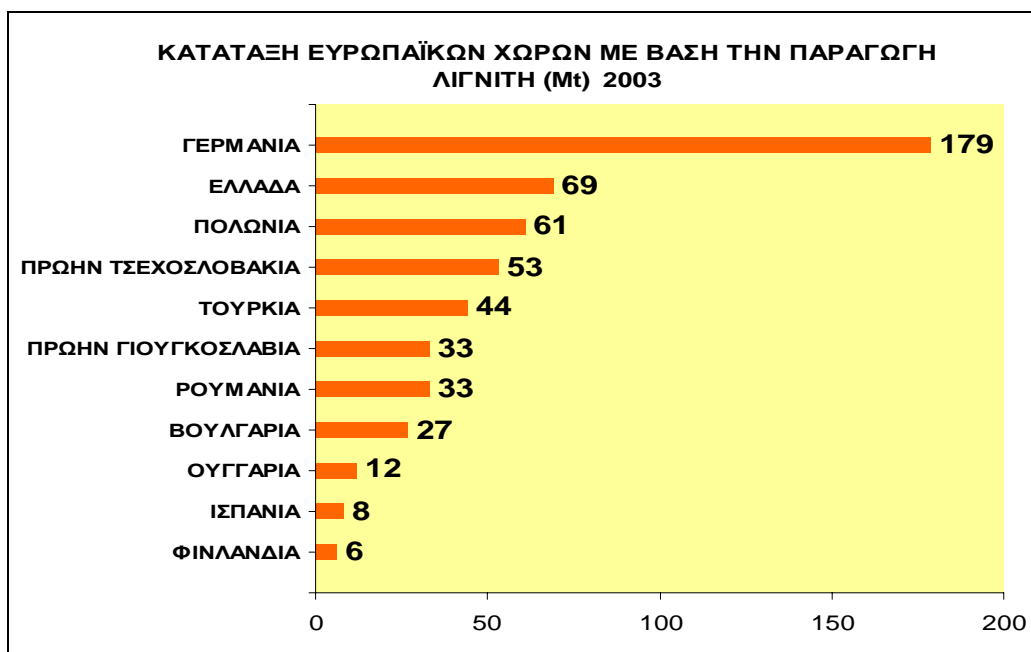
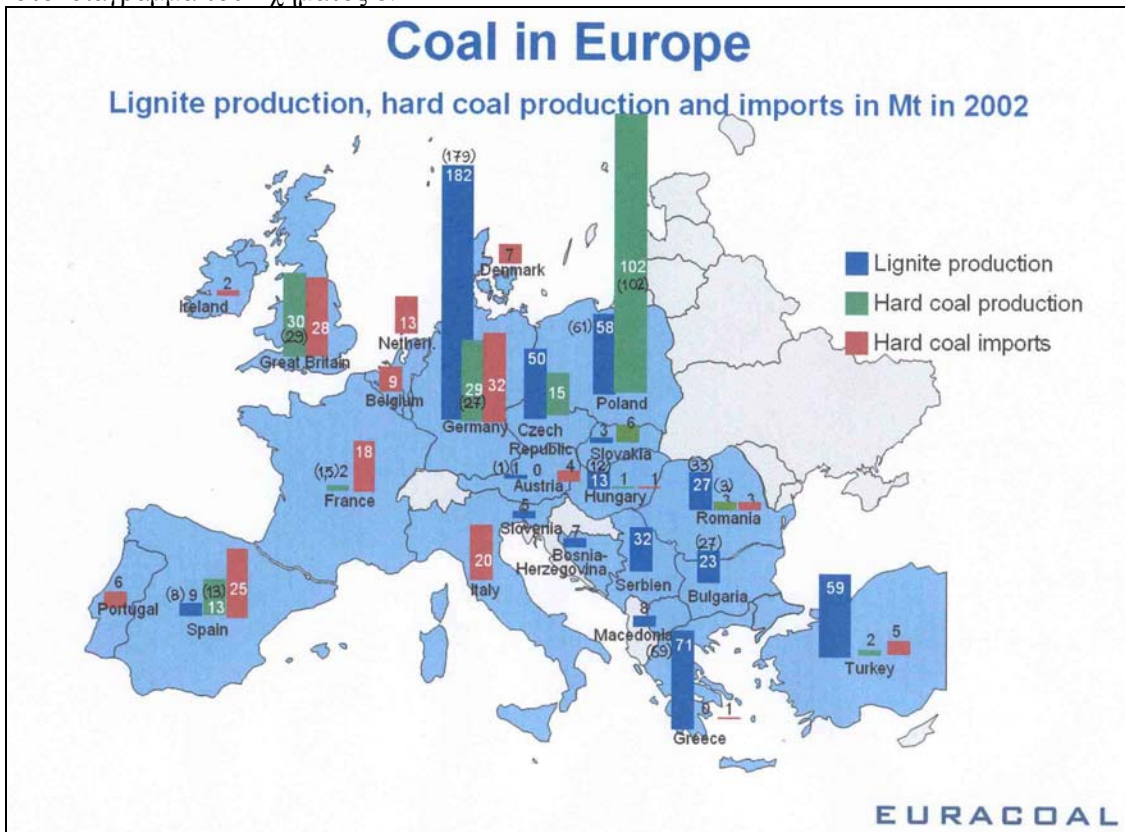


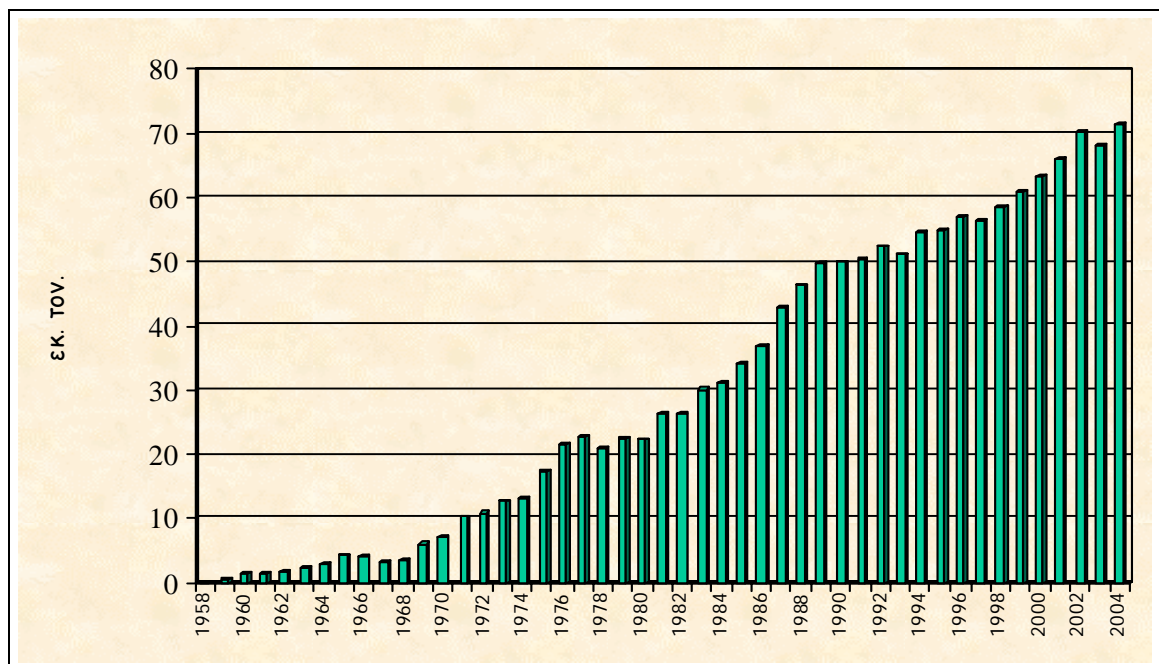
Την τελευταία τριετία τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ είχαν μέσο ετήσιο ρυθμό παραγωγής περίπου 70 εκ. τον. και αντίστοιχες συνολικές εκσκαφές 295 εκ. κυβικά μέτρα.

Με την παραγωγή αυτή η Ελλάδα κατατάσσεται 2^η λιγνιτοπαραγωγός χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Σχήμα 7) και 5^η σ' όλο τον κόσμο.

Η σταθερή αυξητική τιμή που παρουσιάζει η παραγωγή λιγνίτη από τα Ορυχεία της ΔΕΗ φαίνεται στο διάγραμμα του Σχήματος 8.



Σχήμα 7. Παραγωγή λιγνίτη και λιθάνθρακα και εισαγωγές λιθάνθρακα στον ευρωπαϊκό χώρο το έτος 2002 και σε παρένθεση τα αντίστοιχα διαθέσιμα μεγέθη του έτους 2003 και αντίστοιχη κατάταξη των χωρών



Σχήμα 8. Διαχρονική εξέλιξη της λιγνιτοπαραγωγής

1. Μέθοδος εκμετάλλευσης των λιγνιτικών κοιτασμάτων της Ελλάδας

Τα κοιτασματολογικά χαρακτηριστικά των πολυστρωματικών κοιτασμάτων Πτολεμαΐδας και Μεγαλόπολης σε συνδυασμό με τους αναγκαίους υψηλούς ρυθμούς παραγωγής, επέβαλαν από την έναρξη της λιγνιτικής δραστηριότητας την επιλογή της επιφανειακής εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων με την εφαρμογή της συνεχούς εκσκαφής, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα ορθών βαθμίδων. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής καθορίζεται α) από τη μορφή του κοιτάσματος, το οποίο αποτελείται από εναλλασσόμενες στρώσεις λιγνίτη και αγόνων ποικίλου πάχους και συνεπώς απαιτεί εκλεκτική εξόρυξη του λιγνίτη αλλά και β) από την απαίτηση για υψηλή παραγωγή.

Η μέθοδος αυτή συνδυάζει τη χρησιμοποίηση ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων μεγάλης δυναμικότητας συνεχούς λειτουργίας, εκσκαφής (καδοφόροι εκσκαφείς), μεταφοράς (ταινιόδρομοι) και απόθεσης (αποθέτες).

Το πεδίο εφαρμογής της μεθόδου είναι οι επιφανειακές εκμεταλλεύσεις πολυστρωματικών κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης και μεγάλου πάχους που καλύπτονται από γεωλογικά νεότερους και μεγάλου πάχους υπερκείμενους σχηματισμούς, ενώ παράλληλα οι σχηματισμοί αυτοί είναι χαλαρά συνδεδεμένοι, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εξόρυξή τους με καδοφόρους εκσκαφείς συνεχούς λειτουργίας και η μεταφορά τους με ταινιόδρομους. Στις περιπτώσεις αυτές τα άγονα μεταφέρονται περιφερειακά, παράλληλα δηλαδή, προς την τάφρο εκμετάλλευσης και αποτίθενται στον κενό εξοφλημένο χώρο του ορυχείου.

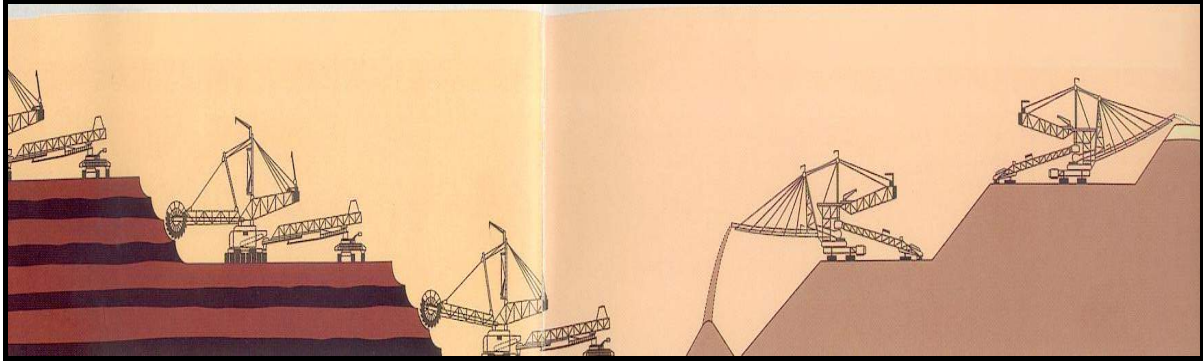
Η απόθεση των αγόνων διενεργείται μέσω των αποθετών, με κατάλληλο σχεδιασμό έτσι ώστε να εναρμονίζεται με το γενικότερο τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής. Αρχικά, κατά την εξωτερική απόθεση αγόνων, επιλέγονται κενοί χώροι άλλων εξοφλημένων ορυχείων ή άλλες κατάλληλες περιοχές ενώ στη συνέχεια, όταν δημιουργείται κενός χώρος εντός του ορυχείου, η απόθεση διενεργείται εσωτερικά, έτσι ώστε η απόσταση μεταξύ εκσκαφής και απόθεσης να είναι η ελάχιστη

δυνατή. Η εσωτερική απόθεση αγόνων ακολουθεί τις εκσκαφές του ορυχείου για λόγους ευστάθειας των πρανών αλλά και για λόγους κατάλληλης περιβαλλοντικής αποκατάστασης παράλληλα με την εξέλιξη της εκμετάλλευσης.

Τα κύρια βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι:

- Η εκλεκτική Απόληψη του αποθέματος.
- Η συνεχής ροή του εξορυγμένου υλικού.

Στο Σχήμα 9 δίνεται σε τομή ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου.

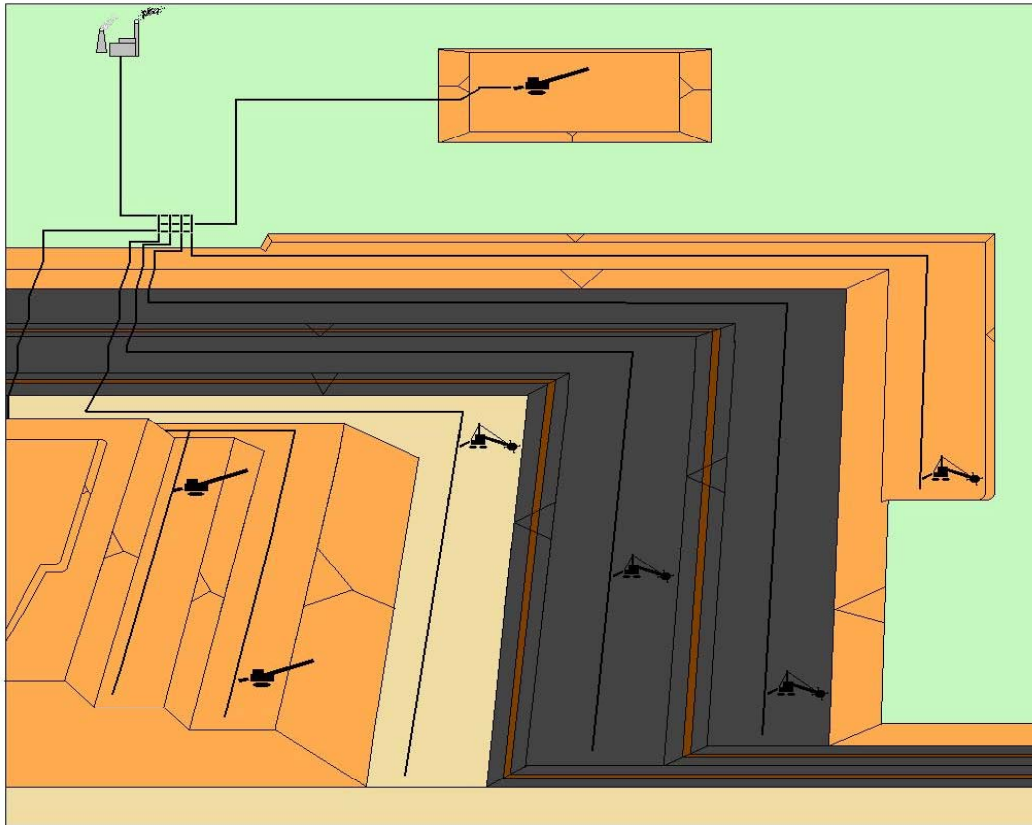


Σχήμα 9. Εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης με συστήματα ορθών βαθμίδων -τομή

Ο κύριος (πάγιος) εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την εκμετάλλευση του κοιτάσματος είναι ηλεκτροκίνητος, με συνέπεια τις ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία του εξοπλισμού.

Παράλληλα με τη λειτουργία του βασικού εξοπλισμού (εκσκαφείς, ταινιοδρομοί και αποθέτες), χρησιμοποιείται και άλλου είδους εξοπλισμός (βοηθητικός) που περιλαμβάνει μηχανικά πτύα, φορτωτές, αυτοκίνητα, αποξεστήρες, όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο, πάντοτε όμως υποβοηθητικά.

Στο Σχήμα 10 παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθόδου σε κάτοψη. Οι εκτάσεις γης που δεσμεύονται για την ανάπτυξη του ορυχείου ελευθερώνονται σταδιακά με την πρόοδο της εκμετάλλευσης. Η διαδικασία αποκατάστασης και αναδιαμόρφωσης του αναγλύφου των εσωτερικών και των εξωτερικών αποθέσεων, καθώς και των κενών που αναπόφευκτα απομένουν, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα των λιγνιτικών εκμεταλλεύσεων. Οι νέες εκτάσεις που προκύπτουν αποδίδονται, είτε για γεωργικές ή κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις, είτε αποτελούν τον βασικό χώρο για την ανάπτυξη δασών και λιμνών σε μεγάλη κλίμακα.



ΦΥΣΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ
ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΑ
ΛΙΓΝΙΤΗΣ
ΕΝΔΙΑΜΕΣΑ
ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ

Σχήμα 10. Εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης με συστήματα πολλών βαθμίδων -μέθοδος συνεχούς εξόρυξης- μεταφοράς-απόθεσης -κάτοψη

Επίσης για την αντιμετώπιση ειδικών τμημάτων των υπό εκμετάλλευση κοιτασμάτων και κυρίως για τη διακίνηση των σκληρών σχηματισμών, που απαντούν στα υπερκείμενα μερικών κοιτασμάτων και που καθιστούν την εκμετάλλευσή τους δυσχερή και αδύνατη με τη μέθοδο της συνεχούς λειτουργίας, χρησιμοποιούνται μέθοδοι ασυνεχούς λειτουργίας, με κύριο παράδειγμα εφαρμογής τη διακίνηση σκληρών σχηματισμών στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου. Στις μεθόδους αυτές χρησιμοποιείται συμβατικός εμπλουτισμός (SHOVELS, φορτωτές, φορηγά αυτοκίνητα, DUMPERS κ.λ.π.).

2. Η εκμεταλλευσιμότητα των λιγνιτικών κοιτασμάτων

Παρακάτω αναπτύσσονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την εκμεταλλευσιμότητα των λιγνιτικών κοιτασμάτων, οι οποίοι διακρίνονται σε τεχνικούς, οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς.

2.1 Τεχνικοί παράγοντες

Τα χαρακτηριστικά του λιγνιτικού κοιτάσματος από τα οποία εξαρτάται ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης και κατά συνέπεια η οικονομική απόδοση της επένδυσης είναι τα εξής:

3.1.1 Το ύψος του αποθέματος και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος.

Από το ύψος του αποθέματος (A) εξαρτάται η διάρκεια ζωής (N) της επένδυσης. Επίσης, από το ύψος του αποθέματος θα εξαρτηθεί και το μέγεθος του ατμοηλεκτρικού σταθμού, εφόσον τροφοδοτείται αποκλειστικά από το ορυχείο, με την έννοια του αριθμού των τυποποιημένων, από πλευράς ισχύος, μονάδων.

Το απόθεμα βέβαια του κοιτάσματος σχετίζεται με την αντίστοιχη ποιότητά του (συσχέτιση ποιότητας-αποθέματος), εξαρτάται επομένως από τις προδιαγραφές του ΑΗΣ αλλά και από το είδος του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί, από την άποψη της εκλεκτικής απόληψης. Η επιλογή του εξοπλισμού σχετίζεται άμεσα με τη μέθοδο εκμετάλλευσης.

Στα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του λιγνίτη τροφοδοσίας των σταθμών περιλαμβάνονται Η φυσική υγρασία (%), η τέφρα επί ξηρού (%), η κατώτερη θερμογόνο ικανότητα (kcal/kg) καθώς και η περιεκτικότητα σε διάφορες επιβαρυντικές για το περιβάλλον ουσίες.

Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν οι διακυμάνσεις των παραμέτρων της ποιότητας εντός του κοιτάσματος, δηλαδή η χωρική κατανομή, αλλά και η χρονική κατανομή αν ληφθεί υπόψη η διαχρονική εξέλιξη της εκμετάλλευσης του ορυχείου, ανάλογα με τον στρατηγικό τρόπο ανάπτυξης που θα επιλεγεί κατά την εκπόνηση της μεταλλευτικής μελέτης. Έτσι, ανάλογα με την ποιότητα του λιγνίτη, θα απαιτείται και διαφορετική ποσότητα καυσίμου για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο στρατηγικός σχεδιασμός της εκμετάλλευσης βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη χωρική κατανομή των αποθεμάτων και στη μεταβλητότητα που παρουσιάζουν τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Οι έντονες μεταβολές της ποιότητας των απολήψιμων αποθεμάτων επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τον καθορισμό της θέσης διάνοιξης του ορυχείου, το μοντέλο ανάπτυξης της εκμετάλλευσης και φυσικά τον διαχρονικό σχεδιασμό παραγωγής.

3.1.2 Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής.

Από τη γεωμετρική μορφή του κοιτάσματος, από την οποία καθορίζεται κυρίως η μικρή ή μεγάλη οριζόντια εξάπλωσή του, αλλά και από το πάχος των υπερκειμένων αγόνων θα εξαρτηθούν τόσο η μέθοδος της εκμετάλλευσης, η οποία με τη σειρά της συναρτάται με τον εξοπλισμό της εκμετάλλευσης (εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης), όσο και το μοντέλο ανάπτυξης του ορυχείου. Εκτός από τη διαμόρφωση του κόστους επένδυσης το οποίο στην περίπτωση των επιφανειακών εκμεταλλεύσεων σχετίζεται κυρίως με τον απαιτούμενο μηχανικό εξοπλισμό, το πάχος των υπερκειμένων και των ενδιάμεσων αγόνων σε συνδυασμό με το πάχος του κοιτάσματος διαμορφώνει τη σχέση εκμετάλλευσης (η οποία ορίζεται ως ο όγκος, υπερκειμένων και ενδιάμεσων, αγόνων που

πρέπει να απομακρυνθούν για την παραγωγή ενός τόνου λιγνίτη) η οποία επηρεάζει άμεσα το λειτουργικό κόστος της εκμετάλλευσης και σε μεγάλο βαθμό την οικονομικότητα του έργου.

Η τρέχουσα σχέση εκμετάλλευσης, η οποία διαμορφώνεται κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης, επηρεάζεται σαφώς από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και των περιβαλλόντων αγόνων (υπερκεείμενα και ενδιάμεσα) και από το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής, αλλά εξαρτάται και από το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης του ορυχείου και ιδιαίτερα από την επιλογή της στρατηγικής ανάπτυξής του.

3.1.3 Εδαφοτεχνικά χαρακτηριστικά κοιτάσματος και περιβαλλόντων αγόνων πετρωμάτων.

Τα χαρακτηριστικά αυτά επηρεάζουν την κλίση των πρηνών εκσκαφής και απόθεσης και κατά συνέπεια επηρεάζουν τη διαμόρφωση της τρέχουσας αλλά και της γενικής σχέσης εκμετάλλευσης όπως επίσης και τον όγκο των αγόνων που θα οδηγηθούν στις εσωτερικές και στις εξωτερικές αποθέσεις. Επίσης, από το είδος και τα εδαφοτεχνικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και των υπερκειμένων αγόνων θα εξαρτηθεί και το κόστος εξόρυξης. Ιδιαίτερα η παρουσία συνεκτικών σχηματισμών, η εξόρυξη των οποίων απαιτεί συχνά τη χρήση εκρηκτικών υλών, επιφέρει σημαντικές μεταβολές στον χρονικό προγραμματισμό, στην οργανωτική και διοικητική δομή του έργου, στις απαιτήσεις πρόσθετου τεχνολογικού εξοπλισμού και στη δέσμευση πόρων και επιβάλει κατάλληλο σχεδιασμό της εκμετάλλευσης. Απαιτείται, όμως, η διερεύνηση της χωρικής κατανομής των συνεκτικών σχηματισμών και των χαρακτηριστικών εξορυξιμότητάς τους (θέσεις όπου εμφανίζονται, διαστάσεις συγκεντρώσεων, ποσότητες, σκληρότητα, μεταβολή με το βάθος), έτσι ώστε να καθορισθεί ο εξοπλισμός που απαιτείται για την εξόρυξή τους.

3.1.4 Γεωλογικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος.

Στα γεωλογικά χαρακτηριστικά εντάσσονται κυρίως η τεκτονική και η υδρογεωλογία της περιοχής στην οποία θα αναπτυχθεί το ορυχείο. Η τεκτονική της περιοχής έχει επίδραση στην ευστάθεια των πρηνών της εκσκαφής αλλά και στον σχεδιασμό της λειτουργίας του ορυχείου (βαθμίδες κλπ). Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά, εκτός από την ευστάθεια των πρηνών, θα επηρεάσουν οπωσδήποτε το λειτουργικό κόστος της εκμετάλλευσης στην περίπτωση που απαιτηθεί αντλητικό έργο.

Δεν πρέπει επίσης να παραγνωρίζεται η σημασία της στρωματογραφίας στις αποδόσεις του εξοπλισμού και φυσικά στο κόστος της εκμετάλλευσης.

3.1.5 Γεωγραφική θέση του κοιτάσματος και του αντίστοιχου ατμοηλεκτρικού σταθμού

Η θέση του λιγνιτικού κοιτάσματος είναι δυνατό να επηρεάσει το κόστος της εκμετάλλευσης όταν τροφοδοτεί ατμοηλεκτρικό σταθμό που βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από το ορυχείο λόγω του αυξημένου κόστους μεταφοράς του λιγνίτη. Σχετίζεται επίσης με την οικονομικότητα της επένδυσης αναφορικά με τις υφιστάμενες υποδομές του ορυχείου ή του ατμοηλεκτρικού σταθμού στην περιοχή όπου αναπτύσσονται και άλλα ορυχεία και ατμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής.

Σημαντικό ρόλο όμως διαδραματίζουν και οι ιδιαίτερες γεωγραφικές συνθήκες της περιοχής, από την άποψη της πυκνότητας των οικισμών, και των φυσικών εμποδίων με τις οποία βέβαια συναρτώνται και τα μεγάλα υποστηρικτικά της εκμετάλλευσης τεχνικά έργα που απαιτούνται.

Επιπροσθέτως, ανάλογα με την θέση του κοιτάσματος και του αντίστοιχου σταθμού υπάρχει μεγαλύτερη ή μικρότερη συμβολή στην εξισορρόπηση του διασυνδεδεμένου δικτύου, όσον αφορά την κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τις θέσεις παραγωγής και τις θέσεις κατανάλωσής της.

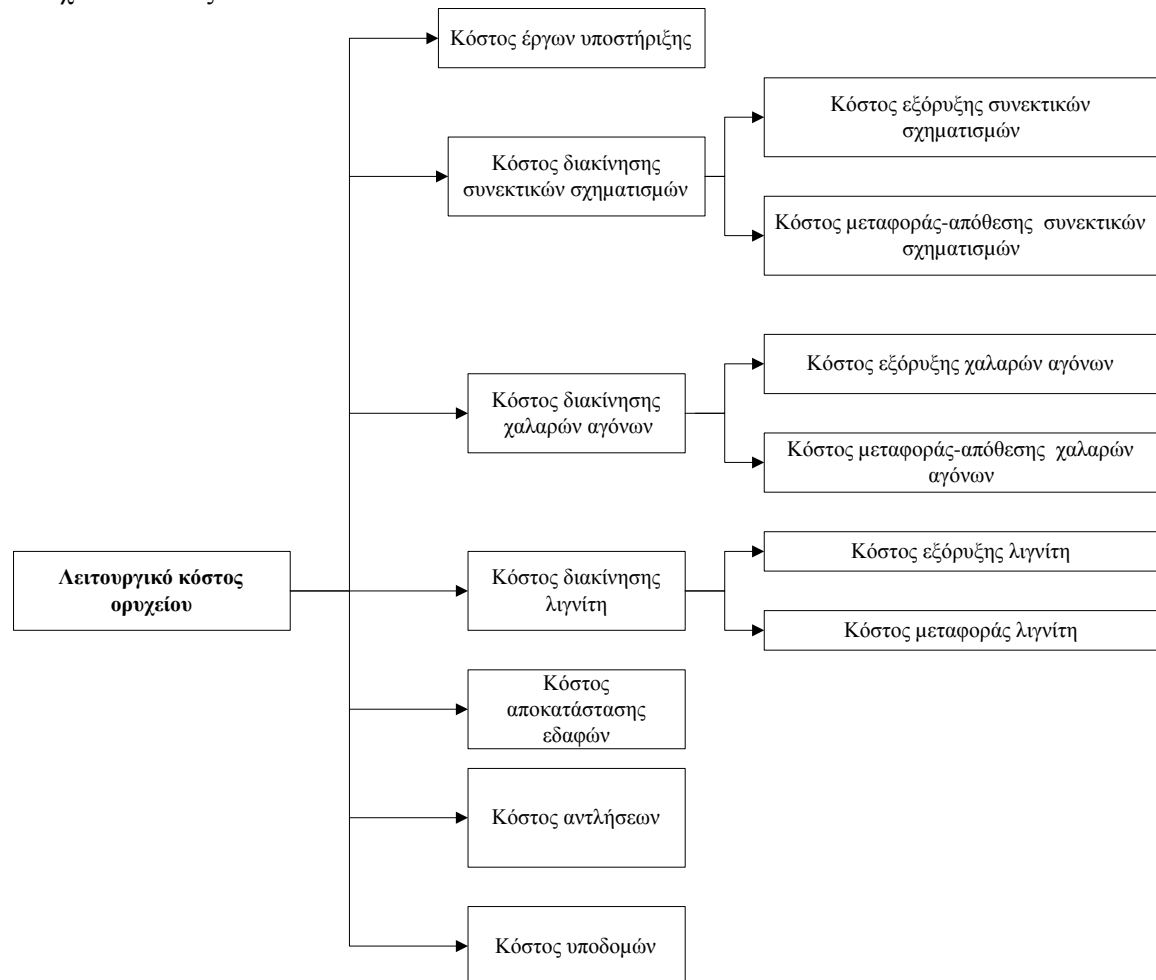
Παράλληλα, στο νέο περιβάλλον απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, αναμένεται σημαντική αύξηση των εμπορικών ανταλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας. Με την προοπτική αυτή, ορισμένες θέσεις ανάπτυξης ορυχείου και κατασκευής σταθμών παρουσιάζουν ιδιαίτερη γεωπολιτική σπουδαιότητα, η οποία όμως δεν είναι πάντα δυνατόν να αποτιμηθεί άμεσα ποσοτικά.

2.2 Οικονομικοί παράγοντες

Οι βασικοί οικονομικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εκμεταλλευσιμότητα των λιγνιτικών κοιτασμάτων είναι οι ακόλουθοι:

- Κόστος επένδυσης ορυχείου
- Κόστος επένδυσης ΑΗΣ
- Λειτουργικό κόστος ορυχείου
- Λειτουργικό κόστος ΑΗΣ
- Περιβαλλοντικό κόστος ορυχείου και ΑΗΣ
- Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας

Στο Σχήμα 11 αναλύεται διαγραμματικά το λειτουργικό κόστος του ορυχείου στα επιμέρους στοιχεία κόστους.

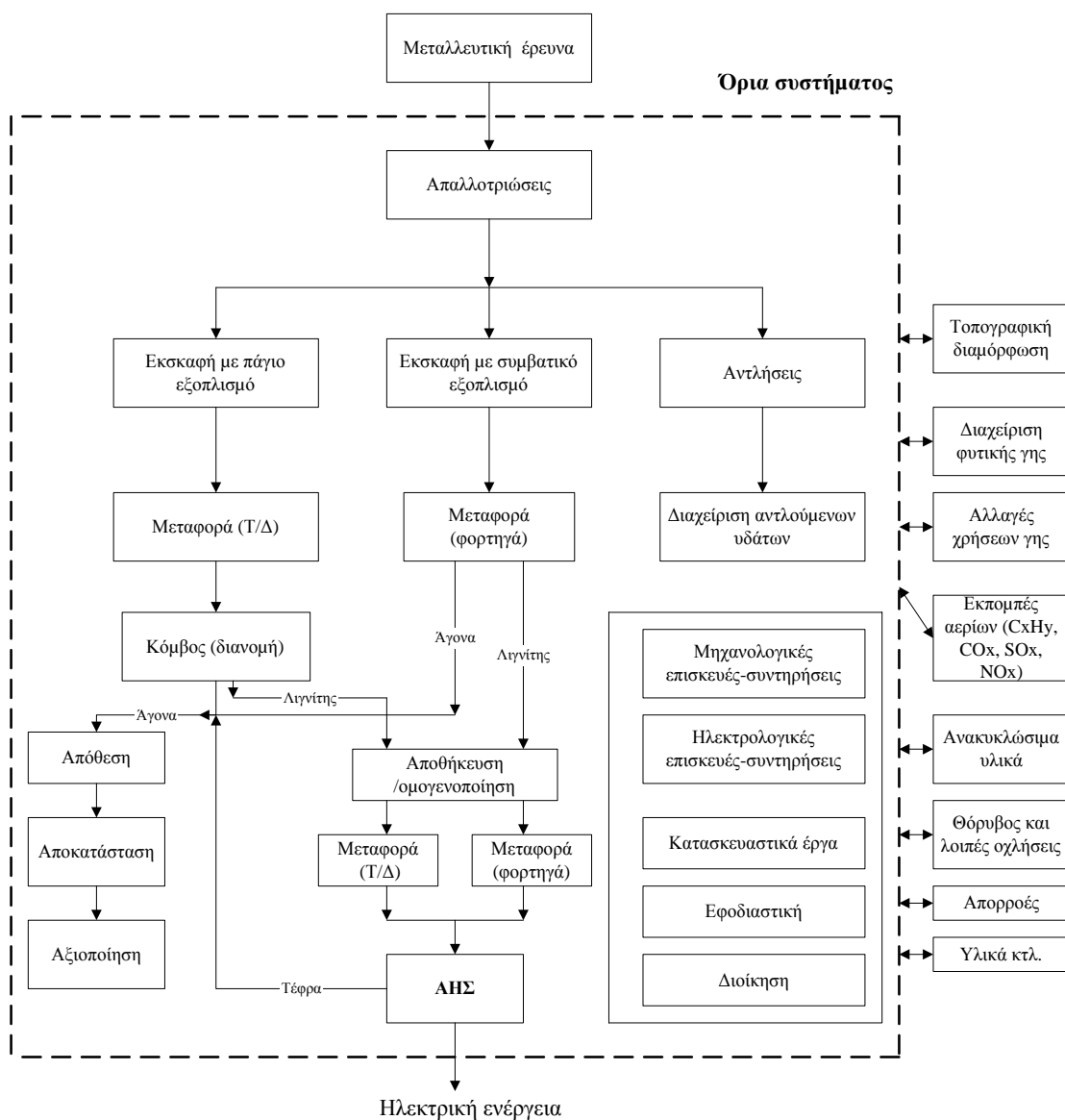


Σχήμα 11. Ανάλυση του λειτουργικού κόστους ορυχείου στα επιμέρους στοιχεία κόστους.

2.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, οι παράμετροι των περιβαλλοντικών- κοινωνικών επιδράσεων πρέπει να καλύπτουν όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του έργου, από την εξόρυξη του λιγνίτη, έως και τη βιομηχανική κατανάλωσή του (καύση) και τελικά την απόρριψη στο περιβάλλον ποσοτήτων από τα στερεά, υγρά ή αέρια κατάλοιπα. Στο Σχήμα 12 παρουσιάζεται διαγραμματικά η οριοθέτηση του συστήματος μελέτης για το ορυχείο και τον ατμοηλεκτρικό σταθμό, με τα υποσυστήματα της ανάλυσης, υπό τον τύπο του γενικού διαγράμματος ροής εργασιών.

Η τοπική επίδραση στο περιβάλλον προκαλείται στις περιοχές εξόρυξης του ορυκτού καυσίμου, στις διαδικασίες μεταφοράς και αποθήκευσής του καθώς και στις διαδικασίες διαχείρισης / διάθεσης των παραπροϊόντων / υπολειμμάτων καύσης, η περιφερειακή επίδραση προκαλείται από τις αέριες εκπομπές που προκύπτουν κατά τη καύση και τέλος, η παγκόσμια επίδραση προέρχεται από την έκλυση των αερίων του θερμοκηπίου (κυρίως CO₂).



Σχήμα 12. Γενικό διάγραμμα κύκλου ζωής της εκμετάλλευσης λιγνιτικού κοιτάσματος και λειτουργίας ατμοηλεκτρικού σταθμού.

Οι επιδράσεις αυτές αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία κατά τη διαδικασία αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων στον ενεργειακό τομέα δεδομένου ότι, στη γενικότερη θεώρηση της αειφόρου ανάπτυξης, η ικανοποίηση των περιβαλλοντικών περιορισμών αποτελεί έναν από τους κύριους στόχους της ενεργειακής πολιτικής που ακολουθείται από όλες τις χώρες-μέλη της Διεθνούς

Οργάνωσης Ενέργειας, έτσι ώστε να διατηρηθούν, όσο βέβαια είναι αυτό δυνατόν, οι οικολογικές και οι περιβαλλοντικές ισορροπίες στη φύση.

Οι εκτάσεις γης που δεσμεύονται για την ανάπτυξη των ορυχείων, ελευθερώνονται σταδιακά με την πρόοδο των εκμεταλλεύσεων. Η διαδικασία αποκατάστασης και αναδιαμόρφωσης του αναγλύφου των εσωτερικών και των εξωτερικών αποθέσεων, καθώς και των κενών που αναπόφευκτα απομένουν, αποτελεί αναπόσπαστο επιμέρους έργο των λιγνιτικών εκμεταλλεύσεων. Οι νέες εκτάσεις που προκύπτουν αξιοποιούνται, σε γεωργικές ή κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις, είτε αποτελούν το βασικό χώρο για την ανάπτυξη δασών και λιμνών σε μεγάλη κλίμακα. Συνεπώς, στις εκροές του έργου θα πρέπει να συνυπολογισθεί και το κόστος της τελικής περιβαλλοντικής αποκατάστασης. Ο σχεδιασμός της τελικής διαμόρφωσης και οι χρήσεις των αποκατεστημένων περιοχών συναρτώνται με τις ιδιαιτερότητες του κοιτάσματος και κατ' επέκταση του ορυχείου, αλλά και από τη γενικότερη γεωγραφική θέση του ορυχείου και τις τοπικές κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες της περιοχής. Θα πρέπει, επομένως, κατά το στάδιο της μελέτης εκμετάλλευσης, να καταρτισθεί το διαχρονικό ισοζύγιο καταλαμβανόμενων και αποδιδόμενων εκτάσεων, με τα αντίστοιχα στοιχεία εκτίμησης κόστους πρόσκτησης και αποκατάστασης εδαφών και οικονομικής ωφέλειας από την αξιοποίηση των αποδιδόμενων εκτάσεων.

2.4 Κοινωνικοί παράγοντες

Ένας παράγοντας, ο οποίος συνδέεται με τις κοινωνικές επιδράσεις του έργου και μπορεί να επηρεάσει την εξέλιξή του, είναι η αποδοχή του έργου από την τοπική κοινωνία. Η δημιουργία θετικού ή αρνητικού ψυχολογικού κλίματος, στους πληθυσμούς των περιοχών όπου αναπτύσσονται υπαίθρια μεταλλευτικά έργα, επηρεάζει και διαμορφώνει την γενική αποδοχή, ή μη αποδοχή, των έργων από τις τοπικές κοινωνίες. Σε περίπτωση έντονων αντιδράσεων των κατοίκων, της τοπικής αυτοδιοίκησης ή και περιβαλλοντικών οργανώσεων, τα πολλαπλά προβλήματα είναι δυνατό να οδηγήσουν ακόμη και στη ματαίωση του έργου.

Η αποδοχή ή όχι από την τοπική κοινωνία σχετίζεται με τις γενικότερες δραστηριότητες των κατοίκων και με τις αναμενόμενες ωφέλειες, επιπτώσεις και παρενέργειες της επένδυσης στο κοινωνικό σύνολο. Πολλές φορές η ελλιπής πληροφόρηση και η άγνοια των νέων τεχνολογιών αλλά και η συστηματική παραπληροφόρηση μπορεί να οδηγήσουν σε αλλαγές των ατομικών ή και των συλλογικών (μέσω αρμοδίων οργάνων) προτιμήσεων.

4. Αξιολόγηση των λειτουργούντων ορυχείων

4.1 Αξιολόγηση ως προς τα κριτήρια εκμεταλλευσιμότητας

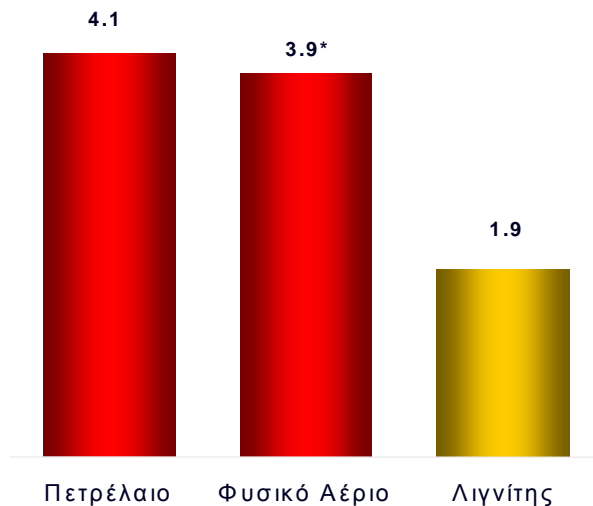
Με βάση τα κριτήρια εκμεταλλευσιμότητας που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα λειτουργούντα ορυχεία παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα και ειδικότερα στις ακόλουθες παραμέτρους:

- Ενεργειακή ανεξαρτησία
- Κόστος επένδυσης και λειτουργικό κόστος
- Επάρκεια αποθεμάτων
- Συμβολή στην τοπική ανάπτυξη

Σε σύγκριση με άλλα καύσιμα, τα κύρια πλεονεκτήματα του Λιγνίτη ως στρατηγικής σημασίας καύσιμο για την ΔΕΗ Α.Ε και τη χώρα:

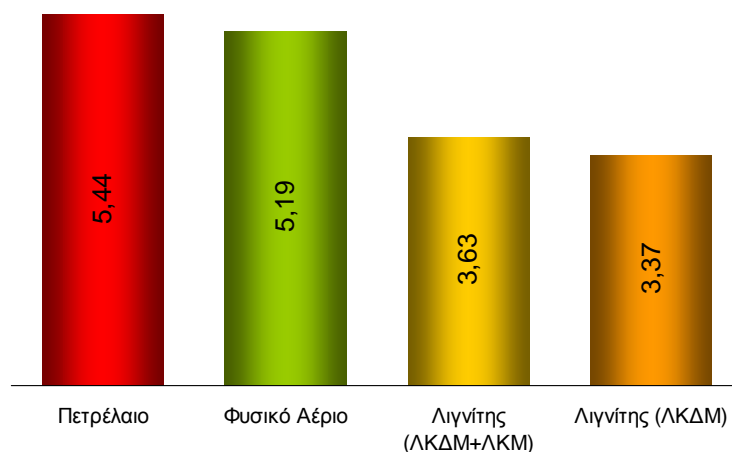
- Ασφάλεια τροφοδοσίας
- Χαμηλό κόστος εξόρυξης – Ανταγωνιστικότητα Λιγνιτικής kWh
- Σταθερότητα τιμών έναντι των έντονων διακυμάνσεων των ανταγωνιστικών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο)
- Απασχόληση – Περιφερειακή ανάπτυξη

Στο Σχήμα 13 παρουσιάζεται το κόστος καυσίμου ανά τύπο καυσίμου (€ ανά 100 kWh) (Τιμές 2003) και στο Σχήμα 14 το κόστος kWh ανά τύπο καυσίμου (€/100 kWh) (Τιμές 2003). Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει η υπεροχή της ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη ως προς την οικονομικότητα της παραγωγής.



* Κόστος καυσίμου για Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου

Σχήμα13. Κόστος καυσίμου ανά τύπο καυσίμου (€/100 kWh) (Τιμές 2003)



Σχήμα14. Κόστος kWh ανά τύπο καυσίμου (€/100 kWh) (Τιμές 2003)

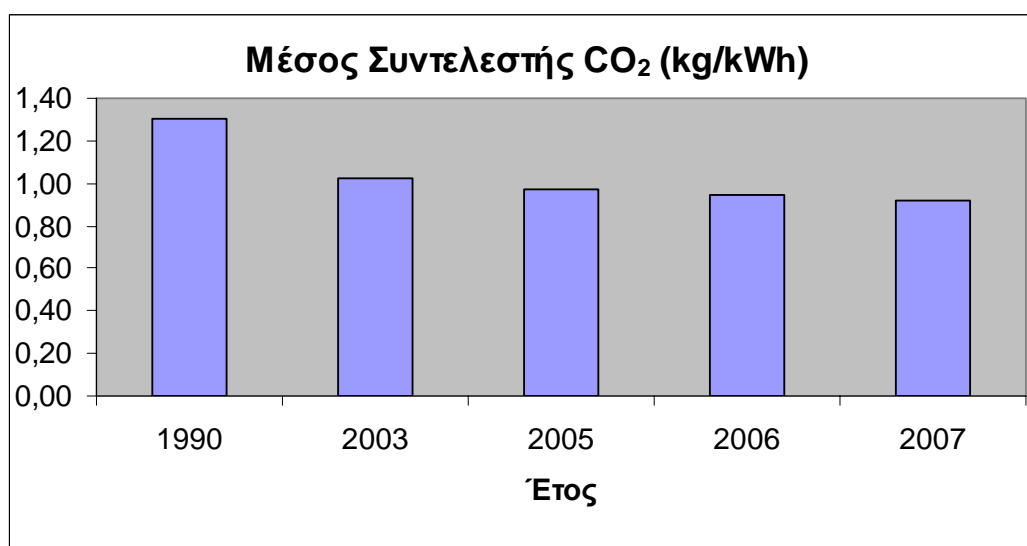
4.2 Επίδραση περιβαλλοντικού κόστους

Ένα ενδεχόμενο πρόσθετο περιβαλλοντικό κόστος λόγω εκπομπών CO₂ θα επηρεάσει το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το μέγεθος της επίδρασης θα εξαρτηθεί από το κόστος των εκπομπών, από το ποσοστό υπέρβασης των εκπομπών, αλλά και από το είδος καυσίμου.

Στον ακόλουθο Πίνακα 2 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη εκπομπών CO₂, με έτος βάσης το 1990. Η διαχρονική εξέλιξη του μέσου συντελεστή εκπομπών δίνεται διαγραμματικά στο Σχήμα 15.

Πίνακας 2. Διαχρονική εξέλιξη εκπομπών CO₂

Έτος	Εκπομπές CO ₂ (kt)	Ποσοστό αύξησης εκπομπών CO ₂ με βάση με το έτος 1990 (%)	Καθαρή Παραγωγή (GWh)	Ποσοστό αύξησης καθαρής παραγωγής με βάση με το έτος 1990 (%)	Συντελεστής Εκπομπής (kg/kWh)
1990	40776		31284		1,30
2003	53658	31,59	52219	66,92	1,03
2005	54561	33,81	56131	79,42	0,97
2006	56533	38,64	60064	92,00	0,94
2007	57162	40,19	62060	98,38	0,92



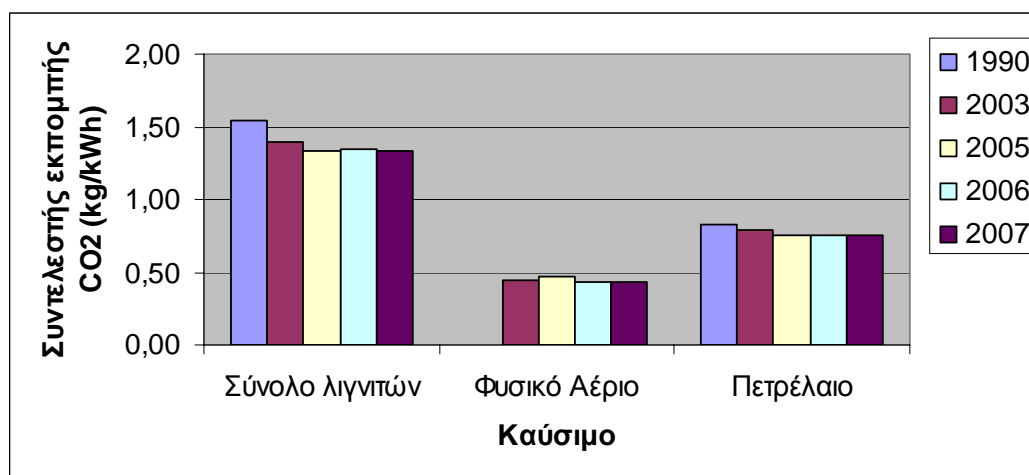
Σχήμα 15. Διαγραμματική εξέλιξη του μέσου συντελεστή εκπομπών (kg CO₂/kWh) διαχρονικά.

Η διαχρονική εξέλιξη των συντελεστών εκπομπών CO₂ (kg/kWh) ανά είδος καυσίμου δίνεται στον Πίνακα 3 και η αντίστοιχη διαγραμματική απεικόνιση δίνεται στο Σχήμα 16.

Πίνακας 3. Συντελεστές Εκπομπών CO₂ (kg/kWh) ανά είδος καυσίμου

Συντελεστής Εκπομπών CO₂ (kg/kWh) ανά είδος καυσίμου

	Λιγνίτης Βορρά	Λιγνίτης Νότου	Σύνολο λιγνιτών	Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο
1990			1,55	-	0,83
2003			1,40	0,45	0,79
2005	1,30	1,48	1,33	0,47	0,75
2006	1,31	1,49	1,34	0,43	0,75
2007	1,31	1,49	1,33	0,43	0,75



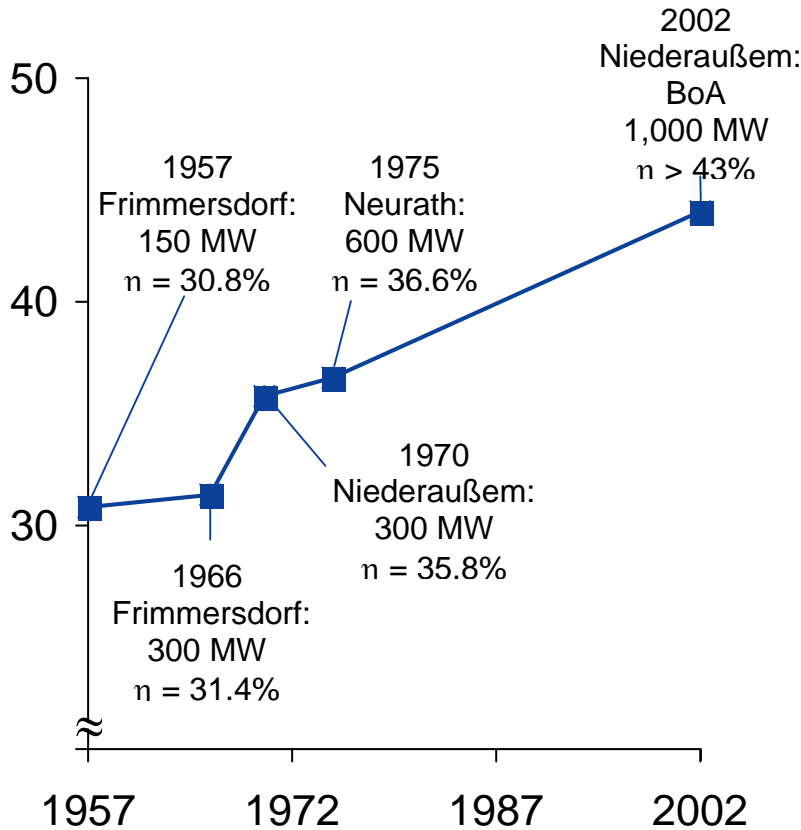
Σχήμα 16. Διαγραμματική απεικόνιση της διαχρονικής εξέλιξης των συντελεστών εκπομπών CO₂ (kg/kWh) ανά είδος καυσίμου

Δεδομένου ότι περί το έτος 2010 ορισμένες λιγνιτικές μονάδες προσεγγίζουν το τέλος της οικονομικής διάρκειας ζωής, τίθεται το θέμα της αναπλήρωσή τους με αντίστοιχες μονάδες μεγάλου βαθμού απόδοσης. Με βάση το γεγονός ότι η κατασκευή μιας μονάδας απαιτεί περίπου μια πενταετία, το θέμα της διερεύνησης της οικονομικότητας καθώς και της περιβαλλοντικής επίδοσης των μονάδων είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Στο Σχήμα 17 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη του βαθμού απόδοσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη.

Για την περίπτωση μιας μονάδας 1000 MW, η οποία θα αντικαταστήσει παλαιές μονάδες συνολικά ίδιας ισχύος και μικρότερου βαθμού απόδοσης (~ 33%) και για καύσιμο λιγνίτη κατώτερης θερμογόνου ικανότητας 1400 kcal/kg, φυσική υγρασία 55% και περιεκτικότητα σε καύσιμο άνθρακα επί ξηρού δείγματος 35 %, τα αντίστοιχα μεγέθη εκπομπών CO₂ για βαθμούς απόδοσης της νέας μονάδας 45% και 50%, καθώς και για τις μονάδες πετρελαίου και φυσικού αερίου δίνονται στον Πίνακα 4.

Παρατηρείται δηλαδή μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 41% στις νέες λιγνιτικές μονάδες βαθμού απόδοσης 45% και κατά 47% στις νέες μονάδες βαθμού απόδοσης 50%, σε σύγκριση με τις παλαιές μονάδες.

Βαθμός απόδοσης %



Σχήμα17. Διαχρονική εξέλιξη του βαθμού απόδοσης μονάδων ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη

Πίνακας 4. Σύγκριση εκπομπών παλαιών και νέων μονάδων λιγνίτη και μονάδων πετρελαίου και φυσικού αερίου.

	Εκπομπές CO ₂ (kg/kWh)
Παλαιές μονάδες (n~33%)	1,33
Νέα μονάδα n=45%	0,79
Νέα μονάδα n=50%	0,71
Πετρέλαιο	0,75
Φυσικό Αέριο	0,43

Με τις τρέχουσες τιμές επιβάρυνσης των εκπομπών CO₂ 20 €/ t και σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς, η επιβάρυνση αυτή για τις παλαιές μονάδες αντιστοιχεί σε 0,027 €/kWh, για τις νέες μονάδες βαθμού απόδοσης 45% σε 0,016 €/kWh και για τις νέες μονάδες βαθμού απόδοσης 50% σε 0,014 €/kWh. Επίσης, τότε η επιβάρυνση εκπομπών CO₂ των

σταθμών με καύσιμο φυσικό αέριο θα είναι 0,009 €/kWh δηλαδή κατά 35% μικρότερη από την επιβάρυνση για τις νέες μονάδες με καύσιμο λιγνίτη βαθμού απόδοσης 50%. Τα συγκριτικά δεδομένα επιβάρυνσης για τα διάφορα καύσιμα παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Σύγκριση επιβάρυνσης εκπομπών CO₂ παλαιών και νέων μονάδων λιγνίτη και μονάδων πετρελαίου και φυσικού αερίου, για 20 €/ t CO₂

	Επιβάρυνση εκπομπών CO ₂ (€/kWh) για 20 €/ t CO ₂
Παλαιές μονάδες (n~33%)	0,027
Νέα μονάδα n=45%	0,016
Νέα μονάδα n=50%	0,014
Πετρέλαιο	0,015
Φυσικό Αέριο	0,009

Επομένως, με βάση τα δεδομένα του Σχήματος 10 και την επιβάρυνση του περιβαλλοντικού κόστους των εκπομπών CO₂, το κόστος καυσίμου για τον σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη, για βαθμό απόδοσης 45%, θα ανέλθει σε 0,019+0,016=0,035 €/kWh, και για βαθμό απόδοσης 50% θα ανέλθει σε 0,019+0,014=0,033 €/kWh. Αντίστοιχα, για τον σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο φυσικό αέριο το κόστος καυσίμου θα ανέλθει σε 0,039+0,009=0,048 €/kWh.

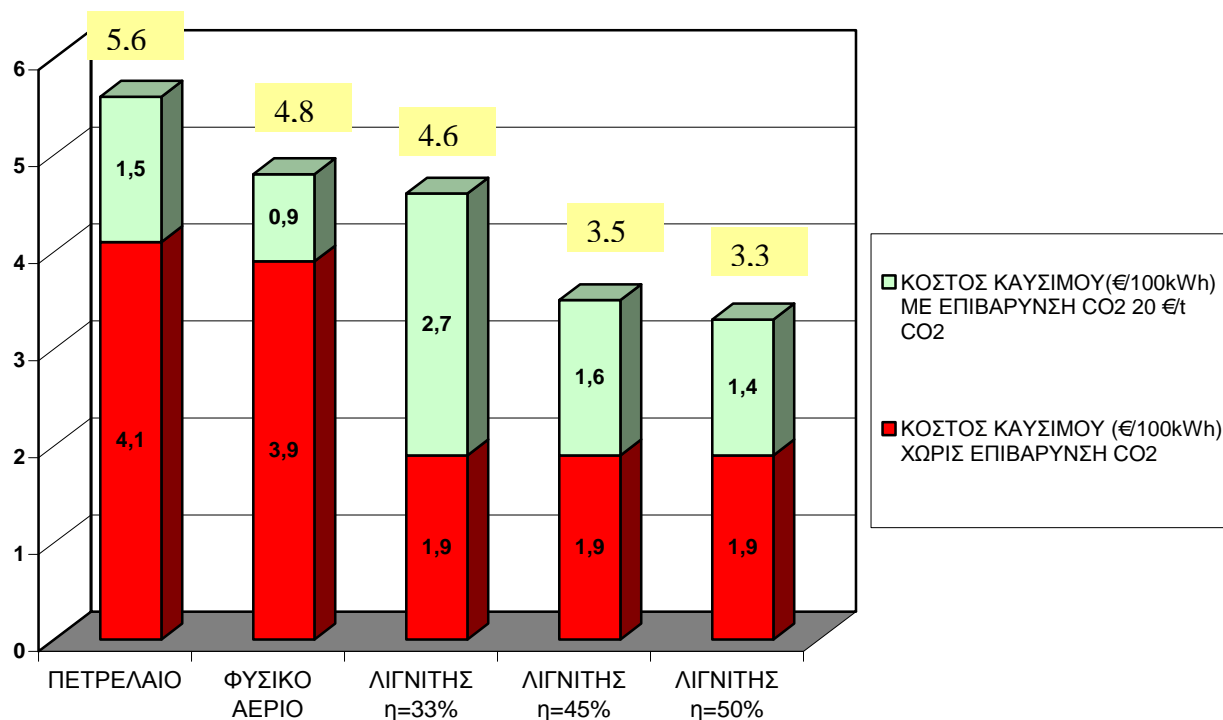
Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται διαγραμματικά στο Σχήμα 14.

Συμπερασματικά, ακόμη και με επιβάρυνση όλων των εκπομπών CO₂, ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη, εμφανίζει μικρότερο κόστος καυσίμου από το σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο φυσικό αέριο ακόμη και για τις παλαιές μονάδες χαμηλού βαθμού απόδοσης.

Η περίπτωση αυτή αποτελεί ουσιαστικά το δυσμενέστερο σενάριο κόστους καυσίμου για τις λιγνιτικές μονάδες αφού: (α) Οι τιμές του φυσικού αερίου αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον (β) Ο βαθμός απόδοσης των λιγνιτικών σταθμών, με τις διαφαινόμενες τεχνολογικές εξελίξεις θα παρουσιάσει σημαντική άνοδο και (γ) Οι τιμές εμπορίας ρύπων προβλέπεται να σταθεροποιηθούν σε χαμηλότερα επίπεδα στο μέλλον.

Βέβαια, το συνολικό περιβαλλοντικό κόστος των εκπομπών CO₂ του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής θα εξαρτηθεί από το ποσοστό κατά το οποίο οι εκπομπές θα έχουν υπερβεί τα καθορισμένα από τη νομοθεσία όρια.

Τα παραπάνω εξετάστηκαν για την τυπική περίπτωση λιγνίτη κατώτερης θερμογόνου ικανότητας 1400 kcal/kg. Αν το λιγνίτης έχει μεγαλύτερη κατώτερη θερμογόνο ικανότητα όπως συμβαίνει σε πολλά λιγνιτικά κοιτάσματα του ελληνικού χώρου, τότε η επιβάρυνση του κόστους καυσίμου λόγω των εκπομπών CO₂ θα είναι σαφώς μικρότερη.



Σχήμα 14. Κόστος καυσίμου (€ ανά 100 kWh) για ηλεκτροπαραγωγή με καύσιμο φυσικό αέριο και λιγνίτη για διάφορους βαθμούς απόδοσης χωρίς επιβάρυνση εκπομπών CO₂ (τιμές 2003) και με επιβάρυνση 20 €/t CO₂.

3. Συμπεράσματα

Από την εξέταση των βασικών οικονομικών μεγεθών της εκμετάλλευσης των λιγνιτικών κοιτασμάτων και της ηλεκτροπαραγωγής για τα διάφορα ορυχεία της ΔΕΗ αλλά και συγκριτικά με εναλλακτικά καύσιμα, προκύπτει η οικονομικότητα της ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη.

Επιπροσθέτως, ο Λιγνίτης παρουσιάζει και άλλα πλεονεκτήματα ως στρατηγικής σημασίας καύσιμο για την ΔΕΗ Α.Ε και τη χώρα:

- Ασφάλεια τροφοδοσίας
- Σταθερότητα τιμών έναντι των έντονων διακυμάνσεων των ανταγωνιστικών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο)
- Απασχόληση – Περιφερειακή ανάπτυξη

Ιδιαίτερα οι νέες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη, εμφανίζουν μεγάλο βαθμό απόδοσης και συνεπώς πλεονεκτούν τόσο από οικονομική όσο και από περιβαλλοντική άποψη.

Ακόμη και με επιβάρυνση όλων των εκπομπών CO₂, ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη, εμφανίζει μικρότερο κόστος καυσίμου από το σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο φυσικό αέριο.

4. Βιβλιογραφία

1. Καβουρίδης Κ. (1997). Η Αξιοποίηση του Λιγνιτικού Κοιτάσματος Πτολεμαΐδας, Σημερινή κατάσταση και προοπτικές των λιγνιτωρυχείων του ΛΚΠ-Α με την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, *Διημερίδα του Τ.Ε.Ε «Λιγνίτης και λοιπά στερεά καύσιμα της χώρα μας: Παρούσα κατάσταση και προοπτικές»*, Αθήνα 13-14 Μαΐου.
2. Καβουρίδης Κ., Ακύλας Ν., Λεοντίδης Μ., Ρούμπος Χ. (2000). Η κατανομή της ποιότητας λιγνίτη πολυστρωματικών κοιτασμάτων και οι τεχνολογικές δυνατότητες αναβάθμισής της, *3^ο συνέδριο ορυκτού πλούτου*, Αθήνα, 22-24/11/2000.
3. Κούκουζας, Κ., Κούκουζας, Ν. (2000). Κατάταξη των ελληνικών λιγνιτικών αποθεμάτων σύμφωνα με το νέο σύστημα των Ηνωμένων Εθνών, *Ορυκτός Πλούτος*, τεύχ. 117, σελ.19-36.
4. Azapagic A. (2004). Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry, *Journal of Cleaner Production*, 12, 639-662.
5. Down, C.G. & Stocks, J. (1977). *Environmental Impact of Mining*. London: Applied Science Publishers
6. Euracoal (2003). Coal- a safe, cost-effective and environmentally friendly energy, Jan., Brussels, Belgium.
7. Golosinski T, Boehm F. (1987). Continuous Surface Mining, proceedings of an International symposium, Edmonton, Trans Tech Publications.
8. Hilson G., Murck B. (2000). Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective, *Resources Policy* 26, pp. 227-238.
9. Kavourides C. (2000). Solid Fuels in the European Energy Market: The contribution of Lignite to the power generation in Greece, 9th MPES, Athens, Greece.
10. Kavouridis C., Leontidis M., Roumpos Ch., Liakoura K. (2000). The effect of dilution on lignite reserves estimation. Application in Ptolemais multi-seam deposits, *Braunkohle*, 52(1):37-45
11. Leontidis M., Roumpos Ch. (2000). Lignite production - utilisation and technologies in Greece. Seminar V, Coal Utilisation and Technology, Turkey, 14-15 April.
12. Leontidis M., Roumpos Ch., Dadswell J. (2001). Planning problems posed by unusual geological sequences [A question of geology], *World Coal*, 10(8):49-50.
13. Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD) Project (2002). Published by Earthscan for IIED and WBCSD.
14. Pavloudakis, F., Roumpos C. (2004). Evaluation of land reclamation and environmental protection strategies in open-pit lignite mines, Intl. Conf. on Advances in Mineral Resources Management and Environmental Geotechnology, Hania, Greece, 9-11 June 2004, pp. 473-480.
15. Roumpos Ch., Vlachou A. (2003). Environmental restoration model and lignite mine exploitation - An integrated approach, 2nd International Conference on Ecological Protection of the Planet Earth, Bio-Environment and Bio-Culture, Sofia, Bulgaria, 5 – 8 June.
16. Sengupta, M. (1993). *Environmental Impacts of Mining: Monitoring, Restoration and Control*, CRC Press, p. 512.
17. Vale E. (1998). Evaluation of mineral properties, *Mining magazine* Aug.:80-84.