

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΑΓΟΝΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΠΟΥ ΕΞΟΡΥΣΣΕΤΑΙ ΑΠΟ ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ

Μ. Γ. Γαλετάκης¹ και Κ. Παπανικολάου²

¹ Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης

² Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών Ελλάδας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά την αξιολόγηση των στοιχείων των γεωτρήσεων πολυστρωματικών λιγνιτικών κοιτασμάτων, η έλλειψη ικανού αριθμού αναλυτικών στοιχείων ποιότητας των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων, οδηγεί στην χρησιμοποίηση ενδεικτικών ενιαίων τιμών, γεγονός που έχει άμεση επίπτωση στην ακρίβεια της εκτίμησης της ποιότητας του απολήψιμου λιγνίτη. Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η δυνατότητα προσδιορισμού των βασικών ποιοτικών παραμέτρων των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων με βάση τα στοιχεία των πυρήνων των γεωτρήσεων με τη χρήση ενός έμπειρου συστήματος. Η ανάπτυξη του έμπειρου συστήματος βασίστηκε στα διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων, στον τρόπο καταγραφής και κωδικοποίησης των περιγραφών των αντίστοιχων πυρήνων των γεωτρήσεων και στην αποκτηθείσα εμπειρία κατά την εκμετάλλευση των λιγνιτικών κοιτασμάτων. Το έμπειρο σύστημα χρησιμοποιήθηκε για την απόδοση τιμών για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων σε επιλεγμένη γεώτρηση του ορυχείου του Νοτίου Πεδίου της Πτολεμαΐδας και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με εκείνα της εφαρμοζόμενης σήμερα μεθοδολογίας. Οι τιμές ποιότητας του απολήψιμου λιγνίτη, που προέκυψαν με βάση την προτεινόμενη βελτιωμένη μεθοδολογία, παρουσιάζουν εντονότερη μεταβολή στο χώρο, επειδή λαμβάνεται υπόψη η μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών τόσο των λιγνιτικών, όσο και των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία του λιγνίτη στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας είναι αδιαμφισβήτητα καθοριστική, ώστε σήμερα να μην είναι δυνατόν να διανοηθεί κανείς την ενεργειακή μας ανάπτυξη, χωρίς να περιλάβει στον σχεδιασμό τον λιγνίτη και μάλιστα, σε ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά σε σχέση με τις άλλες πηγές ενέργειας (Πίνακας 1).

Η εντατικοποίηση της εκμετάλλευσης με επιλογή συνεχώς αυξανόμενης κλίμακας εξορυκτικού εξοπλισμού, κατόρθωσε μεν να εκπληρώσει τους στόχους της παραγωγής που είχαν τεθεί, εμφανίστηκε όμως και μια σειρά από προβλήματα που σχετίζονταν κυρίως με τη ποιότητα του παραγόμενου λιγνίτη. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε σε αρκετές θερμοηλεκτρικές μονάδες αδυναμία να προσεγγίσουν την ισχύ σχεδιασμού τους, ενώ ταυτόχρονα αυξήθηκε η συχνότητα επισκευών. Οι δυσλειτουργίες αυτές επιβαρύνουν το κόστος παραγωγής ενέργειας, επειδή η μειωμένη ισχύς σημαίνει απώλεια ενέργειας και η αύξηση της συχνότητας επισκευών βαρύνεται εκτός από το άμεσο κόστος και με το κόστος λόγω της απώλειας παραγωγής.

Η αδυναμία των ατμοηλεκτρικών μονάδων να λειτουργήσουν αποδοτικά, σύμφωνα με τον σχεδιασμό τους, οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην υποδεέστερη, των προδιαγραφών, ποιότητα του λιγνίτη τροφοδοσίας και στη μη ελεγχόμενη διακύμανσή του. Για τον έλεγχο της ποιότητας του εξορυσσόμενου λιγνίτη εφαρμόζονται μέθοδοι όπως ο έλεγχος της παραγωγής με καθορισμό των προς εξόρυξη στρωμάτων μετά από δειγματοληψία μετώπου και η ομογενοποίηση, ενώ υπό διερεύνηση είναι ο ποιοτικός έλεγχος με χρήση on-line αναλυτών τέφρας τοποθετημένων επί των ταινιόδρομων μεταφοράς. Για την αναβάθμιση της ποιότητας του λιγνίτη τροφοδοσίας των ατμοηλε-

κτρικών σταθμών (ΑΗΣ) χρησιμοποιούνται επίσης ενισχυτικά καύσιμα, όπως ο ειδικός ξηρός λιγνίτης. Οι τεχνικές όμως αυτές ενώ είναι κατάλληλες για την αντιμετώπιση ποιοτικών διακυμάνσεων μικρής χρονικής περιόδου (όπως οι διακυμάνσεις της ποιότητας εντός της ημέρας) δεν είναι αποτελεσματικές για τον έλεγχο των ποιοτικών διακυμάνσεων μεσαίας και μεγάλης χρονικής περιόδου (όπως οι διακυμάνσεις σε μηνιαία ή και σε ετήσια βάση). Για τον έλεγχο των διακυμάνσεων αυτών ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος είναι ο σωστός σχεδιασμός της ανάπτυξης των μετώπων του ορυχείου και ο προγραμματισμός της παραγωγής του (Galetakis & Agioutantis, 2000). Καθοριστικό στοιχείο όμως για τον επιτυχή σχεδιασμό και προγραμματισμό αποτελεί η ακριβής εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κοιτάσματος και η γνώση της χωρικής τους κατανομής κατά τη φάση εκπόνησης της κοιτασματολογικής μελέτης. Είναι λοιπόν προφανές ότι η ανάπτυξη βελτιωμένων μεθόδων εκτίμησης της ποιότητας του εξορυσσόμενου λιγνίτη, που βασίζεται στα στοιχεία των γεωτρήσεων, που χρησιμοποιούνται για τον μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό, θα συμβάλει σημαντικά στην εξασφάλιση σταθερότερης και καλύτερης ποιότητας λιγνίτη τροφοδοσίας των ΑΗΣ.

Πίνακας 1. Συμμετοχή των ενεργειακών πηγών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Pavloudakis et al., 2003)

Έτος	Λιγνίτης		Φυσικό Αέριο		Πετρέλαιο		Υδροηλεκτρικά		Σύνολο	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
1997	27751	76.7	2851	0.8	4976	11.3	4048	11.2	36160	100.0
1998	29231	75.8	1616	4.2	3852	10.0	3841	10.0	38540	100.0
1999	29276	70.9	3700	9.0	3528	8.5	4781	11.6	41285	100.0
2000	31058	69.2	5596	12.5	4141	9.2	4062	9.1	44856	100.0
2001	32106	72.4	5801	13.1	3551	8.0	2668	6.0	44373	99.52
2002	31242	69.8	6730	15.0	3391	7.6	3381	7.6	44744	100.0

2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ

Οι δυσκολίες που αναφέρονται κατά τη διαδικασία υπολογισμού των αποθεμάτων και της ποιότητας πολυστρωματικών κοιτασμάτων, που πρόκειται να εκμεταλλευθούν με υπαίθρια συνεχή μέθοδο εκμετάλλευσης (καδοφόροι εκσκαφείς-ταινιοδρόμοι-αποθέτες), προέρχονται τόσο από τη φύση του κοιτάσματος (εναλλασσόμενα στρώματα λιγνιτών με ενδιάμεσα στείρα και ανθρακομιγή, ποικίλλοντας πάχους και λιθολογικής σύστασης), όσο και την ειδική μέθοδο εκλεκτικής εξόρυξης που εφαρμόζεται. Η αναγκαιότητα ορθολογικής αξιοποίησης των λιγνιτικών κοιτασμάτων επιβάλλει αφ' ενός μεν την απόληψη των λιγνιτικών στρωμάτων με μικρό σχετικά πάχος, αφ' ετέρου δε την επίτευξη υψηλού ρυθμού παραγωγής με χρήση μεγάλης κλίμακας εξορυκτικού εξοπλισμού, ώστε να εξασφαλιστεί χαμηλό κόστος παραγωγής.

Οι παραπάνω λόγοι οδήγησαν στην ανάπτυξη μιας ειδικής μεθοδολογίας αξιολόγησης των πολυστρωματικών λιγνιτικών κοιτασμάτων που βασίζεται κυρίως στα στοιχεία που προκύπτουν κατά την έρευνα του κοιτάσματος με δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και έχει σαν στόχο τον καθορισμό των απολήψιμων τμημάτων του κοιτάσματος. Η εφαρμοζόμενη σήμερα μεθοδολογία αξιολόγησης των στοιχείων των γεωτρήσεων είναι μια διαδικασία ενοποίησης διαδοχικών λιγνιτικών και αγόνων στρωμάτων σε τμήματα (απολήψιμα στρώματα) που ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές ποιότητας και παχών εκλεκτικής εξόρυξης που έχουν τεθεί. Για την αξιολόγηση απαιτείται ο καθορισμός των παρακάτω βασικών παραμέτρων:

-Το ελάχιστο πάχος στρώματος που απαιτείται για την εκλεκτική εξόρυξη των λιγνιτικών ή των αγόνων στρωμάτων, που σχετίζεται άμεσα με τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό και τη μέθοδο εξόρυξης.

-Το ποσοστό απωλειών και ρύπανσης κατά την εξόρυξη.

-Τα όρια προδιαγραφών ποιότητας για τον εξορυσσόμενο λιγνίτη.

Κατά τη διαδικασία αυτή εξετάζονται όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί μεταξύ των στρωμάτων και τελικά δημιουργείται για κάθε γεώτρηση μια νέα συνθετική γεώτρηση που απαρτίζεται από τα τμήματα του απολήψιμου λιγνίτη και των απολήψιμων αγόνων υλικών. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του απολήψιμου λιγνίτη υπολογίζονται ως ο σταθμικός μέσος όρος των n ($i=1,2, \dots, n$) αντίστοιχων επιμέρους λιγνιτικών και αγόνων ή και ανθρακομιγών στρωμάτων που απαρτίζουν το συγκεκριμένο τμήμα του απολήψιμου λιγνίτη. Στους υπολογισμούς αυτούς λαμβάνονται επίσης υπόψη τα φαινόμενα απωλειών και ρύπανσης κατά την εξόρυξη. Οι υπολογισμοί για τις κύριες παραμέτρους ποιότητας του απολήψιμου λιγνίτη, την υγρασία (W_ε), την τέφρα επί ξηρού (AWF_ε), και την κατώτερη θερμογόνο δύναμη ($K\Theta\Delta_\varepsilon$) δίνονται στις σχέσεις 1 έως 3 :

$$W_\varepsilon = \frac{(d_1 - d_o) W_1 \rho_1 + \sum_{i=2}^{n-1} d_i W_i \rho_i + (d_n - d_o) W_n \rho_n + d_\sigma W_\sigma \rho_\sigma}{\sum_{i=1}^n d_i \rho_i - d_o (\rho_1 + \rho_n) + d_\sigma \rho_\sigma} \quad (1)$$

$$AWF_\varepsilon = \frac{(d_1 - d_o) AWF_1 \rho_1 + \sum_{i=2}^{n-1} d_i AWF_i \rho_i + (d_n - d_o) AWF_n \rho_n + d_\sigma AWF_\sigma \rho_\sigma}{\sum_{i=1}^n d_i \rho_i - d_o (\rho_1 + \rho_n) + d_\sigma \rho_\sigma} \quad (2)$$

$$K\Theta\Delta_\varepsilon = \frac{(d_1 - d_o) K\Theta\Delta_1 \rho_1 + \sum_{i=2}^{n-1} d_i K\Theta\Delta_i \rho_i + (d_n - d_o) K\Theta\Delta_n \rho_n + d_\sigma K\Theta\Delta_\sigma \rho_\sigma}{\sum_{i=1}^n d_i \rho_i - d_o (\rho_1 + \rho_n) + d_\sigma \rho_\sigma} \quad (3)$$

όπου:

W_i = Υγρασία επί φυσικού % του γεωλογικού στρώματος i , που συμμετέχει στον σχηματισμό του τμήματος του απολήψιμου λιγνίτη

AWF_i = Τέφρα επί ξηρού % του γεωλογικού στρώματος i , που συμμετέχει στον σχηματισμό του τμήματος του απολήψιμου λιγνίτη

$K\Theta\Delta_i$ = Κατώτερη θερμογόνο δύναμη σε cal/g του γεωλογικού στρώματος i , που συμμετέχει στον σχηματισμό του τμήματος του απολήψιμου λιγνίτη

d_i = Πάχος του στρώματος i της γεώτρησης (cm)

d_o = Αφαιρούμενο πάχος από κάθε απολήψιμη στιβάδα (από πρώτο και τελευταίο στρώμα) λόγω απωλειών εκμετάλλευσης (cm)

d_σ = Πάχος ρυπαντικού στρώματος (cm)

ρ_i = Πυκνότητα του στρώματος i (g/cm^3)

ρ_σ = Πυκνότητα ρυπαντικού στρώματος (g/cm^3)

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του απολήψιμου λιγνίτη που υπολογίζονται με τη μεθοδολογία αυτή, αποδείχθηκε μετά από πλήθος αναλύσεων και συγκρίσεων (Galetakis, 1996, Kolonos et al., 2002) ότι παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Η απόκλιση αυτή οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στην ύπαρξη ελάχιστων αναλυτικών στοιχείων ποιότητας για τα άγωνα και ανθρακομιγή στρώματα που συμμετέχουν στη διαμόρφωση των στιβάδων του απολήψιμου λιγνίτη. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού κατά τη διάρκεια αξιολόγησης των γεωτρήσεων χρησιμοποιούνται ενδεικτικές ενιαίες τιμές για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αγόνων και ανθρακομιγών στρωμάτων που αντιπροσωπεύουν τις μέσες τιμές των παραμέτρων ποιότητάς τους, όπως αυτές έχουν υπολογιστεί από έναν περιορισμένο αριθμό αναλύσεων. Η

πρακτική αυτή όμως οδηγεί σε δημιουργεί υπολογιστικά σφάλματα στην εκτίμησης της ποιότητας του απολήψιμου λιγνίτη, εφόσον είναι γνωστόν ότι υπάρχει μεταβολή στη σύσταση των ενδιάμεσων στειρών ενστρώσεων και κατά το βάθος και από θέση σε θέση, ακόμα και εντός του ίδιου τομέα ενός ορυχείου (Αναστόπουλος & Κούκουζας, 1972).

Πίνακας 2. Κωδικοποίηση των πετρογραφικών χαρακτηριστικών των πυρήνων των γεωτρήσεων.

ΕΙΔΟΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ (MM)	ΧΡΩΜΑ (C)	ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΣΥ- ΣΤΑΣΗ (S)	ΙΣΤΟΣ (T)	ΠΡΟΣΜΙΞΕΙΣ (P)
AG=ΑΡΓ. ΓΚΥΤΤΙΑ	B=ΜΠΛΕ	A=ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟ	A=ΑΣΥΝΔΕΤΟ	A=ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ
AL=ΑΡΓΙΛΟΣ	G=ΠΡΑΣΙΝΟ	B=ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΙΚΟ	B=ΛΑΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕ ΝΟ	B=ΟΣΤΑ C=ΣΥΓΚΡΙΣΜΑΤΑ
BC=ΛΑΤΥΠΟΠΑΓΕΣ	I=ΜΠΕΖ	C=ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟ	C=ΣΥΜΠΑΓΕΣ	D=ΘΡΑΥΣΜΑΤΑ
CO=ΛΙΓΝΙΤΗΣ	M=ΜΑΥΡΟ	D=ΠΟΛΥΜΕΙΚΤΟ	D=ΣΤΙΦΡΟ	E=ΟΡΕΡCULUM
CP=ΤΥΡΦΗ	O=ΚΑΣΤΑΝΟ	E=ΓΝΕΥΣΙΑΚΟ	E=ΓΑΙΩΔΕΣ	F=ΟΞΕΙΔ. ΣΙΔΗΡΟΥ
DA=ΓΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	R=ΚΟΚΚΙΝΟ	F=ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ	F=ΕΥΘΡΑΥΣΤΟ	G=ΓΑΣΤΕΡΟΠΟΔΑ
GC=ΨΗΦΙΔΟΠΑΓΕΣ	T=ΤΕΦΡΟ	G=ΧΑΛΙΚΟΜΙΓΕΣ	G=ΚΕΡΜΑΤΙΣΜΕΝΟ	J=ΟΞΕΙΔΙΑ Mn
GR=ΧΑΛΙΚΙΑ	V=ΒΙΟΛΕΤΙ	H=ΧΟΥΜΩΔΕΣ	H=ΣΚΛΗΡΟ	K=ΑΣΒΕΣΤ. ΣΥΓΚΡΙ.
KC=ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ	W=ΛΕΥΚΟ	I=ΤΕΛΙΚΗ	I=ΤΑΙΝΙΩΔΕΣ	L=ΦΥΛΛΑ
KR=ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΟΣ	Y=ΚΙΤΡΙΝΟ	J=ΕΝ/ΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΣ	K=ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ	M=ΜΑΛΑΚΙΑ
LD=ΠΗΛΙΤΗΣ		K=ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟ	L=ΦΥΛΛΩΔΕΣ	N=ΝΕΡΙΤΙΝΑ
LG=ΑΣΒ. ΓΚΥΤΤΙΑ	ΕΝΤΑΣΗ ΧΡΩ- ΜΑΤΟΣ (I)	L=ΚΡΟΚΑΛΕΣ	M=ΜΑΛΑΚΟ	O=ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ
LH=ΛΙΜΝΙΑΙΑ ΚΡΗΤΙΣ		M=ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΟ	N=ΑΣΤΡΩΤΟ	P=ΕΛΑΣΜΑΤΟΒΡΑΓ.
LO=ΠΗΛΟΣ		N=ΛΕΠΤΕΣ ΣΚΛΗΡΕΣ	P=ΠΛΑΣΤΙΚΟ	R=ΡΙΖΕΣ
LK=ΑΣΒΕΣΤ. ΙΛΥΣ	1=ΑΝΟΙΚΤΟ	O=ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ	R=ΠΟΡΩΔΕΣ	S=ΠΡΟΙΟΝΤΑ
LS=ΑΠΩΛΕΙΑ	5=ΕΝΤΟΝΟ	O=ΜΑΓΜΑΤΙΚΟ ΟΞΙ- ΝΟ	S=ΣΤΡΩΜΑΤΩΔΕΣ	ΚΑΥΣ.ΓΙΑΝΘΡΑΚΑ
MA=ΜΑΡΓ. ΑΣΒΕΣΤ.	9=ΣΚΟΥΡΟ	P=ΠΛΟΥΤΩΝΕΙΟ	T=ΤΕΛΕΙΟΣΤΡΩΜ/Δ	T=ΚΑΡΠΟΙ-ΣΠΟΡΟΙ
MG=ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΣ		Q=ΕΝ/ΣΕΙΣ ΠΗΛΙΤΗ	ΕΣ	V=ΦΥΤΙΚΑ ΛΕΙΨΑΝΑ
MR=ΜΑΡΓΑ	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (E)	R=ΨΗΦΙΔΟΜΙΓΕΣ	X=ΧΥΛΩΔΕΣ	W=ΒΙΒΙΑΝΙΤΗΣ
PA=ΠΑΛΑΙΟΕΔΑΦΟΣ		S=ΑΜΜΟΥΧΟ	Y=ΗΜΙΣΚΛΗΡΟ	U=FUSINITE
SB=ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ	-=ΕΩΣ	T=ΑΡΓΙΛΟΥΧΟ	Z=ΧΑΛΑΡΟ	Y=ΣΙΔΗΡΟΠΥΡΙΤΗΣ
SD=ΨΑΜΜΙΤΗΣ	/=ΜΑΖΙ	V=ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΟ		Z=ΞΥΛΩΔΗ ΤΕΜΑΧΙΑ
SH=ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΣ		U=ΙΛΥΟΥΧΟ		
SI=ΙΛΥΣ		X=ΧΑΛΑΖΙΑΚΟ		
SL=ΙΛΥΟΛΙΘΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (N)	Z=ΕΝ/ΣΕΙΣ ΨΑΜΜΙΤΗ		
SN=ΑΜΜΟΣ				
SO=ΦΥΤΙΚΗ ΓΗ	1=ΠΟΛΥ ΛΙΓΟ			
TB=ΤΡΟΧΜΑΛΕΣ	3=ΛΙΓΟ			
TR=ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΗΣ	5=ΜΕΤΡΙΑ			
QZ=ΧΑΛΑΖΙΤΗΣ	7=ΠΟΛΥ			
ZY=ΞΥΛΙΤΗΣ	9=ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ			

Για τη βελτίωση της ακρίβειας εκτίμησης της ποιότητας του απολήψιμου λιγνίτη διερευνήθηκε η δυνατότητα προσδιορισμού των βασικών ποιοτικών παραμέτρων των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων με βάση τα στοιχεία περιγραφής τους, όπως αυτά καταγράφονται κατά την περιγραφή των πυρήνων των γεωτρήσεων. Οι βασικές παράμετροι που επιλέχθηκαν για να υπολογιστούν είναι η τέφρα, η υγρασία και η κατώτερη θερμογόνο δύναμη. Οι παράμετροι αυτές συσχετίστηκαν με τα κωδικοποιημένα αντίστοιχα στοιχεία περιγραφής των πυρήνων που περιλαμβάνουν: το βασικό πετρογραφικό χαρακτηρισμό, το χρώμα, τη δευτερεύουσα σύσταση, τον ιστό και τις προσμίξεις. Η κωδικοποίηση των στοιχείων περιγραφής των πυρήνων των γεωτρήσεων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, αφού μειώνει σημαντικά το μέγεθος των δημιουργούμενων αρχείων, καθιστά εύκολη και γρήγορη την εισαγωγή και διόρθωσή τους, διευκολύνει την αναζήτηση και σύγκριση και μειώνει την υποκειμενικότητα των εκτιμήσεων που περιέχουν οι ελεύθεροι χαρακτηρισμοί και περιγραφές. Τα αναλυτικά στοιχεία των γεωτρήσεων του ορυχείου του Νοτίου Πεδίου που χρησιμοποιήθηκαν κωδικοποιήθηκαν σύμφωνα με τις χρησιμοποιούμενες από τη ΔΕΗ συμβάσεις, καταγράφηκαν σε αρχείο και ελέγχθηκαν για ύπαρξη λαθών. Ο πίνακας 2 δείχνει τις συμβάσεις που ακολουθήθηκαν για την κωδικοποίηση (Καραμαλίκης, 1992).

3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΓΟΝΩΝ ΕΝΣΤΡΩΣΕΩΝ

3.1 Δομή έμπειρου συστήματος

Τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ) αποτελούν επιστημονική περιοχή των Συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence) και αναπτύχθηκαν για την επίλυση ειδικών προβλημάτων κάνοντας χρήση εξειδικευμένων γνώσεων. Τα βασικά συστατικά ενός ΕΣ είναι: το Τμήμα Απόκτησης Γνώσεων, η Βάση Γνώσεων, ο Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων, το Τμήμα Επεξηγήσεων και το Υποσύστημα Επαφής με το χρήστη (Γαλετάκης, 1992).

Το Τμήμα Απόκτησης Γνώσεων είναι υπεύθυνο για την απόκτηση, επαναφορά των γνώσεων που συλλέγονται και οργανώνονται σε συνεργασία με τους ειδικούς για το συγκεκριμένο θέμα, που πραγματεύεται το ΕΣ. Η διαδικασία απόκτησης γνώσεων αποτελεί το κρίσιμότερο σημείο στην ανάπτυξη ενός ΕΣ. Ο προγραμματιστής πρέπει να είναι εξοικειωμένος όσο το δυνατόν περισσότερο με το πεδίο εφαρμογής και να έχει την ικανότητα να αναλύει τα επιμέρους δομικά στοιχεία που συνθέτουν τα προβλήματα του πεδίου εφαρμογής και τις μεθόδους επίλυσής τους.

Στη Βάση Γνώσεων αποθηκεύονται τα γεγονότα (facts) και οι κανόνες (rules) για το πεδίο γνώσης του συγκεκριμένου προβλήματος που μπορεί να είναι χρήσιμα κατά την εξεύρεση μιας λύσης. Τα γεγονότα είναι πληροφορίες που είναι ευρέως γνωστές ή έχουν δημοσιευτεί και γενικά, για αυτές συμφωνούν οι εμπειρογνώμονες της συγκεκριμένης γνωστικής περιοχής. Οι κανόνες, σε αντίθεση με τα γεγονότα είναι τρόπος σκέψης και κρίσης που χαρακτηρίζουν τον τρόπο λειτουργίας και τις ικανότητες ενός εμπειρογνώμονα. Για τη δημιουργία των κανόνων χρησιμοποιούνται οι λογικοί τελεστές σύζευξης (AND), διάζευξης (OR) και άρνησης (NOT) σε συνδυασμό με τον υποθετικό σύνδεσμο (IF).

Η γενική μορφή των κανόνων είναι:

IF F(1) AND F(2) AND F(3).....AND F(N)

THEN H

ή IF F(1) OR F(2) OR F(3).....OR F(N)

THEN H

όπου F(1).....F(N) τα γεγονότα (facts)

και H η υπόθεση.

Ο Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων πρέπει να είναι ανεξάρτητος από τα δεδομένα και τις ειδικές γνώσεις. Ο λόγος είναι ότι οι γνώσεις μας για ένα πεδίο μεταβάλλονται συνεχώς, όμως η μέθοδος με την οποία συλλογίζομαστε και οδηγούμαστε στην εξαγωγή συμπερασμάτων, πρέπει να παραμένει σταθερή ώστε να εξασφαλίζεται η συνέπεια, η ορθότητα και η πληρότητα των συμπερασμάτων. Οι τρόποι συλλογισμού που χρησιμοποιούνται από τη Μηχανή Εξαγωγής Συμπερασμάτων είναι:

- Ορθή Αλυσίδα Συλλογισμού (Forward Chaining)
- Ανάστροφη Αλυσίδα Συλλογισμού (Backward Chaining)
- Αμφίδρομη Αλυσίδα Συλλογισμού (Sideways Chaining)

Η ορθή αλυσίδα συλλογισμού λαμβάνει υπόψη τα γεγονότα και οδηγείται στην υπόθεση ή το συμπέρασμα (συνθετική σκέψη). Η ανάστροφη αλυσίδα συλλογισμού λαμβάνει υπόψη το συμπέρασμα ή την υπόθεση και προσπαθεί να βρει δεδομένα που τεκμηριώνουν την συγκεκριμένη υπόθεση ή συμπέρασμα (Αναλυτική σκέψη). Τέλος, η αμφίδρομη αλυσίδα συλλογισμού αποτελεί συνδυασμό των δύο παραπάνω.

Ένα ΕΣ πρέπει να μπορεί να εξηγή τον τρόπο εξαγωγής συμπερασμάτων που χρησιμοποιεί και την αναγκαιότητα απόκτησης συγκεκριμένων πληροφοριών από τον χρήστη. Για το σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί ειδικά προγράμματα που παρακολουθούν και αποθηκεύουν την πορεία εξαγωγής συμπερασμάτων. Ο χρήστης μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να ρωτήσει το ΕΣ γιατί ενεργοποιήθηκε ο συγκεκριμένος κανόνας ή πώς έφτασε στο συγκεκριμένο συμπέρασμα.

Τέλος το υποσύστημα επικοινωνίας με το εξωτερικό περιβάλλον είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία του συστήματος με το περιβάλλον και τον χρήστη. Πρέπει να ενσωματώνει διαδικασίες που κάνουν την επικοινωνία όσο το δυνατόν φυσικότερη.

3.2 Ανάπτυξη έμπειρου συστήματος για την εκτίμηση των παραμέτρων ποιότητας αγόνων στρωμάτων

Για τη συσχέτιση των βασικών ποιοτικών παραμέτρων των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων με τα στοιχεία περιγραφής των πυρήνων αναπτύχθηκε ένα έμπειρο σύστημα κατάλληλο για διαχείριση δομημένων δεδομένων (Γαλετάκης, 1992). Για την ανάπτυξή του (απόκτηση γνώσεων, βάση γνώσεων, μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων) λήφθηκαν υπόψη τα διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων (πυρήνες γεωτρήσεων και δείγματα από τα μέτωπα του ορυχείου του Νοτίου Πεδίου), καθώς και ο τρόπος καταγραφής και κωδικοποίησης των περιγραφών των αντίστοιχων πυρήνων των γεωτρήσεων. Τα υπάρχοντα αναλυτικά στοιχεία για την W, την AWF και την ΚΘΔ συσχετίστηκαν με τα κωδικοποιημένα στοιχεία περιγραφής των πυρήνων που περιλαμβάνουν: το βασικό πετρογραφικό χαρακτηρισμό (MM), τη δευτερεύουσα σύσταση (S), και την εκτίμηση του ποσοστού του δευτερεύοντος συστατικού (N). Η επιλογή των παραμέτρων αυτών κρίθηκε ως η πιο κατάλληλη, αφενός μεν γιατί έχουν καταγραφεί σε όλους τους πυρήνες των γεωτρήσεων, αφετέρου δε έχει διαπιστωθεί ότι η κύρια πετρογραφική τους σύσταση (MM) και η δευτερεύουσα (S) καθορίζουν τα εξεταζόμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αγόνων σχηματισμών. Στον πίνακα 3 δίνονται οι τιμές για την W, την AWF και την ΚΘΔ για τους συνηθέστερους σχηματισμούς ενδιάμεσων αγόνων και ανθρακομιγών σχηματισμών. Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν από αναλύσεις πυρήνων γεωτρήσεων και δειγμάτων μετώπου και συσχετίστηκαν με τη μακροσκοπική τους περιγραφή (Γαλετάκης, 1996). Οι σχηματισμοί αυτοί δίνονται και σε κωδικοποιημένη μορφή, σύμφωνα με τις συμβάσεις κωδικοποίησης που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Πίνακας 3. Τιμές των παραμέτρων ποιότητας των συνήθων ενδιάμεσων στειρών και ανθρακομιγών σχηματισμών.

Περιγραφή πυρήνα γεώτρησης	Κωδικός περιγραφής			Παράμετροι ποιότητας		
	MM	S	N	AWF %	ΚΘΔ (cal/g)	W %
Ασβεστόλιθος	LK			100	-500	35
Μαργαϊκός ασβεστόλιθος	MA			100	-450	35
Μάργα	MR			100	-400	35
Αργιλική μάργα	MR	T		100	-320	35
Άργιλος	AL			100	-250	35
Άμμος	SN			100	-120	20
Μάργα ανθρακομιγής ασθενώς	MR	C	3	90	-100	38
" " μετρίως	MR	C	5	80	100	40
" " ισχυρώς	MR	C	7	65	500	45
" " πολύ ισχυρώς	MR	C	9	60	750	47
Άργιλος ανθρακομιγής ασθενώς	AL	C	3	90	50	38
" " μετρίως	AL	C	5	80	200	40
" " ισχυρώς	AL	C	7	65	600	45
" " πολύ ισχυρώς	AL	C	9	60	800	47

Στο ΕΣ που αναπτύχθηκε, ως γεγονότα θεωρούνται οι περιγραφές των στειρών και ανθρακομιγών σχηματισμών, όπως αυτές συνδέονται με τους λογικούς τελεστές σύζευξης (AND), διάζευξης (OR), άρνησης (NOT). Τα γεγονότα σε συνδυασμό με τον υποθετικό σύνδεσμο (IF) και τα συμπεράσματα που αφορούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αγόνων και ανθρακομιγών στρωμάτων, δημιουργούν τους κανόνες του ΕΣ.

Τυπική μορφή τέτοιων κανόνων είναι:

IF MM="AL" AND AND S="C" AND N=7

THEN AWF=65 AND W=45 AND ΚΘΔ=600

Ο παραπάνω κανόνας του ΕΣ αποδίδει τις τιμές AWF=65%, W=45% και ΚΘΔ=600 cal/g σε ένα σχηματισμό που χαρακτηρίζεται ως ισχυρά (N=7) ανθρακομιγής (S="C") άργιλος (MM="AL"). Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων χρησιμοποιείται η ορθή αλυσίδα συλλογισμού (συνθετική σκέψη), όπου λαμβάνονται υπόψη τα γεγονότα (MM="AL" AND AND S="C" AND N=7) και οδηγούμαστε στο συμπέρασμα (AWF=65% AND W=45% AND ΚΘΔ=600 cal/g).

Το ανωτέρω έμπειρο σύστημα αναπτύχθηκε σε περιβάλλον εμπορικής βάσης δεδομένων και εκμεταλλεύεται τη δομή και κωδικοποίηση των στοιχείων των γεωτρήσεων. Χρησιμοποιεί το φιλικό

περιβάλλον επικοινωνίας της βάσης δεδομένων με το χρήστη, ενώ στην παρούσα έκδοση του ΕΣ δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη το τμήμα των επεξηγήσεων.

3.3 Εφαρμογή του ΕΣ για την εκτίμηση των παραμέτρων ποιότητας αγόνων στρωμάτων και την αξιολόγηση γεωτρήσεων – αποτελέσματα

Το ΕΣ που αναπτύχθηκε χρησιμοποιήθηκε για την απόδοση τιμών για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων σε επιλεγμένη γεώτρηση (164/264) της περιοχής του ορυχείου του Νοτίου Πεδίου της Πτολεμαΐδας. Στον πίνακα 4 δίνεται απόσπασμα από τις καταγεγραμμένες τιμές για την τέφρα και τις υπολογισμένες από το ΕΣ με βάση τον κωδικοποιημένο μακροσκοπικό χαρακτηρισμό των σχηματισμών.

Πίνακας 4. Περιγραφή πυρήνων γεωτρήσεων και τιμές τέφρας επί ξηρού.

Βάθος οροφής στρώματος (cm)	Βάθος δαπέδου στρώματος (cm)	MM	S	N	AWF %	
					Αρχικές	Συμπληρωμένες από το ΕΣ
8500	8600	CO			18.3	18.3
8600	8618	MR				100.0
8618	8646	CO			15.3	15.3
8646	8676	MR	C	9		60.0
8676	8860	CO			20.8	20.8
8860	8875	AL				90.0
8875	8905	CO			20.8	20.8
8905	8933	MR				99.9
8933	8970	CO			23.2	23.2
8970	8983	MR				100.0
8983	8997	MR	C	7		65.0
8997	9060	CO			25.1	25.1
9060	9105	AL				100.0

Στη συνέχεια έγινε υπολογισμός των απολήψιμων τμημάτων του λιγνίτη για τη γεώτρηση αυτή με δυο μεθόδους. Στην πρώτη μέθοδο χρησιμοποιήθηκε ενιαία τιμή για την AWF όλων των αγόνων και ανθρακομιγών στρωμάτων, ενώ στην δεύτερη έγινε υπολογισμός με βάση τις τιμές της AWF των αγόνων και ανθρακομιγών στρωμάτων που αποδόθηκαν από το ΕΣ. Οι υπόλοιπες παράμετροι αξιολόγησης, όπως τα πάχη εκλεκτικής εξόρυξης τα όρια για την ποιότητα και τα ποσοστά ρύπανσης και απωλειών διατηρήθηκαν τα ίδια και στις δυο περιπτώσεις. Ως ανώτερο επιτρεπτό ποσοστό τέφρας επί ξηρού του απολήψιμου λιγνίτη καθορίστηκε το 50%.

Με βάση τις παραμέτρους αυτές την αξιολόγηση αυτή έγινε ο καθορισμός των απολήψιμων λιγνιτικών τμημάτων και η εκτίμηση των ποιοτικών του παραμέτρων. Τα αποτελέσματα για την γεώτρηση 164/264 δίνονται στον πίνακα 5. Με τον κωδικό OB χαρακτηρίζονται τα υπερκείμενα του απολήψιμου λιγνίτη άγονα, με τον κωδικό CO χαρακτηρίζονται τα απολήψιμα λιγνιτικά τμήματα και με τον κωδικό PT τα ενδιάμεσα άγονα τμήματα.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, που συνοψίζονται στον πίνακα 5, η αρχική αξιολόγηση έδωσε μεγαλύτερο αριθμό απολήψιμων τμημάτων λιγνίτη, αλλά μικρότερη μέση τιμή και τυπική απόκλιση για την AWF του απολήψιμου λιγνίτη. Ο μικρότερος αριθμός απολήψιμων τμημάτων λιγνίτη που υπολογίστηκαν με τη νέα αξιολόγηση πρέπει να αποδοθεί στο γεγονός, ότι μερικά άγονα ή και ανθρακομιγή στρώματα όπως το στρώμα της ισχυρά ανθρακομιγούς μάργας που βρίσκεται σε βάθος από 86,46 m έως 86,76 m (Πίνακας 4), κατά την αρχική αξιολόγηση θεωρήθηκαν ως εντελώς άγονα υλικά και εξαιρέθηκαν από τα τμήματα του απολήψιμου λιγνίτη, ενώ κατά την νέα αξιολόγηση προσμετρήθηκαν στα τμήματα του απολήψιμου λιγνίτη, εφόσον βέβαια καλύπτονταν και οι περιορισμοί που αφορούν την ποιότητα και το πάχος. Η μεγαλύτερη κατά συνέπεια συμμετοχή αγόνων και ανθρακομιγών στρωμάτων στα τμήματα του απολήψιμου λιγνίτη οδηγεί και σε ελαφρά υψηλότερες τιμές για τη μέση υπολογιζόμενη τέφρα επί ξηρού του απολήψιμου λιγνίτη.

Από τη μελέτη της μεταβολής της τέφρα επί ξηρού του απολήψιμου λιγνίτη σε σχέση με το βάθος, παρατηρούμε ότι στα πρώτα απολήψιμα τμήματα, που είναι χαμηλής ποιότητας και βρίσκονται σε βάθος από 62,85-80,85m η υπολογιζόμενη από την αρχική αξιολόγηση τέφρα είναι μικρότερη εκείνης που υπολογίζεται με τη νέα αξιολόγηση. Αντιθέτως, παρατηρούμε ότι στα τελευταία τμήματα απολήψιμου λιγνίτη, που είναι καλής ποιότητας και βρίσκονται σε βάθος από 81,10-118,6 m η υπολογιζόμενη από την αρχική αξιολόγηση τέφρα είναι μεγαλύτερη εκείνης που υπολογίζεται από τη νέα αξιολόγηση. Θα πρέπει τέλος να επισημανθεί ότι, αν και η επιλεγείσα γεώτρηση μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτική του κοιτάσματος του Νοτίου Πεδίου, εντούτοις ακριβή και ασφαλή συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν μόνο μετά την αξιολόγηση πολλών γεωτρήσεων.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα αξιολόγησης της γεώτρησης – Σύγκριση.

Αποτελέσματα αρχικής αξιολόγησης				Αποτελέσματα αξιολόγησης μετά την απόδοση τιμών AWF στα άγωνα και ανθρακομιγή στρώματα			
Βάθος οροφής στρώματος (cm)	Βάθος δαπέδου στρώματος (cm)	Χαρακτηρισμός	AWF %	Βάθος οροφής στρώματος (cm)	Βάθος δαπέδου στρώματος (cm)	Χαρακτηρισμός	AWF %
0	6660	OB		0	6285	OB	
6660	6800	CO	44.44	6285	6460	CO	47.08
6800	7175	PT		6460	6660	PT	
7175	7285	CO	40.94	6660	6800	CO	42.45
7285	7388	PT		6800	7175	PT	
7388	7475	CO	42.28	7175	7285	CO	40.84
7475	7590	PT		7285	7360	PT	
7590	7695	CO	40.97	7360	7475	CO	41.46
7695	7883	PT		7475	7590	PT	
7883	8085	CO	36.58	7590	7695	CO	40.67
8085	8110	PT		7695	7883	PT	
8110	8646	CO	31.55	7883	8085	CO	37.32
8646	8676	PT		8085	8110	PT	
8676	8905	CO	32.55	8110	8905	CO	31.78
8905	9188	PT		8905	9188	PT	
9188	10550	CO	30.8	9188	10550	CO	29.53
10550	10660	PT		10550	10660	PT	
10660	10935	CO	31.19	10660	10935	CO	30.01
10935	10960	PT		10935	10960	PT	
10960	11400	CO	31.69	10960	11400	CO	30.35
11400	11425	PT		11400	11425	PT	
11425	11670	CO	31.57	11425	11860	CO	30.01
11670	11712	PT					
11712	11860	CO	31.52				
Αριθμός απολήψιμων στρωμάτων λιγνίτη			12	Αριθμός απολήψιμων στρωμάτων λιγνίτη			11
Μέση τιμή της AWF του απολήψιμου λιγνίτη			35.51	Μέση τιμή της AWF του απολήψιμου λιγνίτη			36.50
Τυπική απόκλιση της AWF του απολήψιμου λιγνίτη			5.20	Τυπική απόκλιση της AWF του απολήψιμου λιγνίτη			6.34

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι τιμές ποιότητας του απολήψιμου λιγνίτη που προέκυψαν με βάση τη νέα προτεινόμενη βελτιωμένη μεθοδολογία, παρουσιάζουν εντονότερη μεταβολή στο χώρο, επειδή λαμβάνεται υπόψη η μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών τόσο των λιγνιτικών, όσο και των αγόνων και ανθρακομιγών ενστρώσεων. Η χρήση ενιαίων ενδεικτικών τιμών για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ενδιάμεσων αγόνων και ανθρακομιγών στρωμάτων, που εφαρμόστηκε στην αρχική αξιολόγηση, οδήγη-

σε σε μια εξομάλυνση της υπολογιζόμενης ποιότητας του απολήψιμου λιγνίτη, γεγονός που δυσχεραίνει τον σωστό προγραμματισμό παραγωγής του ορυχείου.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αναστόπουλος Ι. & Κούκουζας Κ. 1972. Γεωλογική και κοιτασματολογική μελέτη νοτίου τμήματος λιγνιτοφόρου λεκάνης Πτολεμαΐδας, Γεωλογική και γεωφυσική μελέτη του Ινστιτούτου Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους, τόμος XIV, Νο 1, Αθήνα.
- Γαλετάκης Μ. 1992. Έμπειρα συστήματα και εφαρμογές στις γεωεπιστήμες, Διημερίδα ΓΕΩΤΕΕ Δ. Κρήτης, Γεωλογία και ηλεκτρονικοί υπολογιστές, 13-14 Μαρτίου, Ρέθυμνο.
- Galetakis M. 1996. Determination of lignite quality mined from multilayer deposits applying continuous open cast methods, PhD Thesis, Technical University of Crete, 263pp.
- Galetakis M., Agioutantis Z. 2000. The influence of strategic development options on the long term quality variation of (mined) lignite - the case of the South Field Mine in Ptolemais – Greece.' *Proced. of the Ninth International Symposium on Mine Planning & Equipment Selection, (MPES 2000), Athens 6-9 November*, pp. 57-62.63pp.
- Kolovos N., Georgakopoulos A., Fillipidis A., Kavouridis C., 2002. The Effects on the Mined Lignite Quality Characteristics by the Intercalated Thin Layers of Carbonates in Ptolemais Mines, Northern Greece. *Energy Sources*, 24(8), 761-772.
- Pavloudakis F., Agioutantis Z. and Kavourides C., 2003. Stockpile homogenisation possibilities of the lignite produced from the mines of Ptolemais area, Greece, *Bulk Solids Handling*, 23(1), 22-26.
- Καραμαλίκης, Ν. 1992. Μοντελοποίηση λιγνιτικών κοιτασμάτων με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. *Ορυκτός Πλούτος*, 76, 39-50.

ABSTRACT

ESTIMATION OF THE EFFECT OF PARTINGS TO THE QUALITY OF RECOVERABLE LIGNITE MINED FROM MULTI-LAYERS DEPOSITS

M. Galetakis

Department of Mineral Resources Engineering, Technical University of Crete, Akrotiri, 73100 Hania, email:galetaki@mred.tuc.gr

K. Papanikolaou

Institute of Geological and Mineral Exploration of Greece, Mesogion Str. 70, 115 27 Athens

The evaluation of multi-layers lignite deposits is mainly based on borehole data. The lack of sufficient number of analytical data of waste and carbonaceous layers, leads to the use of indicative values during the evaluation and consequently affects the estimation precision of recoverable lignite quality. In the present work the possibility of determination of basic quality parameters of waste and carbonaceous layers by using an expert system was investigated. The development of the expert system was based on the available analytical data of waste and carbonaceous layers and the coded descriptions of corresponding cores. The expert system was used for the estimation of quality characteristics of waste and carbonaceous layers from selected core of Southern Field mine of Ptolemais area. The quality characteristics of the estimated recoverable lignite shows a more intense fluctuation compared with this obtained by using indicative values for waste and carbonaceous layers.