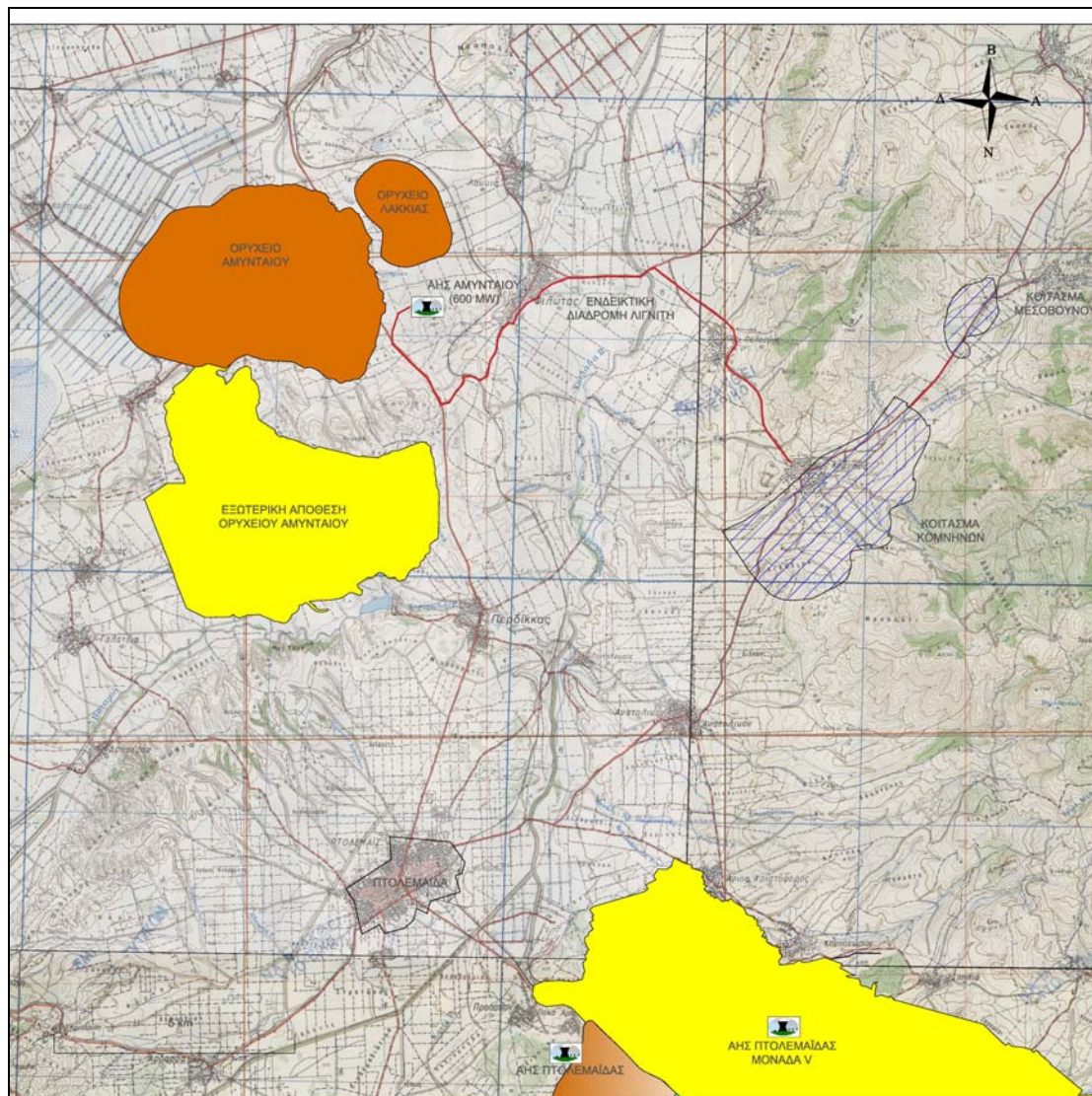
Απόθεση όλων των αγόνων, εξωτερικά	Απόθεση όλων των αγόνων, εσωτερικά	Τιμή δείκτη για το κοίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,752

3.6.2.4. Απόσταση από ΑΗΣ

Κριτήριο: Η απόσταση του κοιτάσματος από τον ΑΗΣ που τροφοδοτεί.

Σύμφωνα με τις μελέτες της ΔΕΗ Α.Ε. (Ακύλας κ.ά., 1991) η εκμετάλλευση του λιγνιτωρυχείου Κομνηνών – Μεσοβούνου θα στηρίξει μία μονάδα, η οποία

θα εγκατασταθεί στη θέση του ΑΗΣ Αμυνταίου. Η απόσταση από το φρύδι του λιγνιτωρυχείου έως τον ΑΗΣ Αμυνταίου είναι περίπου **15 km** και απεικονίζεται γραφικά στο Σχήμα 40.



Σχήμα 40: Ενδεικτική διαδρομή λιγνίτη από το ορυχείο Κομνηνών – Μεσοβούνου στον ΑΗΣ Αμυνταίου

Συνυπολογίζοντας τη μέση απόσταση μεταφοράς από τον χώρο εκσκαφής του λιγνίτη έως το φρύδι του ορυχείου, η οποία είναι περίπου **1,6 km** (Παγώνης κ.ά., 2010), προκύπτει ότι **η μέση απόσταση της διαδρομής λιγνίτη από το ορυχείο έως τον ΑΗΣ είναι περίπου 17 km.**

Μέτρο για την αποτίμηση του δείκτη «Απόσταση από ΑΗΣ» μπορεί να αποτελέσουν **οι υφιστάμενες σήμερα αποστάσεις τροφοδοσίας των ΑΗΣ**

με λιγνίτη από τα ορυχεία της ΔΕΗ Α.Ε. Ως ακραίες περιπτώσεις, για την ποσοτική διατύπωση του δείκτη, λαμβάνονται η τροφοδοσία του ΑΗΣ Μελίτης – Φλώρινας από το ορυχείο Αμυνταίου σε απόσταση περίπου **40 km** και η τροφοδοσία, από το Ορυχείο ΝΔ Πεδίου, του ΑΗΣ Καρδιάς, ο οποίος χωροθετείται **εντός** των ορίων του ορυχείου.

Ορίζοντας, στην κλίμακα 0,1 έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση κάλυψης τροφοδοσίας του ΑΗΣ από ορυχείο σε απόσταση ίση ή μεγαλύτερη των 40 km και ως 0,9, την περίπτωση ο ΑΗΣ να χωροθετείται στις παρυφές του ορίου του ορυχείου από το οποίο τροφοδοτείται, τότε προκύπτει με γραμμική παρεμβολή, ότι η τιμή του δείκτη «**Απόσταση από ΑΗΣ**» για το εξεταζόμενο κοίτασμα είναι **0,560** (Πίνακας 31).

Πίνακας 31: Οικονομικός δείκτης «Απόσταση από ΑΗΣ»

Απόσταση ίση ή μεγαλύτερη των 40 km	Χωροθέτηση ΑΗΣ στις παρυφές του ορυχείου	Τιμή δείκτη για το κοίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,560

3.6.3. Κοινωνικοί δείκτες

Οι κοινωνικοί δείκτες που προτείνονται για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου είναι οι εξής:

- «Απασχόληση»
- «Απαλλοτρίωση οικισμών»

Η ποσοτική διατύπωση του πρώτου δείκτη πραγματοποιείται με βάση τη διερεύνηση του κοιτάσματος ενώ του δεύτερου, βάσει της χωροθέτησης των εκσκαφών – αποθέσεων του κοιτάσματος, όπως αυτή προκύπτει από τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος.

3.6.3.1. Απασχόληση

Κριτήριο: Ο αριθμός εργαζομένων που θα προέρχονται από την ευρύτερη περιοχή σε σχέση με το σύνολο εργαζομένων (πρόβλεψη).

Γενικά επιδιώκεται η **μεγιστοποίηση του βαθμού απασχόλησης**, στα μεγάλα υποστηρικτικά έργα, του εργατικού δυναμικού της τοπικής κοινωνίας στην περιοχή όπου εκτελείται ένα υπαίθριο εξορυκτικό έργο (Ακύλας, 2003).

Κατά την πλήρη εξέλιξη της εκμετάλλευσης, αναμένεται να απασχοληθούν περίπου 320 εργαζόμενοι, σύμφωνα με τη μελέτη «Ανάπτυξη – εκμετάλλευση λιγνιτωρυχείου Κομνηνών – Μεσοβούνου με αναθεωρημένα στοιχεία κόστους» της ΔΕΗ Α.Ε. (2010). Η πολιτική της εταιρείας είναι **το σύνολο των απασχολούμενων στα ορυχεία της να προέρχεται από τον τοπικό πληθυσμό**. Με αυτή την προοπτική και βάσει στοιχείων από την ως τώρα στελέχωση των ορυχείων στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, προβλέπεται ότι όλοι οι εργαζόμενοι που θα απασχοληθούν στο κίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου θα προέρχονται από τις γειτονικούς οικισμούς.

Ορίζοντας, στην κλίμακα 0,1 έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση κανένας εργαζόμενος να μην προέρχεται από την ευρύτερη περιοχή και ως 0,9, την περίπτωση όλοι οι εργαζόμενοι να προέρχονται από την ευρύτερη περιοχή, τότε προκύπτει ότι η τιμή του δείκτη **«Απασχόληση»** για το εξεταζόμενο κίτασμα είναι **0,9** (Πίνακας 32)

Πίνακας 32: Κοινωνικός δείκτης «Απασχόληση»

Κανένας εργαζόμενος από την ευρύτερη περιοχή	Όλοι οι εργαζόμενοι από την ευρύτερη περιοχή	Τιμή δείκτη για το κίτασμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,9

3.6.3.2. Απαλλοτρίωση οικισμών

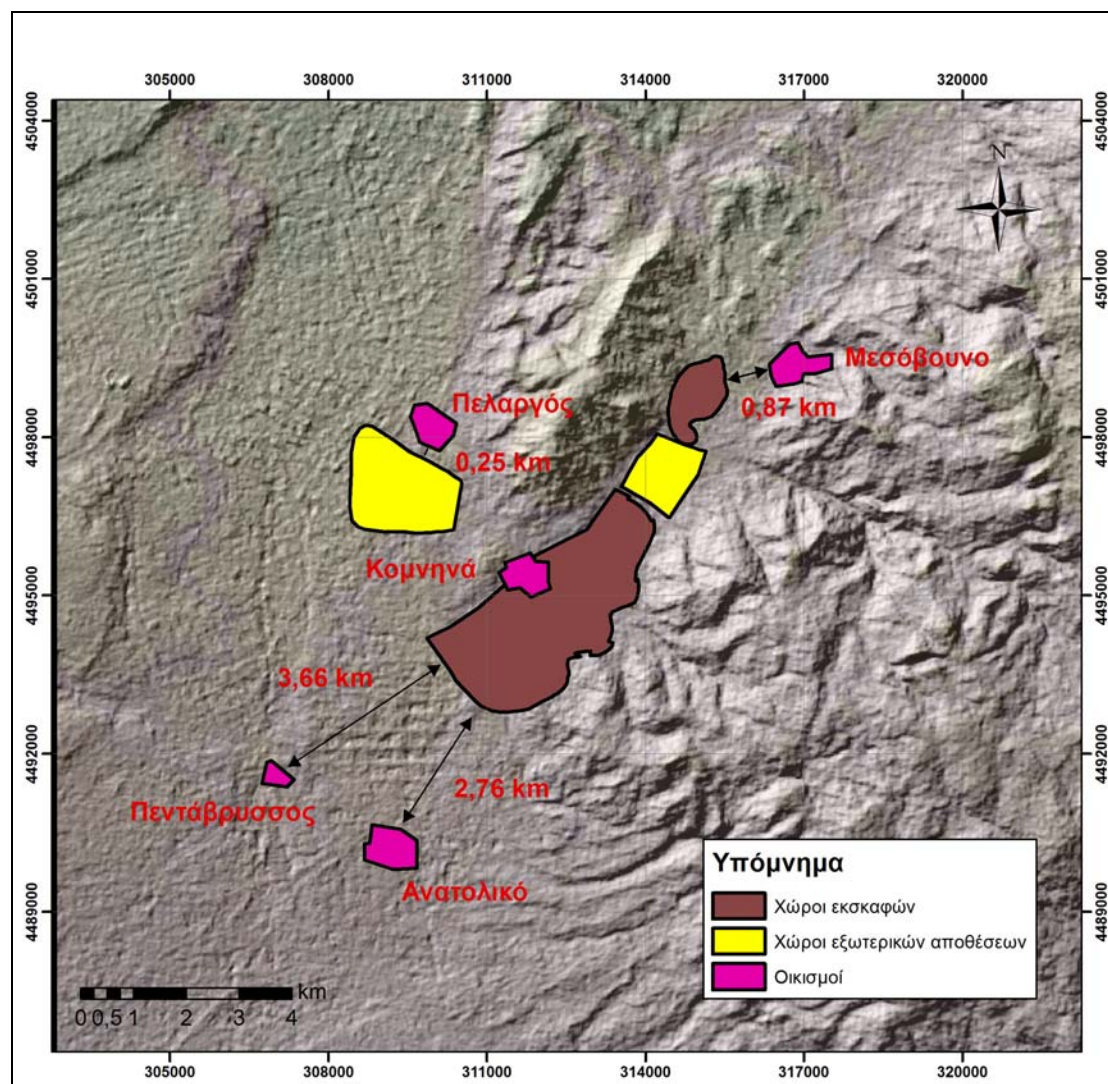
Κριτήριο: Χρόνος απαλλοτρίωσης οικισμού.

Οι οικισμοί που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή του κοιτάσματος και οι αντίστοιχες κοντινότερες αποστάσεις αυτών από τις εξορυκτικές δραστηριότητες συνοψίζονται στον Πίνακα 33 και παρουσιάζονται στο Σχήμα 41.

Πίνακας 33: Αποστάσεις πλησιέστερων οικισμών

Οικισμός	Ελάχιστη απόσταση	Μεταλλευτική δραστηριότητα
Ανατολικό	2.760 m	Όριο ορυχείου Κομνηνών
Κομνηνά	εντός ορυχείου	Όριο ορυχείου Κομνηνών
Μεσόβουνο	870 m	Όριο ορυχείου Μεσοβούνου
Πελαργός	250 m	Όριο εξωτερικής απόθεσης Ι
Πεντάβρυσσος	3.660 m	Όριο ορυχείου Κομνηνών

Σύμφωνα με το άρθρο 85 του Κανονισμού Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών, οι εξορυκτικές δραστηριότητες δεν επιτρέπεται να προσεγγίσουν οικισμούς πλέον των 250 m, σε περίπτωση που δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν εκρηκτικές ύλες και 500 m στην περίπτωση χρήσης εκρηκτικών υλών.



Σχήμα 41: Αποστάσεις εξορυκτικών δραστηριοτήτων κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου από τους πλησιέστερους οικισμούς

Από το Σχήμα 41 προκύπτει ότι οι αντίστοιχοι περιορισμοί τηρούνται κατά την εκμετάλλευση του κοιτάσματος για τους πλησιέστερους οικισμούς πλην των Κομνηνών, καθώς το όριο της εξωτερικής απόθεσης Ι απέχει 250 m από τον οικισμό Πελαργό και το όριο της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος Μεσοβούνου (χρήση εκρηκτικών υλών) απέχει 870 m από τον οικισμό Μεσόβουνο. Αντιθέτως, κρίνεται απαραίτητη για την εκμετάλλευση του εξεταζόμενου κοιτάσματος η απαλλοτρίωση του οικισμού Κομνηνών, ο οποίος χωροθετείται εντός του ορίου του ορυχείου.

Η μετεγκατάσταση ενός οικισμού μπορεί να επηρεάσει περισσότερο ή λιγότερο, ανάλογα με τον χρόνο υλοποίησής της, το κλίμα που επικρατεί στον τοπικό πληθυσμό, ο οποίος είναι υποχρεωμένος να αλλάξει, άμεσα ή μεταγενέστερα, τόπο κατοικίας προκειμένου να αναπτυχθεί το ορυχείο (Ακύλας, 2003). Όσο αργότερα πραγματοποιηθεί η απαλλοτρίωση σε σχέση με την έναρξη των εργασιών, τόσο ευνοϊκότερη θα είναι η ανταπόκριση του τοπικού πληθυσμού, ιδιαίτερα αν συνδυάζεται και με αύξηση της απασχόλησης του εργατικού δυναμικού της ευρύτερης περιοχής (βλέπε αντίστοιχο δείκτη, παρ. 3.6.3.1). Η καθυστέρηση εκτέλεσης των έργων για την απαλλοτρίωση των οικισμών, επηρεάζει επίσης ευνοϊκά την οικονομικότητα των εκμεταλλεύσεων και φυσικά επιδιώκεται (Ακύλας, 2003).

Η ποσοτική διατύπωση του δείκτη «Απαλλοτρίωση οικισμού» θα διερευνηθεί σε σχέση με **τον χρόνο που θα λάβει χώρα από την έναρξη των εργασιών εκμετάλλευσης**. Η λειτουργία του ορυχείου αναμένεται να διαρκέσει περίπου **28 έτη** (βλέπε Πίνακα 20), ενώ οι εκσκαφές θα προσεγγίσουν τον οικισμό στα 250 m, περίπου **στο τέλος του ένατου χρόνου λειτουργίας** (Παγώνης κ.α., 2010), οπότε και θα παρουσιαστεί η ανάγκη για απαλλοτρίωση.

Ορίζοντας, στην κλίμακα 0,1 έως 0,9, ως 0,1 την περίπτωση άμεσης αναγκαιότητας απαλλοτρίωσης οικισμού για τις ανάγκες της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος και ως 0,9, την περίπτωση της μη αναγκαιότητας απαλλοτρίωσης κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του ορυχείου, τότε προκύπτει με γραμμική παρεμβολή, ότι η τιμή του δείκτη **«Απαλλοτρίωση οικισμών»** για το εξεταζόμενο κοιτάσμα είναι 0,357 (Πίνακας 34).

Πίνακας 34: Κοινωνικός δείκτης «Απαλλοτρίωση οικισμών»

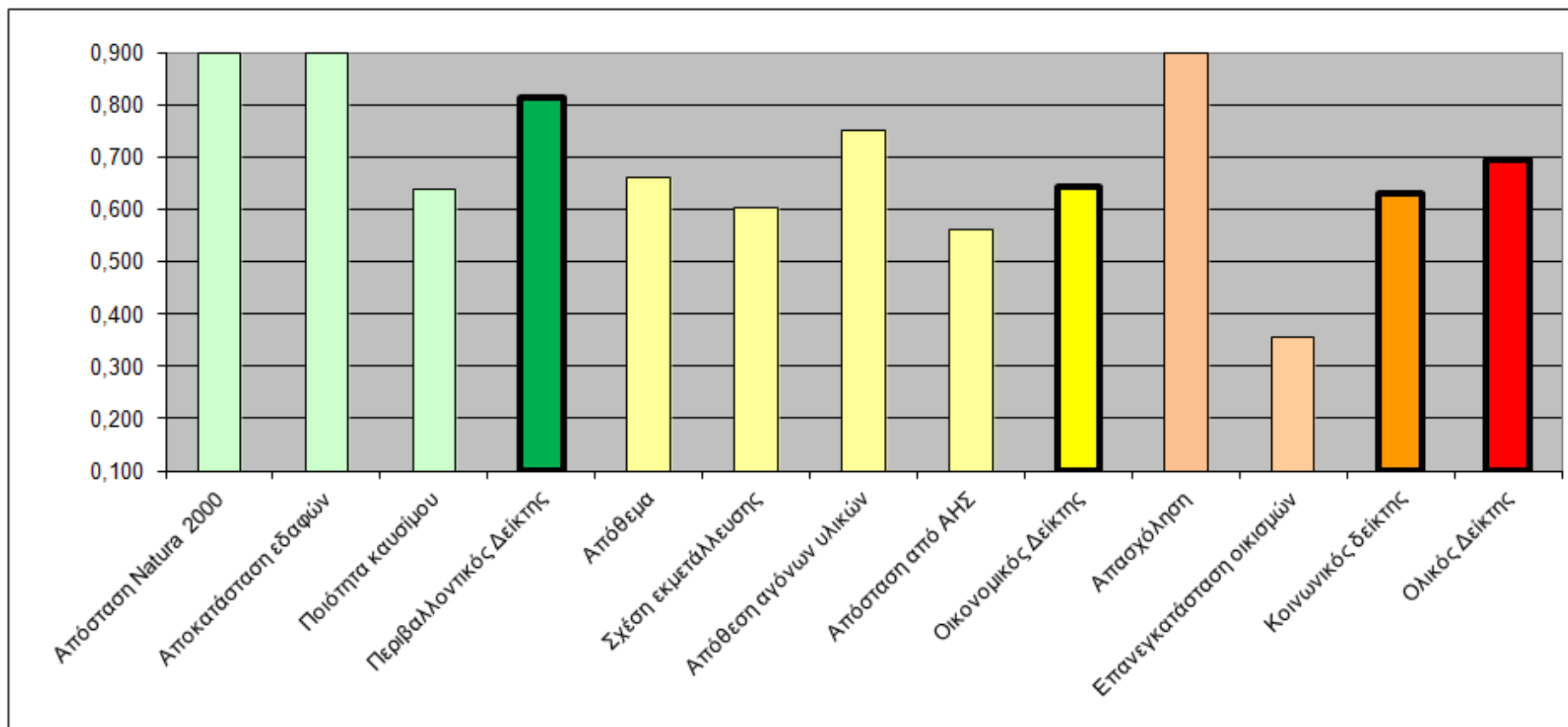
Άμεση αναγκαιότητα απαλλοτρίωσης οικισμών	Μη αναγκαιότητα απαλλοτρίωσης οικισμών	Τιμή δείκτη για το κοιτάσμα Κομνηνών - Μεσοβούνου
0,1	0,9	0,357

3.6.4. Αποτίμηση δεικτών

Στον Πίνακα 35, παρουσιάζονται συνοπτικά οι δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης ανά κατηγορία, καθώς και ο ολικός δείκτης, όπως αυτός προκύπτει με ισοβαρή συμμετοχή των επιμέρους δεικτών και στο Σχήμα 42, απεικονίζονται γραφικά τα αποτελέσματα της διερεύνησης της βιώσιμης ανάπτυξης του έργου εκμετάλλευσης.

Πίνακας 35: Αποτίμηση δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης για το κούτασμα Κομνηνών – Μεσοβούνου

Δείκτης		Τιμή	
Περιβαλλοντικοί	Απόσταση από δίκτυο Natura 2000	0,900	0,813
	Αποκατάσταση εδαφών	0,900	
	Ποιότητα καυσίμου	0,639	
Οικονομικοί	Απόθεμα	0,660	0,644
	Σχέση εκμετάλλευσης	0,603	
	Απόθεση αγόνων υλικών	0,752	
	Απόσταση από ΑΗΣ	0,560	
Κοινωνικοί	Απασχόληση	0,900	0,629
	Επανεγκατάσταση οικισμών	0,357	
Ολικός δείκτης βιώσιμης ανάπτυξης		0,697	0,695



Σχήμα 42: Γραφική απεικόνιση δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης για το κοίτασμα Κομνηνών – Μεσόβουνο

Η τιμή του **Ολικού Περιβαλλοντικού δείκτη (0,813)** είναι αρκετά υψηλή, διότι οι εξορυκτικές δραστηριότητες αναπτύσσονται σε ικανοποιητική απόσταση από τις ζώνες Natura 2000, η περιβαλλοντική αποκατάστασή του μετά το πέρας των εξορυκτικών διαδικασιών θα είναι πλήρης και η ποιότητα του εξορυσσομένου λιγνίτη είναι από τις υψηλότερα διαπιστωμένες στον ελλαδικό χώρο, με αποτέλεσμα τη μειωμένη παραγωγή τέφρας κατά την καύση του εξεταζόμενου λιγνίτη σε ΑΗΣ.

Η τιμή του **Ολικού Οικονομικού δείκτη (0,644)** βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Το απόθεμα του κοιτάσματος επαρκεί για την 24ετή τροφοδοσία ενός ΑΗΣ ισχύος 450 MW, η σχέση εκμετάλλευσης είναι καλή, συγκρινόμενη με τα διαπιστωμένα λιγνιτικά κοιτάσματα του ελλαδικού χώρου, ενώ το ισοζύγιο αποθέσεων, εξασφαλίζει τις ελάχιστες δυνατές εξωτερικές αποθέσεις. Η απόσταση του κοιτάσματος από τον ΑΗΣ τροφοδοσίας είναι μεσαίου μήκους.

Με την μικρότερη τιμή από τους τρεις δείκτες, αποτιμάται ο **Ολικός Κοινωνικός δείκτης (0,629)** και αυτό γιατί θα απαιτηθεί η απαλλοτρίωση του οικισμού Κομνηνών περίπου κατά τον ένατο χρόνο λειτουργίας του ορυχείου. Όλοι οι εργαζόμενοι στο ορυχείο αναμένεται να προέρχονται από την τοπική κοινωνία.

Ο Συνολικός Δείκτης Βιώσιμης Ανάπτυξης του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου είναι ίσος με 0,695. Η τιμή του Συνολικού Δείκτη Βιώσιμης Ανάπτυξης επιτρέπει να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι **το έργο εκμετάλλευσης του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου είναι συμβατό με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.**

Στη συνέχεια εξετάστηκαν τρία σενάρια για τη μεταβολή της τιμής του συνολικού ΔΒΑ, σε σχέση με τους συντελεστές βαρύτητας του Περιβαλλοντικού, Οικονομικού και Κοινωνικού Δείκτη. Πιο συγκεκριμένα, σε κάθε σενάριο δόθηκε ο συντελεστής βαρύτητας 0,66 σε έναν από τους τρεις δείκτες και 0,17 στους υπόλοιπους δύο. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 36.

Πίνακας 36: Αποτελέσματα αποκλίσεων τιμών συνολικού δείκτη

	Περιβαλλοντικός	Οικονομικός	Κοινωνικός	Ολικός	Απόκλιση
Τιμές	0,813	0,644	0,629	0,695	
Εξεταζόμενα σενάρια					
1ο	0,66	0,17	0,17	0,753	7,7%
2ο	0,17	0,66	0,17	0,670	-3,8%
3ο	0,17	0,17	0,66	0,663	-4,9%

Οι αποκλίσεις που προκύπτουν από τα εξεταζόμενα σενάρια, σε σχέση με την τιμή του ολικού δείκτη, είναι αντίστοιχα **7,7%**, **-3,8%** και **-4,9%**, γεγονός που υποδηλώνει ότι τη σημαντικότερη συμμετοχή στην βιώσιμη ανάπτυξη του εξεταζόμενου κοιτάσματος έχουν οι Δείκτες που συνδέονται με την περιβαλλοντική επίδοση του εξορυκτικού έργου.

Οι δύο ανωτέρω περιγραφόμενες μέθοδοι (η χωρική αξιολόγηση και ανάλυση του κοιτάσματος με χαρτογραφική υπέρθεση και η αξιολόγηση της βιωσιμότητας του έργου εκμετάλλευσης) συνδέονται με την εκμεταλλευσιμότητα και αποτελούν εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων όσον αφορά την εκμετάλλευση του κοιτάσματος. Η πρώτη μέθοδος δίνει μια χωρική ένδειξη βασικών παραγόντων που επηρεάζουν την εκμεταλλευσιμότητα, βασίζεται στην αξιολόγηση των γεωτρήσεων και αποτελεί ποιοτική μέθοδο. Η δεύτερη μέθοδος είναι πιο αναλυτική διότι λαμβάνει υπόψη περισσότερους παράγοντες, οδηγεί σε αριθμητικά αποτελέσματα και αποτελεί ποσοτική μέθοδο.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα λιγνιτικά κοιτάσματα που βρίσκονται στον ελλαδικό χώρο αποτέλεσαν και αποτελούν σημείο αναφοράς για την ανάπτυξη της χώρας, τα τελευταία 60 χρόνια. Αυτή την περίοδο πραγματοποιήθηκε η ηλεκτροδότηση της Ελλάδας σε όλη την έκτασή της ενώ η βαριά βιομηχανία αναπτύχθηκε έχοντας πρόσβαση σε «φθηνό ρεύμα». Επιπλέον, τα λιγνιτικά κέντρα έδωσαν πνοή σε περιοχές της χώρας, με χαμηλό βιοτικό επίπεδο, προσφέροντας θέσεις εργασίας σε πληθυσμό που μαστίζονταν επί σειρά ετών από μεγάλα ποσοστά ανεργίας. Η εκμετάλλευση αυτών των κοιτασμάτων εξασφαλίζει την **ενεργειακή αυτάρκεια και τον επαρκή εφοδιασμό της χώρας**.

Η διόγκωση και η αυξημένη ένταση φαινομένων όπως η κλιματική αλλαγή, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η υπερεκμετάλλευση και εξάντληση των φυσικών πόρων, επιβάλλει η εκμετάλλευση των Ορυκτών Πρώτων Υλών, όπως είναι και τα λιγνιτικά κοιτάσματα, να πραγματοποιείται **σύμφωνα με τις κατευθύνσεις και εντός του πλαισίου της βιώσιμης ανάπτυξης**. Η βιώσιμη ανάπτυξη, στο πλαίσιο της εξορυκτικής διαδικασίας, στοχεύει στη βέλτιστη περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική απόδοση των εξορυκτικών εργασιών.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η **χωρική ανάλυση και αξιολόγηση ενός λιγνιτικού κοιτάσματος, με κατάλληλους χωρικούς δείκτες και η διαμόρφωση ενός πλαισίου δεικτών, ώστε να εξεταστεί και να αξιολογηθεί η συμβατότητα του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης**. Όπου κρίθηκε αναγκαίο και χρήσιμο έγινε χρήση Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ - GIS). Το λιγνιτικό κοιτάσμα που επιλέχθηκε είναι των Κορνηνών – Μεσοβούνου, τα δικαιώματα έρευνας και εκμετάλλευσης του οποίου ανήκουν στη ΔΕΗ Α.Ε.

Σκοπός της χωρικής ανάλυσης και αξιολόγησης του κοιτάσματος με χρήση GIS είναι η **άμεση χαρτογραφική απεικόνιση του κοιτάσματος σε ζώνες εκμεταλλευσιμότητας**, χρησιμοποιώντας βασικά μεγέθη που αφορούν την

ποσότητα και την ποιότητα του λιγνίτη και **η σύνθεση ενός χάρτη, στον οποίο θα απεικονίζεται ο συνολικός χωρικός δείκτης ποιότητας του λιγνίτη**. Τα μεγέθη αυτά, τα οποία στην παρούσα εργασία ορίστηκαν ως δείκτες χωρικής αξιολόγησης, είναι **το πάχος του λιγνίτη, η σχέση εκμετάλλευσης, η Κατώτερος Θερμογόνος Ικανότητα και το πάχος των σκληρών σχηματισμών**, όπως αυτά προκύπτουν από την αξιολόγηση των γεωτρήσεων που έχουν εκτελεστεί στην περιοχή εξάπλωσης του κοιτάσματος.

Αρχικά, με χρήση του λογισμικού Surfer, σχεδιάστηκαν οι ισομετρικές καμπύλες μεταβολής των παραπάνω μεγεθών και στη συνέχεια, με χρήση του λογισμικού ArcGIS, πραγματοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος σε κλάσεις (1 έως 5) για τους τέσσερις προαναφερθέντες δείκτες με την αύξηση του αριθμού της κλάσης να υποδηλώνει «πλουσιότερο» λιγνίτη. Ακολούθως, για τη συνολική κατηγοριοποίηση του κοιτάσματος και τον προσδιορισμό ενός **συνολικού χωρικού δείκτη ποιότητας του κοιτάσματος**, συνδυάζοντας τους τέσσερις δείκτες χωρικής αξιολόγησης, πραγματοποιήθηκε **σταθμισμένη και μη σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση και σύνθεση** των παραπάνω τεσσάρων χαρτών, **μέσω εφαρμογών του ArcGIS**. Η σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση πραγματοποιήθηκε με τη **μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης**. Το αποτέλεσμα της χαρτογραφικής υπέρθεσης, με ή χωρίς συντελεστές βαρύτητας, είναι **ένας χάρτης χωρικής αξιολόγησης του κοιτάσματος, στον οποίο ορίζονται περιοχές πιο «πλούσιες» ή πιο «φτωχές» σε λιγνίτη (δείκτης ποιότητας κοιτάσματος)**, ανάλογα με τα στοιχεία που επεξεργάστηκαν κατά την εφαρμογή. Η σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων (χάρτης απόκλισης) οδήγησε στο συμπέρασμα **ότι για την τεκμηριωμένη αποτίμηση της εκμεταλλευσιμότητας του κοιτάσματος είναι απαραίτητη η διερεύνηση των συντελεστών βαρύτητας για τους προτεινόμενους δείκτες**.

Κύριο πλεονέκτημα της παραπάνω εφαρμογής είναι **η άμεση χαρτογραφική απεικόνιση βασικών κοιτασματολογικών δεδομένων του κοιτάσματος**, η οποία παρέχει στον μελετητή τη δυνατότητα να κατανοήσει γρήγορα και εύκολα την εξάπλωσή του στον χώρο. **Η μη σταθμισμένη χαρτογραφική**

υπέρθεση δίνει τη δυνατότητα του άμεσου και εύκολου συνδυασμού των γεωτρητικών δεδομένων, παρέχοντας πληρέστερη γνώση του κοιτάσματος και τα πρώτα συμπεράσματα για τον τρόπο προσέγγισής του. Όπως προέκυψε όμως από την Αναλυτική Ιεράρχηση των δεικτών χωρικής αξιολόγησης, η συμμετοχή τους στον προσδιορισμό του συνολικού δείκτη ποιότητας του κοιτάσματος δεν είναι ισοβαρής, κάτι που προκύπτει και από τον χάρτη αποκλίσεων μεταξύ των δύο υπερθέσεων. Η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεράρχησης επιτρέπει τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας για τους τέσσερις χωρικούς δείκτες, ώστε να πραγματοποιηθεί η σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση και σύνθεση. Ο δυναμικός χαρακτήρας της σταθμισμένης υπέρθεσης επιτρέπει την άμεση διερεύνηση και αξιολόγηση του κοιτάσματος, δίνοντας το κατάλληλο βάρος στους δείκτες, ανάλογα με τη βαρύτητα του καθενός στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό της εκμετάλλευσης. Επιπλέον παρέχει τη δυνατότητα για την εξέταση διάφορων εναλλακτικών σεναρίων, ανάλογα με τους συντελεστές βαρύτητας των δεικτών. Τελικό αποτέλεσμα της υπέρθεσης είναι η βαθμονόμηση του κοιτάσματος, μέσω ενός ενιαίου χωρικού δείκτη ποιότητας, ο οποίος προκύπτει από τη σταθμισμένη σύνθεση των τεσσάρων χωρικών δεικτών.

Η παραπάνω εφαρμογή μπορεί να εμπλουτιστεί με πρόσθετους δείκτες χωρικής αξιολόγησης, ώστε ο συνολικός δείκτης ποιότητας του κοιτάσματος να συνδυάζει πληροφορίες που δεν σχετίζονται αποκλειστικά με την αξιολόγηση των γεωτρήσεων, καθιστώντας το μοντέλο πιο σύνθετο, πλήρες και αξιόπιστο. Τέτοιοι δείκτες μπορεί να σχετίζονται με την κάλυψη γης, τη χωροθέτηση τεχνικών έργων, την τεκτονική, την υδρογεωλογία, τη γεωμορφολογία.

Κατά την εφαρμογή των δεικτών, θεωρήθηκε ως δεδομένο το όριο του ορυχείου Κομνηνών – Μεσοβούνου και το κοίτασμα αναλύθηκε εντός του. Αν το ως άνω δεν θεωρηθεί ως δεδομένο, η εφαρμογή των δεικτών χωρικής αξιολόγησης μπορεί να επεκταθεί στην ευρύτερη έκταση που έχουν εκτελεστεί οι ερευνητικές γεωτρήσεις, με σκοπό τον υπολογισμό ενός συνολικού δείκτη

βιώσιμης εκμετάλλευσης, ο οποίος θα καθορίζει και το όριο του ορυχείου.

Στην συνέχεια, για τη διερεύνηση της συμβατότητας του έργου εκμετάλλευσης του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, αναπτύχθηκε κατάλληλο πλαίσιο δεικτών και ακολούθησε πολυκριτηριακή ανάλυση, με σκοπό την εξαγωγή ενός **συνολικού και συνδυαστικού δείκτη βιώσιμης ανάπτυξης** για το συγκεκριμένο κοίτασμα, λαμβάνοντας υπόψη δείκτες που σχετίζονται με την περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική επίδοση του έργου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η αξιολόγηση της βιωσιμότητας του κοιτάσματος αφορά το έργο στο σύνολό του και για ασφαλή συμπεράσματα πρέπει αυτή να αναθεωρείται κατά την εξέλιξη των εργασιών. Η επιλογή των δεικτών πραγματοποιήθηκε υπό τον περιορισμό της αξιολόγησης μη ενεργής δραστηριότητας και κατά συνέπεια απουσίας απολογιστικών ή μετρήσιμων στοιχείων.

Στη παρούσα εφαρμογή επελέγησαν εννέα δείκτες: **τρεις Περιβαλλοντικοί Δείκτες** («Απόσταση από δίκτυο Natura 2000», «Αποκατάσταση εδαφών» και «Ποιότητα καυσίμου»), **τέσσερις Οικονομικοί Δείκτες** («Απόθεμα», «Σχέση εκμετάλλευσης», «Απόθεση αγόνων υλικών» και «Απόσταση από ΑΗΣ») και **δύο Κοινωνικοί Δείκτες** («Απασχόληση» και «Απαλλοτρίωση οικισμών»). Για τον καθένα από αυτούς πραγματοποιήθηκε η ποσοτική του διατύπωση στη κλίμακα 0,1 (χείριστη αξιολόγηση) έως 0,9 (βέλτιστη αξιολόγηση), ανάλογα με τον ορισμό του κριτηρίου τους και σύμφωνα με τα αντίστοιχα δεδομένα και τις συνθήκες που επικρατούν στην αξιοποίηση των λιγνιτικών κοιτασμάτων στον Ελληνικό Χώρο. Κατά την ανωτέρω κανονικοποίηση, όπου κρίθηκε αναγκαίο και χρήσιμο έγινε χρήση εφαρμογών του προγράμματος ArcGIS, ενώ η χαρτογραφική απεικόνιση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε εξ' ολοκλήρου με το συγκεκριμένο λογισμικό.

Η τιμή του Ολικού Περιβαλλοντικού, Οικονομικού και Κοινωνικού δείκτη είναι 0,813, 0,644 και 0,629, αντίστοιχα ενώ ο Συνολικός Δείκτης Βιώσιμης Ανάπτυξης του κοιτάσματος ισούται με 0,695.

Η τιμή του Συνολικού Δείκτη Βιώσιμης Ανάπτυξης επιτρέπει να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι **το έργο εκμετάλλευσης του κοιτάσματος Κομνηνών – Μεσοβούνου είναι συμβατό με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.**

Με βάση τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας Μεταπτυχιακής Εργασίας, η εργασία μπορεί να επεκταθεί στη **διερεύνηση των συντελεστών βαρύτητας των δεικτών**, ώστε να προκύπτουν σταθμισμένοι Περιβαλλοντικοί, Οικονομικοί και Κοινωνικοί δείκτες, με στόχο τον υπολογισμό ενός σταθμισμένου Ολικού Δείκτη βιώσιμης ανάπτυξης.

Τέλος, η εφαρμογή των δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης μπορεί να επεκταθεί και **σε άλλα λιγνιτικά κοιτάσματα του ελλαδικού χώρου**, με σκοπό την ταξινόμηση και ιεράρχηση της βιωσιμότητας των έργων εκμετάλλευσής τους.

ΠΗΓΕΣ

Διεθνής βιβλιογραφία

Adam K., Konstantinopoulou M., 2014. Sustainable development Indicators as a management tool for the extractive industry, Proceedings of the Recent findings on minerals and development Conference, Nicosia, Cyprus

Anciaux, P., 2005. Sustainable Development Indicators for the EU Non-Energy Extractive Industry. A Review on Indicators of Sustainability for the Minerals Extraction Industries, 63-72.

Azapagic, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production 12, 639–662.

Azapagic A, Perdan S, 2005. Indicators of sustainable development for industry: A general framework. Trans IChemE (Proc Safety Envir Prot) Part B 2000;78 (B4):243–61.

Batzias, F., Roumpos, C., 2000. Multicriteria choice of a lignite field for mine development and power plant construction. Mine Planning and Equipment Selection, 783-789.

Begley, R., 1996. ISO 14000: A Step Toward Industry Self-Regulation. Environmental Science and Technology News 30 (7), 298–302.

Belton, V., Stewart, T., 2002. Multiple Criteria Decision Analysis: an Integrated Approach.

Benndorf, J., 2013. Investigating in situ variability and homogenisation of key quality parameters in continuous mining operations. Mining Technology.

Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy. Transactions: Section A, 122(2), 78-85.

Bunch, G.P., Garr, T.M., 1990. Environmental auditing as an effective management tool for the Mining Industry, pp. 11–23. In: Prepr Soc Min Eng AIME, Soc of Mining Engineers of AIME, Littleton (USA), Littleton, Colorado.

Charamet, A.,Recoche, G., 2005. Proposal for a top-down/bottom-up approach to build up indicators of sustainable development for use in the mining industry in Africa. Aachen International Mining Symposia.

Cooney, J.P., 2000. People, participation and partnership. CIM Bulletin 93 (1037), 46–48.

EU Non-Energy Extractive Industry — Sustainable Development Indicators 2001-2003. A report from the Raw Materials Supply Group, a stakeholder group, chaired by the directorate – general for enterprise and industry. European Commission.

Fernandez, J., Martens, P., Mollerherm, S., Druppel, E., 2005. Development of environmental indicators for the raw materials industry. Aachen International Mining Symposia

Garrod, B., Chadwick, P., 1996. Environmental management and business strategy: towards a new strategic paradigm. Futures 28 (1), 37–50.

Giurko, D., Cooper, C, 2012. Mining and sustainability: asking the right questions. Miner. Eng. 29, 3-12.

Gomes, C.M., Kneipp, J.M., Kruglianskas, I., Barbieri da Rosa, L.A., Bichueti, R.S., 2014. Management for sustainability in companies of the mining sector: an analysis of the main factors related with the business performance. Journal of Cleaner Production 84, 84-93.

Hagen, D., Priester, M., 1998. Improvement of the environmental compatibility of small-scale amethyst mining in Rio Grande do Sul, Brazil. *Zeitschrift fur Angewandte Geologie* 44 (2), 91–99.

Hilson, G., Murck, B., 2000. Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective. *Resources Policy* 26, 227–238.

IIED and WBCSD. Breaking new ground: Mining, minerals and sustainable development. Final Report on the Mining, Minerals and Sustainable Development Project (MMSD). International Institute for Environment and Development and World Business Council for Sustainable Development 2002.

International Council on Mining and Metals e ICMM, 2008.

Labonne, B., 1999. The mining industry and the community: joining forces for sustainable social development. *Natural Resources Forum* 23, 315–322.

McAllister, M.L., Scoble, M., Veiga, M., 1999. Sustainability and the Canadian mining industry at home and abroad. *CIM Bulletin* 92 (1033), 85–92.

Mining, Minerals and Sustainable Development North America. Seven Questions to Sustainability. How to Assess the Contribution of Mining and Minerals Activities. Task 2 Work Group, MMSD North America, 2002.

Mollerherm, S., Martens, P., Druppel, E., Fernandez, J., 2005. Development of Sustainable Indicators for the German Mineral Industry. Aachen International Mining Symposia.

Nordheim, E., Barrasso, G., 2005. The selection of sustainable development indicators, industry survey and reporting of results for the European Aluminium Industry. Aachen International Mining Symposia.

Ogan, D., Ndekugri, I., Oduoza, C., Khatib, J., 2016. Principles for developing an effective framework to control minerals and rocks extraction impacts, mitigate waste and optimise sustainable quarries management. *Resources Policy* 47, 164-170.

Rocha, J., Bristow, J., 1997. Mine downscaling and closure: an integral part of sustainable development. *Raw Materials Report* 12 (4), 15–20.

Roumpos, C., Pavloudakis, F., Galetakis, M., 2009. Optimal production rate model for a surface lignite mine, *Proceed. of the 3rd AMIREG International Conference (2009): Assessing the Footprint of Resource Utilization and Hazardous Waste Management*, Athens, Greece, 360-365.

Roumpos, C., Akylas, N., Terezopoulos, N., 2004. A decision making model for lignite deposits exploitability. *Thirteenth International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection*, Wroclaw, Poland, 1-3 September 2004.

Sinding, K., 1999. Environmental impact assessment and management in the mining industry. *Natural Resources Forum* 23, 57–63.

United Nations, Commission on Sustainable Development: Agenda 21, 1992.

United Nations. Millennium Summit, 2000. Millennium Development Goals.

United Nations, Sustainable Development Summit, 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.

Van Berkel, R., 2000. Integrating the environmental and sustainable development agendas into minerals education. *Journal of Cleaner Production* 8, 413–423.

Warhurst, A., Macfarlane, M., Wood, G., 1999. Planning for mine closure: socio-economic impacts. *Minerals and Energy* 14 (4), 21–26.

Warhurst, A., Noronha, L., 2000. Corporate strategy and viable future land use: planning for closure from the outset of mining. *Natural Resources Forum* 24, 153–164.

WCED, 1987. *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, UK.

Zografidis, C., Adam, K., Christodoulou, I., Orfanoudakis, J., 2007. Evaluation of the environmental performance of the natural stone industry based on sustainable indicators. Sustainable development indicators in the minerals industry, 3rd International Conference. 151 – 158.

Ελληνική βιβλιογραφία

Ακύλας, Ν., 2003. Μελέτη και διερεύνηση των ειδικών παραμέτρων που υπεισέρχονται κατά τη σχεδίαση της εκμετάλλευσης λιγνιτικών κοιτασμάτων. Εφαρμογή στο κοίτασμα Δομένικου – Ελασσόνας. Διδακτορική διατριβή. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, COM2008/699. Πρωτοβουλία για τις πρώτες ύλες – Κάλυψη των ουσιαδών αναγκών μας για ανάπτυξη και απασχόληση στην Ευρώπη.

Καραμαλίκης, Ν., 2003. Προσδιορισμός και έλεγχος ποιότητας λιγνιτικών κοιτασμάτων. Διδακτορική διατριβή. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών, 2016. Η συμβολή της εξορυκτικής βιομηχανίας στην ελληνική οικονομία.

Κούκουζας, Κ., Κώτης, Θ., Πλουμίδης, Μ., 1979. Πρόδρομη έκθεση επί της κοιτασματολογικής έρευνας στη λιγνιτοφόρο περιοχή Κομνηνών Πτολεμαΐδας.

Κούτλα, Ε., 2015. Μεταπτυχιακή εργασία με τίτλο: Σύστημα Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) στη Διαχείριση Κατασκευαστικών Έργων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Κωνσταντινοπούλου, Μ., 2015. Μεταπτυχιακή εργασία με τίτλο: Δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης στην εξορυκτική βιομηχανία. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών.

Λαμπρινάκη, Β., Λαμπρίδη, Μ., 2015. Εισαγωγή στη βιώσιμη ανάπτυξη: Οι τρεις πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης. Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος.

Μόδης, Κ., 2010. Εισαγωγή στη γεωστατιστική. Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Μούχλια, Δ., 2015. Εισαγωγή στη βιώσιμη ανάπτυξη: Οι Επιπτώσεις της Αστικής Ρύπανσης στη Βιωσιμότητα – ο Ρόλος των Πολιτών. Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος.

Παγώνης, Γ., Ρούμπος, Χ., Παρασκευής, Ν., 2010. Ανάπτυξη – εκμετάλλευση λιγνιτωρυχείου Κομνηνών – Μεσοβούνου με αναθεωρημένα στοιχεία κόστους. ΔΕΗ/Τομέας Σχεδιασμού και Μελετών Ορυχείων.

Παναγιωτόπουλος Π., 2007. Εφαρμογή Πολυκριτήριας Μεθοδολογίας ΑΗΠ για την επιλογή ERP. Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Παπαιωάννου, Μ., Μαυροειδής, Η., 2005. Βιώσιμη Ανάπτυξη. Διεθνείς και ευρωπαϊκές εξελίξεις και προοπτικές. Heleco 2005, ΤΕΕ.

Ρούμπος, Χ., Λιάκουρα, Κ., Παρασκευής, Ν., 2011. Μοντέλο διαχείρισης μεγάλων τεχνικών έργων σε επιφανειακά λιγνιτωρυχεία. Περιοδικό Ορυκτός Πλούτος, 159/2011: 9-22.

Ρούμπος, Χ., Τριανταφύλλου, Γ., Παπακώστα, Ε., Παρασκευής, Ν., 2014. Βασικοί παράγοντες βελτιστοποίησης του μεταλλευτικού σχεδιασμού επιφανειακών ανθρακωρυχείων. Συνέδριο: Ορυκτός Πλούτος και Δυνατότητες Ανάπτυξης – Οι σύγχρονες Αντιλήψεις. Λευκωσία, Κύπρος.

Σίδερη, Δ., 2016. Διερεύνηση των εδαφικών υποχωρήσεων από υπεράντληση υδροφορέων στον Δυτικό Θεσσαλικό κάμπο, με βάση τη γεωτεχνική συμπεριφορά των σχηματισμών και τη συμβολή γεωστατιστικού μοντέλου. Διδακτορική διατριβή. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Σωτηράκου, Α., 2015. Αξιολόγηση περιβαλλοντικής μελέτης ενός τεχνικού έργου. Μεταπτυχιακή εργασία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων. Έκθεση δραστηριοτήτων 2015.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Ημερίδα με θέμα: «Εθνική πολιτική για την αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών», Φεβρουάριος 2012.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής: Ελληνική εξορυκτική βιομηχανία. Διεθνές περιβάλλον, φυσιογνωμία, προοπτικές. Συνοδευτικό κείμενο στο πλαίσιο της ημερίδας με θέμα: «Εθνική πολιτική για την αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών», Φεβρουάριος 2012.

Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2015. Η εξορυκτική/μεταλλουργική δραστηριότητα στην Ελλάδα. Στατιστικά δεδομένα για τη διετία 2013-2014.

Ιστοσελίδες

- <https://www.globalreporting.org/Pages/default.aspx>
- <http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetail&groupId=1353>
- <http://www.sme.gr/>
- <http://www.ypeka.gr/>
- <http://www.dei.gr>
- <http://promine.gtk.fi/>
- <http://www.statistics.gr/>
- <http://www.latomet.gr/ypan/default.aspx>
- <http://www.orykta.gr/>
- <http://www.oryktosploutos.net/>
- <http://www.miningfacts.org>
- <http://www.thwink.org/sustain/glossary/ThreePillarsOfSustainability.htm>
- <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=331&langId=el>