



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Τμήμα Γεωλογίας

Αποθέματα στερεών καυσίμων στον Ελληνικό χώρο
και η ενεργειακή τους απόδοση



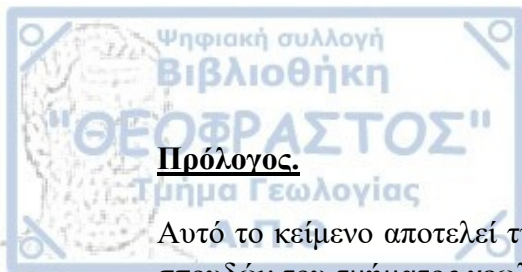
Θεσσαλονίκη 2017





Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	1
Πρόλογος.....	2
Εισαγωγή.....	3
Κεφάλαιο 1 – Κοιτασματολογία των στερεών καυσίμων.....	11
Κεφάλαιο 2 – Εκμετάλλευση των ελληνικών στερεών καυσίμων.....	19
Κεφάλαιο 3 – Ενεργειακή απόδοση των ελληνικών στερεών καυσίμων.....	24
Κεφάλαιο 4 – Περιβαλλοντικά θέματα.....	28
Συμπεράσματα.....	31
Βιβλιογραφία.....	33



Πρόλογος.

Αυτό το κείμενο αποτελεί την πτυχιακή μου εργασία για τον προπτυχιακό μου τίτλο σπουδών του τμήματος γεωλογίας της σχολής θετικών επιστημών του Αριστοτελείου πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Πραγματοποιήθηκε με τη συνεργασία του τομέα κοιτασματολογίας του αντίστοιχου τμήματος, με υπεύθυνο τον καθηγητή κ. Ανδρέα Γεωργακόπουλο και αφορά το αντικείμενο των στερεών ανθράκων. Πιο συγκεκριμένα, έχει ως σκοπό να συγκεντρώσει και να καταγράψει οποιαδήποτε μορφή στερεού άνθρακα υπάρχει στον Ελληνικό χώρο, εκμεταλλεύσιμη ή μη, με οποιαδήποτε ενεργειακά στοιχεία. Εν συνεχεία, θα γίνει μία προσπάθεια να περιγραφεί ο ρόλος που παίζουν αυτά τα αποθέματα στην οικονομία, το περιβάλλον και την ενεργειακή αυτόρκεια της Ελλάδας ώστε να βγουν και κάποια συμπεράσματα προς συζήτηση για όλη την ιστορική σταδιοδρομία της εκμετάλλευσης λιγνίτη στην Ελλάδα μέχρι σήμερα και ποια μπορεί να είναι η πορεία στο μέλλον συνολικά με τους στερεούς άνθρακες (λιγνίτες και τύρφη).

Εισαγωγή.

Οι στερεοί άνθρακες σήμερα προμηθεύουν το ένα τρίτο όλης της ενέργειας που καταναλώνεται παγκοσμίως, παράγουν ως και το 40% της ηλεκτροπαραγωγής και παίζουν σημαντικό ρόλο στις βιομηχανίες σιδήρου και χάλυβα (Medium-Term Coal Market Report 2016).

Στην Ελλάδα το 2009, ο λιγνίτης συμμετείχε κατά 52% στην ηλεκτροπαραγωγή στο διασυνδεδεμένο δίκτυο της χώρας, όταν το 1999 συμμετείχε με 71,2%. Μέχρι σήμερα έχουν εξορυχτεί περίπου 1,7 δις τόνοι, ενώ τα διαθέσιμα αποθέματα είναι άλλα 3,2 δις τόνοι. Τα συνολικά αποθέματα, συμπεριλαμβανομένων των μη εκμεταλλεύσιμων φτάνουν τα 6,43 δις τόνους σύμφωνα με την ετήσια έκθεση για το λιγνίτη του Γερμανικού εθνικού ινστιτούτου γεωφυσικής και φυσικών πηγών ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια μείωση στις εξοριζόμενες ποσότητες λιγνίτη, η οποία οφείλεται στην οικονομική κρίση, αλλά και την επιβολή από την ΕΕ της μείωσης χρήσης του λιγνίτη για ηλεκτροπαραγωγή λόγω των εκπομπών τέφρας και διοξειδίου του άνθρακα, με σκοπό τη στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Παρ' όλα αυτά, η ετήσια εξόρυξη λιγνίτη ξεπερνάει τους 50 Mt. Το 2011 η ετήσια κατανάλωση λιγνίτη ανήλθε σε 7.32 τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου(Energy Policies of IEA Countries, 2011Review, Greece), κάτι που κάνει την Ελλάδα στην δεύτερη σε ποσότητα παραγωγό χώρα λιγνίτη στην ΕΕ και την έκτη παγκοσμίως.

Χρονιά	1980	1990	2000	2007	2008	2009	2010
Mt λιγνίτη	23.2	51.9	63.89	66.31	65.72	64.89	56.52
Mt coal equivalent	4.22	10.17	11.75	11.98	11.61	11.74	10.2

Πηγή : Coal Information 2010, IEA/OECD Paris, 2010; country submission.

Οι άνθρακες εγείρουν πολλές διαφωνίες σχετικά με την μόλυνση του περιβάλλοντος, όμως είναι το πιο φτηνό ορυκτό καύσιμο, βρίσκεται σε αφθονία και το κόστος του είναι ανταγωνιστικό σε σχέση με εισαγόμενα καύσιμα, συγκριτικό πλεονέκτημα, το οποίο αναμένεται να συνεχίσει και στο μέλλον. Για όλα τα παραπάνω προβλέπεται πως η χρήση του θα είναι σημαντική και στα επόμενα χρόνια.

Οι άνθρακες είναι ιστορικά δεμένοι με την εξέλιξη της σύγχρονης κοινωνίας όπως την ξέρουμε, καθώς η καύση του για θέρμανση και ηλεκτροπαραγωγή έδωσε νέα ώθηση στη βιομηχανική επανάσταση. Η ύπαρξή του σαν ορυκτό ήταν γνωστή από την αρχαιότητα, αλλά η χρήση του τότε περιοριζόταν στη δημιουργία εργαλείων γραφής, τεχνουργημάτων και διακοσμητικών. Στην αρχαία Ελλάδα, ο Πανσανίας αναφέρεται στην ύπαρξη άνθρακα στην Εύβοια, αλλά η έλλειψη τεχνογνωσίας δεν έδινε δυνατότητα εκμετάλλευσης. Στα νεώτερα χρόνια η ύπαρξη των λιγνιτικών κοιτασμάτων στην περιοχή της Πτολεμαΐδας ήταν γνωστή από την τουρκοκρατία.

Τη σύγχρονη ιστορία του λιγνίτη θα μπορούσαμε ίσως να τη χωρίσουμε άτυπα σε δύο περιόδους, μία πιο άτεχνη και πρώιμη, πριν το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο και μία, με σχετικά πιο συντονισμένη και σε εθνική κλίμακα εκμετάλλευση, μετά.

Η περιοχή της Εύβοιας.

Η ιστορική σύνδεση της Ελλάδας με την εξόρυξη λιγνίτη πάει πίσω στις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Οι πρώτες επιστημονικές έρευνες ξεκίνησαν στην περιοχή της Κύμης το 1830. Η πρώτη εκμετάλλευση Λιγνιτωρυχείου ξεκίνησε εκεί το 1833 όταν επιχειρήθηκε να χρησιμοποιηθεί ο λιγνίτης στους κλιβάνους του ναυστάθμου και στους λέβητες των πρώτων ατμόπλοιων. Η οργανωμένη όμως εκμετάλλευσή του ξεκίνησε σχεδόν σαράντα χρόνια αργότερα, όταν το 1873 μερικοί ιδιώτες πέτυχαν την παραχώρηση από το κράτος του δικαιώματος εξόρυξης του λιγνίτη. Λίγα χιλιόμετρα δυτικότερα, στο κέντρο της λιγνιτικής λεκάνης, στην περιοχή Αλιβερίου, η πρώτη υπόγεια εκμετάλλευση αρχίζει από ιδιώτες το 1896 αλλά σταματά ένα μόλις χρόνο μετά όταν πλημμύρισαν οι στοές με θαλασσινό νερό. Με την έναρξη του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου το 1914 δημιουργούνται ανάγκες για μια νέα προσπάθεια εκμετάλλευσης. Ήταν όμως μια προσπάθεια πρόχειρη και ληστρική που επέφερε πολλές καταστροφές στο κοίτασμα. Το 1918 συστάθηκε η Ανώνυμος Εταιρεία Ανθρακωρυχείων Αλιβερίου γνωστή ως Εταιρεία Αλιβερίου που έγινε κάτοχος δικαιώματος εκμετάλλευσης του κοιτάσματος έως το 1927 οπότε και αρχίζει η οικονομική κατάρρευση της εταιρείας, που οδηγεί στη διάλυση και την εκκαθάριση της το 1934. Παρά ταύτα, από το 1934 έως το 1950 η εν λόγω εταιρία συνέχισε ανελλιπώς την εκμετάλλευση του ορυχείου υπό τη διαχείριση των εκκαθαριστών, και μόνο το 1949 επιτυγχάνεται για πρώτη φορά αύξηση της παραγωγής η οποία φτάνει τους 25.000 τόνους ετησίως, με ταυτόχρονη βελτίωση των μεθόδων εξόρυξης. Σημειώνεται ότι η παραγωγή του λιγνίτη ξεκίνησε το 1918 με 12.849 τόνους ετησίως. Η οργάνωση του ορυχείου, καθώς και η μέθοδος εξόρυξης ήταν πολύ κακή κάτι που σε συνδυασμό με το φτωχό τεχνικό εξοπλισμό ελάττωνε την αποδοτικότητα του εργάτη. Είναι χαρακτηριστικό ότι η σύγκριση της αποδοτικότητας του Έλληνα ανθρακωρύχου με την αντίστοιχη του εργάτη της Δυτικής Ευρώπης είναι 1:10. Το 1950 μια νέα σελίδα ανοίγει για το Λιγνιτωρυχείο Αλιβερίου. Στις αρχές του φθινοπώρου απαλλοτριώνεται υπέρ του ελληνικού δημοσίου και στη συνέχεια, από 1^{ης} Νοεμβρίου 1951 υπέρ της νεοϊδρυθείσας Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού, αποτελώντας τον τροφοδότη του πρώτου Ατμοηλεκτρικού Σταθμού (ΑΗΣ) της ΔΕΗ. Στις 9 Νοεμβρίου του 1950 υπεγράφη σύμβαση μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της εξειδικευμένης αμερικανικής εταιρείας PIERCE MANAGEMENT INC η οποία θα ενεργούσε ως κύριος εργολάβος της ΔΕΗ, η οποία στο μεταξύ είχε αναλάβει το τιτάνιο έργο του εξηλεκτρισμού ολόκληρης της κατεστραμμένης, από τους πολέμους, χώρας μας. Η εν λόγω σύμβαση προέβλεπε την αποπεράτωση των μηχανικών εγκαταστάσεων, του βαρούλκου και του ανεκυστήρα, την εκτέλεση μεταλλευτικών έργων στην επιφάνεια, την ανόρυξη νέων πηγαδιών, την κατασκευή στοών και

φιρέδων δηλαδή κεκλιμένων στοών, καθώς και όλους του μηχανισμούς ασφαλείας που απαιτεί ένα υπόγειο Ορυχείο. Στις 19 Μαΐου 1951 υπεγράφη σύμβαση μεταξύ της ΔΕΗ και του Γερμανικού οίκου PH.HOLZMANN A.G, υπεργολάβου της εταιρείας PIERCE MANAGEMENT INC σύμφωνα με την οποία θα εκτελούσε τις εργασίες για τις επιφανειακές εγκαταστάσεις στο Λιγνιτωρυχείο Αλιβερίου καθώς και τη διάνοιξη και όρυξη φρεάτων βάθους 115 μέτρων, στοών μήκους 1.750 μέτρων και υπόγειου αντλιοστασίου. Επίσημα η ελληνική διοίκηση της ΔΕΗ ανέλαβε τη διεύθυνση του Λιγνιτωρυχείου την 21η Μαΐου 1954. Έκτοτε ξεκίνησε η συστηματική και εντατική εκμετάλλευση των λιγνιτικών κοιτασμάτων τόσο με υπόγειες όσο και με επιφανειακές εξορύξεις σε μία επιφάνεια έκτασης 1700 περίπου στρεμμάτων, με την εγκατάσταση εξοπλισμού και μηχανημάτων και την εφαρμογή μεθόδων και σχετικής τεχνολογίας, πρωτοποριακών και μοναδικών για την εποχή εκείνη στον ελλαδικό χώρο, δημιουργώντας έτσι το πρώτο παραγωγικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Το 1955, όταν το Λιγνιτωρυχείο βρισκόταν σε πλήρη λειτουργία, απασχολούσε 1.300 περίπου εργάτες. Από αυτούς οι 900 εργάζονταν στην υπόγεια εκμετάλλευση και οι υπόλοιποι στην επιφάνεια. Ο καθημερινός μόχθος τους μέσα στα έγκατα της γης, 160 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, μέσα σε ένα περιβάλλον υγρό και πνιγηρό προκαλούσε δέος και ίλιγγο στους απλούς ανθρώπους. Το Λιγνιτωρυχείο Αλιβερίου έπαψε να λειτουργεί οριστικά το 1988 μετά από 35 και πλέον χρόνια πλήρους λειτουργίας. Το 1981 σταμάτησε η υπόγεια εκμετάλλευση του λιγνίτη και λίγο αργότερα, έληξε και η επιφανειακή εκμετάλλευση που είχε ξεκινήσει το 1975. Όλα αυτά τα χρόνια εκτιμάται ότι από τα υπόγεια έργα εξορύχτηκαν συνολικά 14,7 εκατομμύρια τόνοι λιγνίτη και από την επιφάνεια 3,9 εκατομμύρια τόνοι.

Η περιοχή της βορειοδυτικής Ελλάδας.

Στην περιοχή της βορειοδυτικής Ελλάδας, στα μέσα της δεκαετίας του 1920, άνθρωποι όπως ο Γεώργιος Παυλίδης, ο Κώστας Αδαμόπουλος και ο Νίκος Διαμαντόπουλος αντιλήφθηκαν τη σημασία του λιγνίτη και κατέβαλαν μεγάλες προσπάθειες για τη συστηματική του εκμετάλλευση. Ιδιαίτερα προσπάθησαν να πείσουν τους κατοίκους να χρησιμοποιούν το λιγνίτη αντί των ξύλων για καύσιμη ύλη. Η πρώτη άδεια εκμετάλλευσης των λιγνιτών της Πτολεμαΐδας στην περιοχή Προαστίου, δίνεται από την επιθεώρηση μεταλλείων Β' Περιφέρειας το 1930 στους Γεώργιο Παυλίδη και Κωνσταντίνο Αδαμόπουλο, οι οποίοι είχαν εντοπίσει κοιτάσματα. Τα επόμενα χρόνια και περίπου ως το 1938, το ενδιαφέρον για τους λιγνίτες περιορίζεται στη χρήση τους ως καύσιμη ύλη στην οικιακή θέρμανση των γειτονικών οικισμών. Στο διάστημα αυτό αρχίζει να ενδιαφέρεται για το συγκεκριμένο λιγνιτικό κοίτασμα το Ελληνικό Κράτος και πλειάδα επιστημόνων, υπουργών, βουλευτών και κρατικών στελεχών επισκέπτονται την περιοχή διερευνώντας τις δυνατότητες αξιοποίησης των κοιτασμάτων. Παράλληλα, οι επιχειρηματίες που έλαβαν την άδεια εκμετάλλευσης βελτιώνουν την παραγωγή τους. Είναι πλέον σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες θέρμανσης όλου του Νομού. Επίσης αρκετοί κάτοικοι εργάζονται στις στοές, με ικανοποιητική αμοιβή για την περίοδο

εκείνη. Σημαντικός σταθμός για την πρόοδο των Ορυχείων Πτολεμαΐδας αποτελεί η επίσκεψη του υπουργού κ. Σπυρίδωνος στη λιγνιτοφόρο περιοχή. Με εισήγησή του θα μεταφερθούν 180 τόνοι λιγνίτη στη Θεσσαλονίκη και από εκεί στη Γερμανία, για τη διερεύνηση της χρήσης στην κίνηση σιδηροδρόμων καθώς και για τη λειτουργία εργοστασίων. Από έκθεση που έχει συντάξει το Ανώτατο Οικονομικό Συμβούλιο (του κράτους) το 1933 τα αποθέματα των κοιτασμάτων λιγνίτη σε όλες τις περιοχές τις χώρες υπολογίζονται σε α) Βεβαιωμένα : 5 εκ. τόνοι, β) Πιθανά : 27 εκ. τόνοι και γ) Δυνατά, βάση των διαστάσεων των λιγνιτοφόρων λεκανών : 156 εκ. τόνοι (Μπάτσης, 1947). Το 1939 εκδηλώνεται η πρώτη σοβαρή προσπάθεια αξιοποίησης του λιγνίτη με τη σύνταξη της έκθεσης του Γερμανού καθηγητή Kegel, η οποία συνέβαλε τα μέγιστα στην έρευνα και στην εκμετάλλευση της λιγνιτοφόρου λεκάνης της Δυτικής Μακεδονίας. Για πρώτη φορά αναφέρεται ότι ο άξονας Φλώρινας – Πτολεμαΐδας – Κοζάνης αποτελεί την πλουσιότερη περιφέρεια της Ελλάδας σε συγκέντρωση λιγνίτη. Με τις ελάχιστες πληροφορίες της εποχής εκείνης, τα δυνατά αποθέματα λιγνίτη εκτιμώνται σε 6 δισεκατομμύρια τόνους για τη βορειοδυτική Ελλάδα και 7,2 δις για όλη τη χώρα (Μπάτσης, 1947). Να σημειωθεί πως η πλειοψηφία των ειδικών πίστευε σε ένα δυνατό μέγιστο της τάξης των 200-300 εκ. τόνων και οι αριθμοί που έλεγε ο Kegel είχαν χαρακτηριστεί ως ‘υπεραισιόδοξοι’. Ο πόλεμος του 1940, η κατοχή που ακολούθησε, καθώς και ο εμφύλιος, ανέκοψαν την πορεία αξιοποίησης του λιγνίτη και τελικά την ανάπτυξη όλης της χώρας.

Το 1956 ο μεγαλοβιομήχανος Μποδοσάκης ιδρύει την Ανώνυμη Ελληνική Μεταλλευτική και Βιομηχανική Εταιρία Λιγνιτωρυχείων Πτολεμαΐδας, γνωστή ως ΛΙΠΤΟΛ. Από τον Αύγουστο του ίδιου έτους αρχίζουν εργασίες διαμόρφωσης χώρων στη λιγνιτοφόρο περιοχή της Πτολεμαΐδας και τον Σεπτέμβριο ξεκινά η κατασκευή του Βιομηχανικού Συγκροτήματος, μαζί με σταθμό παραγωγής μπριγκέτας και σταθμό ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 10MW. Τα εγκαίνια γίνονται το 1957 με κάθε επισημότητα, όπου ο Βασιλεύς Παύλος, συνοδευόμενος από τον Γενικό Διευθυντή της ΛΙΠΤΟΛ κ. Μποδοσάκη, πολλούς υπουργούς και πλήθος κατοίκων της περιοχής, ‘έθεσε τον θεμέλιο λίθο και προανήγγειλε την ανατολή μιας νέας εποχής με πολλές ελπίδες για το οικονομικό μέλλον’. Το 1959 εκχωρούνται κατά 90% οι μετοχές της ΛΙΠΤΟΛ στη ΔΕΗ. Σύντομα οι προσδοκίες των τοπικών παραγόντων δικαιώνονται. Στην περιοχή συντελείται μια ραγδαία ανάπτυξη και μια οικονομική έκρηξη. Απορροφάται όλο το εργατικό δυναμικό και οι κάτοικοι εγκαταλείπουν τις αγροκτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις και εργάζονται στην κατασκευή και τη λειτουργία των έργων, λαμβάνοντας μεγάλες αμοιβές για την εποχή εκείνη. Στην Πτολεμαΐδα εγκαθίσταται πλήθος ξένων τεχνικών που ασχολούνται με την ανέγερση των εγκαταστάσεων και την εκπαίδευση των εργαζομένων, η δε πόλη γνωρίζει εποχές ευμάρειας και ξέφρενης ανοικοδόμησης. Οι καμινάδες των Ατμοηλεκτρικών Σταθμών πολλαπλασιάζονται, ενώ νέα Ορυχεία διανοίγονται το ένα μετά το άλλο. Ο λιγνίτης, το εθνικό καύσιμο, καλείται να διαδραματίσει κυρίαρχο ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σήμερα, στη Δυτική Μακεδονία, η ΔΕΗ έχει αναπτύξει μια τεράστια για τα ελληνικά δεδομένα δραστηριότητα. Στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας εξορύσσεται το 80 % του

συνολικά παραγόμενου λιγνίτη της Χώρας. Η ετήσια παραγωγή λιγνίτη ξεπερνάει τα 50 εκατομμύρια τόνους και οι συνολικές εκσκαφές τα 300 εκατομμύρια m³. Από τις 18 λιγνιτικές μονάδες του Ενεργειακού Κέντρου, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 4.378 MW, παράγονται κάθε χρόνο περισσότερες από 25.000 GWh, που αντιστοιχούν περίπου στο 50% της συνολικής ενέργειας που παράγεται από το διασυνδεδεμένο σύστημα της Χώρας.

Η περιοχή της Μεγαλόπολης.

Κατά τον Α΄ Παγκόσμιο πόλεμο έγινε εξόρυξη λιγνίτη για τις ατμοκίνητες εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής στην Τρίπολη και στην Καλαμάτα. Από τότε, μικρές ποσότητες λιγνίτη εξορύσσονταν κατά καιρούς για χρήση από τα τοπικά κεραμοποιεία. Το 1933 το Ανώτατο Οικονομικό Συμβούλιο του κράτους υπολόγισε ότι τα αποθέματα του λιγνίτη στη Μεγαλόπολη και στη Λακωνία έφταναν πιθανώς τους 1.000.000 τόνους, μέγεθος το οποίο επιβεβαιώνει το 1939 ο Γερμανός καθηγητής KEGEL γνωστός από την μελέτη του για την Πτολεμαΐδα. Το 1948 μελέτη του Υπουργείου Εφοδιασμού υπολογίζει τα αποθέματα στους 2.500.000 τόνους.

Το 1957 όμως, μια νέα μελέτη του Ινστιτούτου Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους (Ι.Γ.Ε.Υ.) υπολόγισε ότι και μόνο τα ορατά από την επιφάνεια αποθέματα ανερχόταν πάνω από 4.000.000 τόνους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο επιφάνειας. Αυτή τη χρονιά η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού ενδιαφερόμενη για την ενεργειακή αξιοποίηση του λιγνιτικού δυναμικού της Ελλάδας, ζήτησε τις απόψεις του Ι.Γ.Ε.Υ. για την Μεγαλόπολη και στη συνέχεια ανέλαβε, σε συνεργασία με το ίδιο Ινστιτούτο, τη μεταλλευτική έρευνα η οποία συνίστατο σε εκτέλεση γεωτρήσεων και φρεάτων. Όταν οι παραπάνω έρευνες ολοκληρώθηκαν κατέληξαν σε μια σειρά από συμπεράσματα τα οποία δικαιολόγησαν πλήρως το ενδιαφέρον και τις μεγάλες επενδύσεις που λίγο αργότερα ολοκλήρωσε με επιτυχία η ΔΕΗ. Αποδείχθηκε λοιπόν ότι η επιφάνεια της λεκάνης είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη και υπερβαίνει τα 180 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Το πλέον αξιόλογο κοίτασμα βρέθηκε δίπλα στον Αλφειό ποταμό. Με βάση τις παραπάνω έρευνες, αρχίζει το 1969 από τη ΔΕΗ η εκμετάλλευση του λιγνίτη στο Λιγνιτωρυχείο Θωκνίας, το οποίο ξεκίνησε με μία ετήσια παραγωγή 4 εκ. τόνων λιγνίτη. Σήμερα το κοίτασμα έχει εξαντληθεί, αφού απέδωσε 69 εκ. τόνους. Στην ευρύτερη περιοχή της Μεγαλόπολης βρίσκονται σε εκμετάλλευση τρία λιγνιτικά κοιτάσματα. Πρόκειται για τα λιγνιτικά κοιτάσματα Χωρεμίου, Μαραθούσας και Κυπαρισσίων, τα οποία τροφοδοτούν με ετήσια παραγωγή 13-14 εκ. τόνους δύο Ατμοηλεκτρικούς σταθμούς: τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης με 3 μονάδες και συνολική ισχύ 550MW και τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης Β΄ με 1 μονάδα και ισχύ 300MW. Οι δύο αυτοί σταθμοί παράγουν περίπου το 14% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται



σήμερα σε όλη την Ελλάδα. («εξορύσσοντας το φως... μνήμες και εικόνες από λιγνίτη. 60 χρόνια ενέργεια για την Ελλάδα», ΔΕΗ, 2010).

Κεφάλαιο 1.

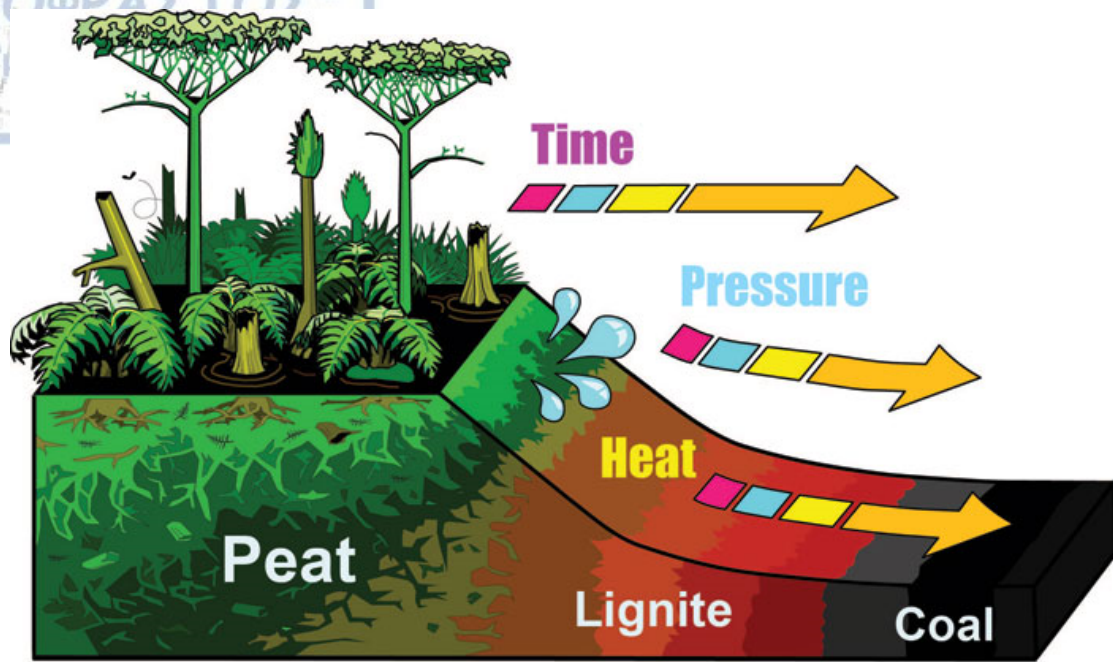
Κοιτασματολογία των στερεών καυσίμων.

Η γενετική τους ονομασία είναι γαιάνθρακες ή απλά άνθρακες (αν και με βάση τον ορισμό οι άνθρακες περιέχουν πάνω από 50% άνθρακα, κάτι που δεν πληρούν ο λιγνίτης και η τύρφη που είναι στερεά καύσιμα) και προέρχονται από τη συσσώρευση οργανικών φυτικών, κυρίως, υπολειμμάτων (κλαδιά, φύλλα, ρίζες κλπ.) σε έλη, συνήθως κλειστών ηπειρωτικών λεκανών. Όσο περνάει ο χρόνος αυτά συγκεντρώνονται στον πυθμένα του βάλτου και σχηματίζουν την τύρφη. Η τύρφη εάν και βρίσκεται σε κορεσμένο σε νερό περιβάλλον, όταν χάσει την υγρασία της μπορεί να καεί κανονικά και αποτελεί στερεό καύσιμο.

Η κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών και το γενικότερο γεωδυναμικό πλαίσιο μιας περιοχής διαμορφώνει τις περιβαλλοντικές συνθήκες τεκτονικής, διάβρωσης και απόθεσης και για αυτό η μελέτη σύγχρονων τυρφώδων τελμάτων μας δίνει πληροφορίες σχετικά με τα πρώτα στάδια δημιουργίας των στερεών καυσίμων στο συγκεκριμένο παλαιοπεριβάλλον, όπως το παλαιοκλίμα, την παλαιοχλωρίδα και τα υλικά τροφοδοσίας της περιοχής. Για παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί ότι οι άνθρακες που δημιουργήθηκαν σε θερμό και υγρό κλίμα έχουν λαμπερές στρώσεις που οφείλονται σε χοντρά κλαδιά, ενώ αυτοί που δημιουργήθηκαν σε ήπια ή σχετικά ψυχρά κλίματα είναι πιο σκουρόχρωμοι (Dexin, 2009).

Σήμερα είναι γενικά αποδεκτό ότι τα ρηχά τέλματα δίνουν λεπτά στρώματα ανθράκων, ενώ τα βαθιά και ανυψωμένα τέλματα μπορούν να δώσουν πιο παχύς σχηματισμούς, λόγω της δυνατότητας μεγαλύτερης συσσώρευσης οργανικής ύλης. Για να γίνει αυτή η συσσώρευση απαιτούνται ολιγοτροφικά περιβάλλοντα, δηλαδή περιβάλλοντα που δέχονται πολύ περιορισμένες ως και μηδενικές ποσότητες ιζημάτων. Αυτά τα ίδια περιβάλλοντα είναι όξινα, με $\text{pH} < 5$, κάτι που δυσχεραίνει κατά πολύ και τη μικροβιακή αποικοδόμηση. Αυτές είναι οι συνθήκες που χρειάζονται ώστε να αρχίσουν η διαδικασίες της ενανθράκωσης προς εμπλουτισμό της τύρφης σε άνθρακα. Το μέτρο αυτού του εμπλουτισμού είναι συνάρτηση του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης.

Ουσιαστικά, η θερμοκρασία και η πίεση κατά το πέρασμα του χρόνου συμπίεζουν το στρώμα της τύρφης, διώχνοντας το νερό των πόρων και σε συνδυασμό με τις διαδικασίες της ενανθράκωσης, μειώνεται ο όγκος και απομακρύνεται επιπλέον ποσοστό του νερού των πόρων, καθώς και πτητικά, προς το συνεχή εμπλουτισμό σε άνθρακα και τη σταδιακή δημιουργία, ανάλογα με το διαθέσιμο χρόνο, λιγνίτη, υπο-βιτουμινούχου άνθρακα, βιταμινούχου άνθρακα και ανθρακίτη.



Coal formation. Image via Kentucky Geological Survey

Οι διαδικασίες της ενανθράκωσης χωρίζονται σε τρία στάδια, τα οποία θα περιγραφούν συνοπτικά.

A) Αερόβια διάσπαση.

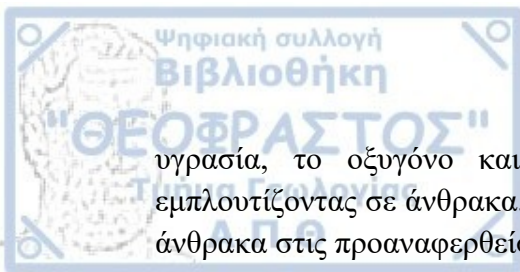
Στα πρώτα λίγα εκατοστά πραγματοποιείται μια αερόβια βακτηριακή διάσπαση, η οποία συμβάλει στη μείωση του όγκου ως και 50%. Η τύρφη αν και ασύνδετη ύλη είναι σχεδόν αδιαπέρατη και για αυτό μετά από λίγο τα βακτήρια χρησιμοποιούν όλο το διαθέσιμο οξυγόνο και πεθαίνουν.

B) Αναερόβια διάσπαση

Ένα δεύτερο είδος αναερόβιων βακτηρίων συνεχίζουν την αποικοδόμηση και μειώνουν περεταίρω τον όγκο. Οι διαδικασίες της αποικοδόμησης δημιουργούν καθ' όλη τη διάρκειά τους οξέα που μειώνουν και άλλο το pH. Όταν αυτό φτάσει στο 4, τότε πεθαίνουν και τα αναερόβια βακτήρια. Πλέον η τύρφη έχει μετατραπεί σε ένα μαύρο 'τυρώδες' ζελέ που λέγεται gyttja, το οποίο συσσωρεύεται κατά τη συνέχεια της διαδικασίας στα ανώτερα στάδια. Έχει βρεθεί πως το τελικό πάχος του άνθρακα είναι το πολύ ίσο με του αρχικού gyttja.

Γ) Βιτουμενοποίηση

Πλέον έχουν τελειώσει οι διαδικασίες βακτηριακής αποσύνθεσης. Για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της βιτουμενοποίησης χρειάζεται ένα στρώμα πάχους 600-1200 περίπου μέτρων, ανάλογα με τη θερμοβαθμίδα και ξεκινάει μόλις η θερμοκρασία φτάσει στους 100° C. Μια σειρά χημικών διεργασιών απομακρύνει την



υγρασία, το οξυγόνο και το υδρογόνο, μειώνοντας κι άλλο τον όγκο και εμπλουτίζοντας σε άνθρακα. Το μέτρο του εμπλουτισμού καθορίζει και το βαθμό του άνθρακα στις προαναφερθείσες 4 κατηγορίες.

Να σημειωθεί ότι κατά το τέλος της διαδικασίας της ενανθράκωσης ο λόγος του τελικού όγκου προς τον τελικό είναι 1:20, ενώ τα διακριτά μακροσκοπικά φυτικά κατάλοιπα έχουν χαθεί τελείως και έχουν δημιουργηθεί οι γυαλιστερές δομές macerals. Επίσης έχει υπολογιστεί ότι για το σχηματισμό ενός κυβικού μέτρου λιγνίτη, που αποτελεί το χαμηλότερο βαθμό ενανθράκωσης, απαιτούνται 1000-4000 χρόνια.

Τα ελληνικά στερεά καύσιμα.

Με τη σταδιακή καταστροφή του ελληνικού ορογενούς από το Ηώκαινο και μετά δημιουργήθηκαν τεκτονικές λεκάνες-συνθήκες για την απόθεση λιγνίτη. Στο τέλος του Νεογενούς(Μειόκαινο-Πλειόκαινο) και στην αρχή του Τεταρτογενούς οι παλαιογεωγραφικές συνθήκες ήταν οι πιο κατάλληλες για τη δημιουργία λιγνίτη. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα δημιουργήθηκαν σε αβαθείς λίμνες και έλη κλειστών ενδοειληρωτικών λεκανών. Κοινό χαρακτηριστικό είναι ο έντονος τεκτονισμός.

Από τις περίπου 43 λιγνιτοφόρες λεκάνες του ελληνικού χώρου, το 75% είναι νεογενείς (Φλώρινα, Ελασσόνα, Πτολεμαΐδα, Αμύνταιο κ.α.), το 16% είναι τεταρτογενής (Μεγαλόπολη, Δράμα, τυρφώνας των Φιλίππων κ.α.) και το 9% είναι Ηώκαινικές-Ολιγοκαινικές (Ορεστιάδας κ.α.).

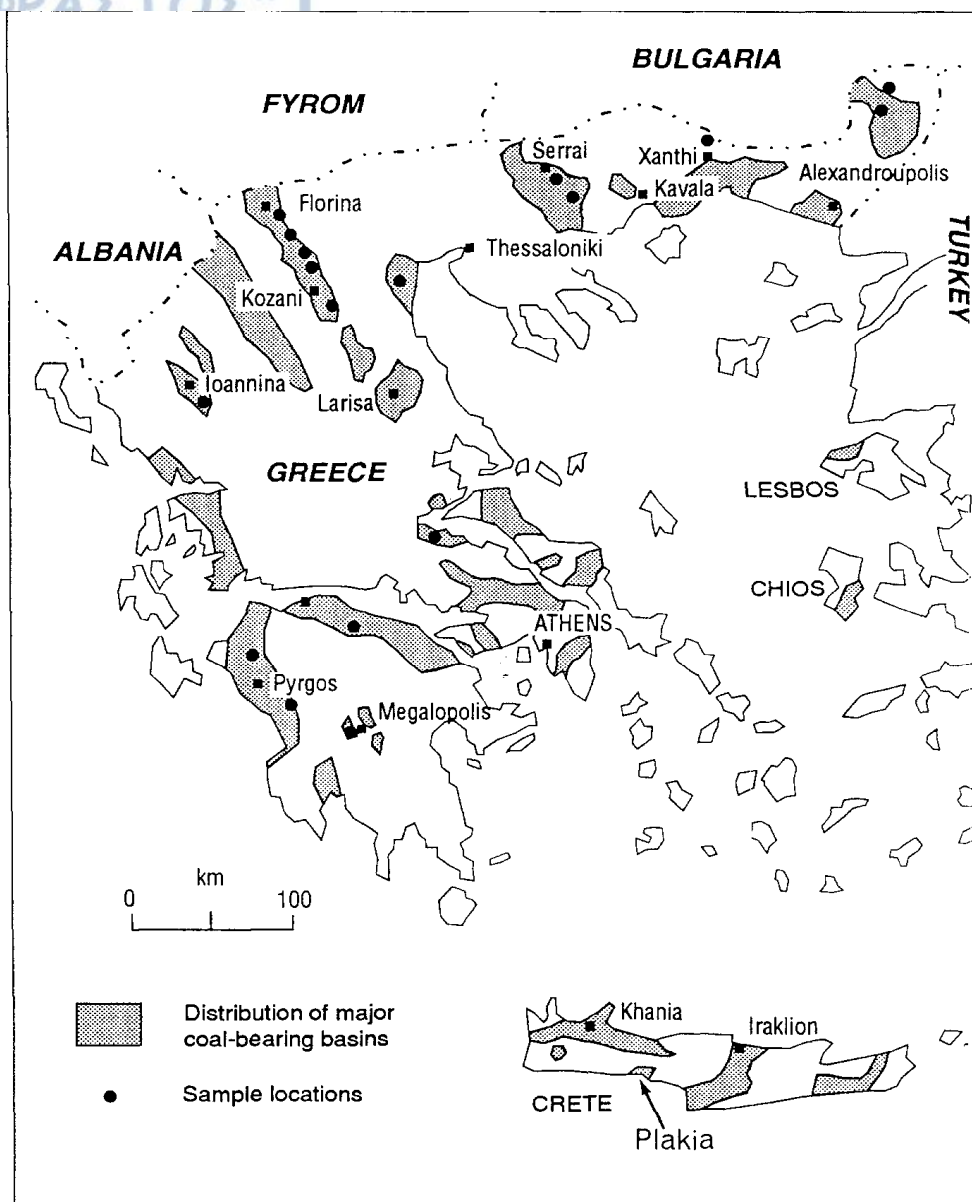
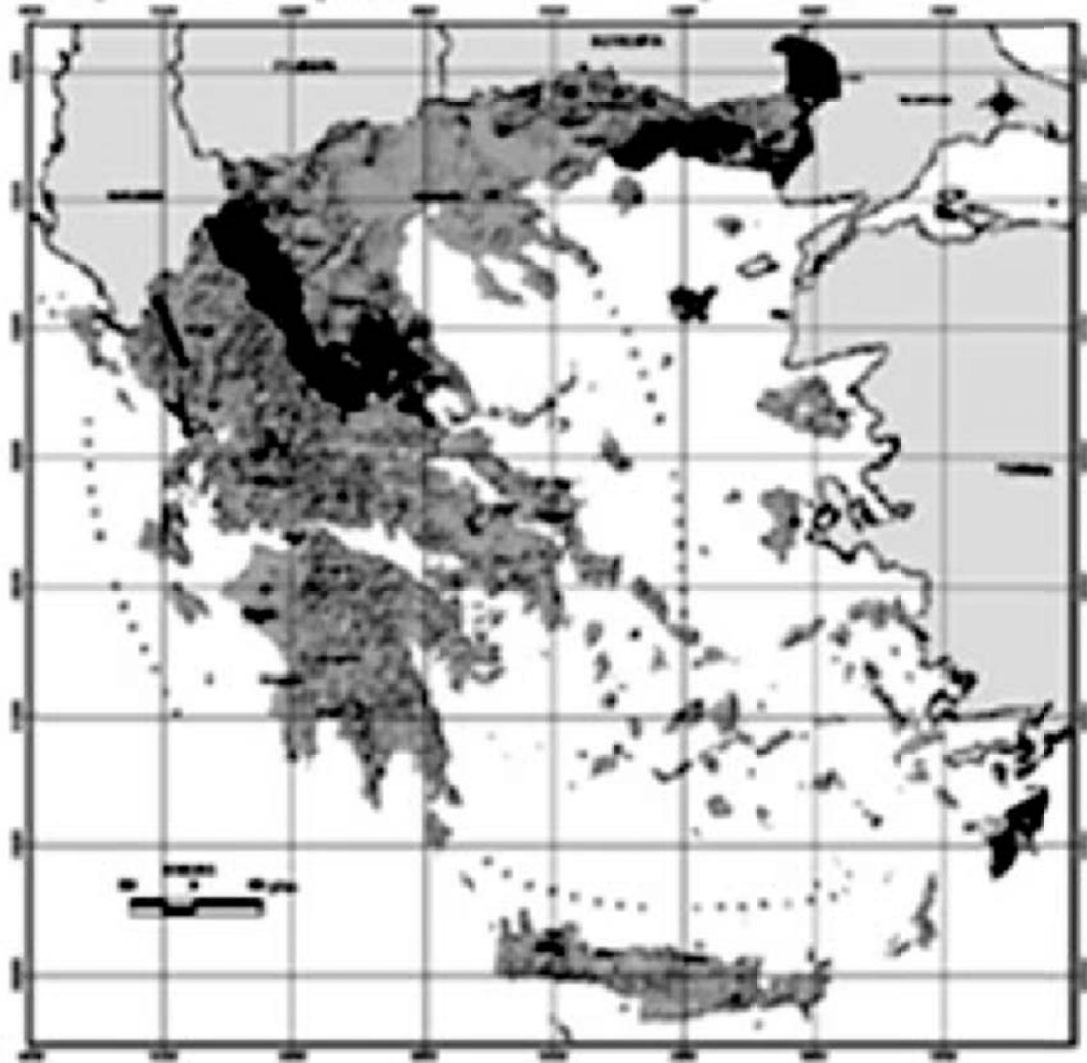


Fig. 1. Lignite-bearing basins in continental Greece and on the Island of Crete showing the location of the deposit at Plakia.

Πηγή : (Gentzis et. al, 1996)

Lignite bearing basins Eocene - Oligocene L. Miocene



Λιγνιτοφόρες λεκάνες Ηωκαίνου-Κ.Μειοκαίνου (Karageorgiou et. al, 2010)

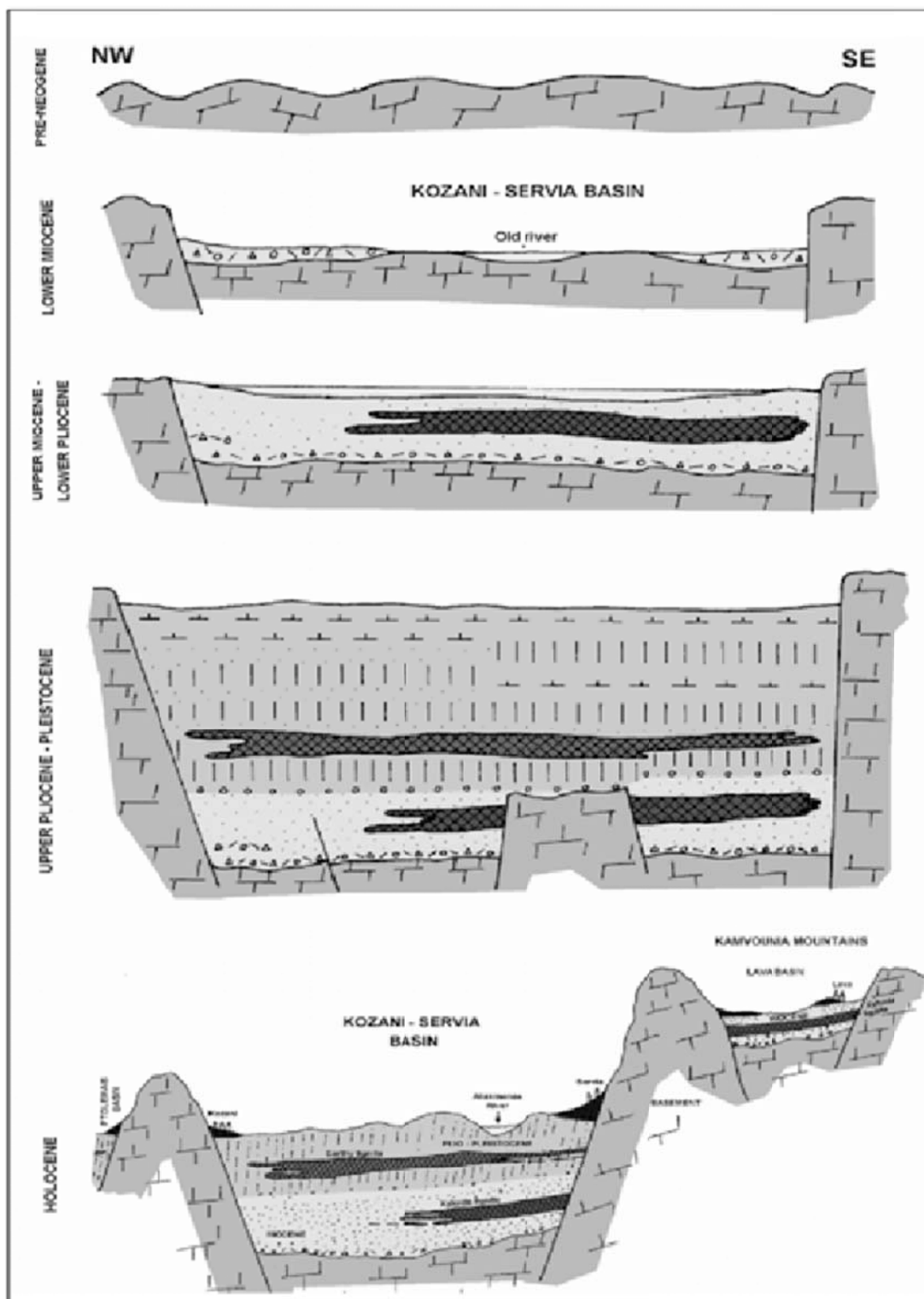
Χαρακτηριστικό των ελληνικών λιγνιτών είναι ότι λόγω του περιβάλλοντος απόθεσης των φυτικών υλών, υπήρχαν κατά περιόδους και φερτά, γεώδη, υλικά τα οποία παρεμβάλλονται ανάμεσα στο λιγνίτη δημιουργώντας ‘ενδιάμεσα’ στρώματα, σχηματίζοντας κοίτασμα τύπου zebra.

Ας δούμε όμως ξεχωριστά τη γεωλογία των υπό εκμετάλλευση λιγνιτοφόρων λεκανών.

Στην περιοχή του λιγνιτικού κέντρου Πτολεμαΐδας το κοίτασμα εντοπίζεται σε βάθος 12-230 μέτρα κάτω από τους ‘υπερκείμενους’, συνήθως εδαφικούς σχηματισμούς, οι οποίοι είναι άμμοι, αμμοχάλικα, μαλακός ασβεστόλιθος, άργιλος κ.α. Τα στρώματα είναι συνήθως οριζόντια, αλλά λόγω του πολυτεκτονισμένου

χαρακτήρα της λεκάνης έχουν αυτές τις αυξομειώσεις στο ύψος. Τα ενδιάμεσα γεώδη υλικά που αναφέρθηκαν και πριν κυμαίνονται συνήθως σε πάχη των λίγων εκατοστών δημιουργώντας ένα σύνολο 20-30 απολήψιμων στρωμάτων λιγνίτη. Η σύσταση αυτών των γαιωδών υλικών είναι κυρίως ασβεστολιθική, κάτι που τα καθιστά μη άχρηστα, αφού δίνουν στον λιγνίτη το πλεονέκτημα της αποθείωσης κατά την καύση.

Στην περιοχή της Μεγαλόπολης έχουμε αντίστοιχο περιβάλλον δημιουργίας των κοιτασμάτων με την περιοχή της ΒΔ Ελλάδας και δημιουργήθηκαν τρεις λιγνιτικοί ορίζοντες, αλλά βρέθηκαν τρία κοιτάσματα με διαφορετικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, πιθανόν λόγω της ύπαρξης τριών διαφορετικών λιμνών. Η λεκάνη έκτασης 180 τετραγωνικών χιλιομέτρων έχει χαλαρά γενικώς πετρώματα, γεωλογικώς πρόσφατα, της Πλειστοκαινικής και της Πλειοκαινικής περιόδου. Ο λιγνίτης της είναι μαλακός, υγρός, λόγω της υπάρχουσας υγρασίας η οποία κυμαίνεται στο 60%, λίγο σπογγώδης, πλαστικός και με αφή πυλώδη. Το πλέον αξιόλογο κοίτασμα βρέθηκε δίπλα στον Αλφειό ποταμό και αποτελείται από επάλληλα στρώματα λιγνίτη μεταξύ στρωμάτων ασπροπηλίτη και μαργαϊκής αργίλου. Τα στρώματα του λιγνίτη είναι οριζόντια, δηλαδή χωρίς κλίσεις ή μεταπτώσεις, και το πάχος τους κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως και 25 μέτρα. Κατά την εξόρυξή του ο λιγνίτης της Μεγαλόπολης έχει χρώμα καστανό, το οποίο γρήγορα μεταβάλλεται εξωτερικά σε μαύρο. Μακροσκοπικά διακρίνονται ινώδη φυτικά λείψανα, ιδίως στελέχη βλαστών. Βυθιζόμενος στο νερό, απορροφά ελάχιστη υγρασία. Αντιθέτως, όταν αποξηρανθεί στον αέρα καθίσταται μια μαύρη, σκληρή και πετρώδης μάζα. («εξορύσσοντας το φως... μνήμες και εικόνες από λιγνίτη. 60 χρόνια ενέργεια για την Ελλάδα», ΔΕΗ, 2010)



Διαφορετικές φάσεις της λεκάνης Σέρβιων-Κοζάνης. (Karageorgiou D. E. et. al, 2010)

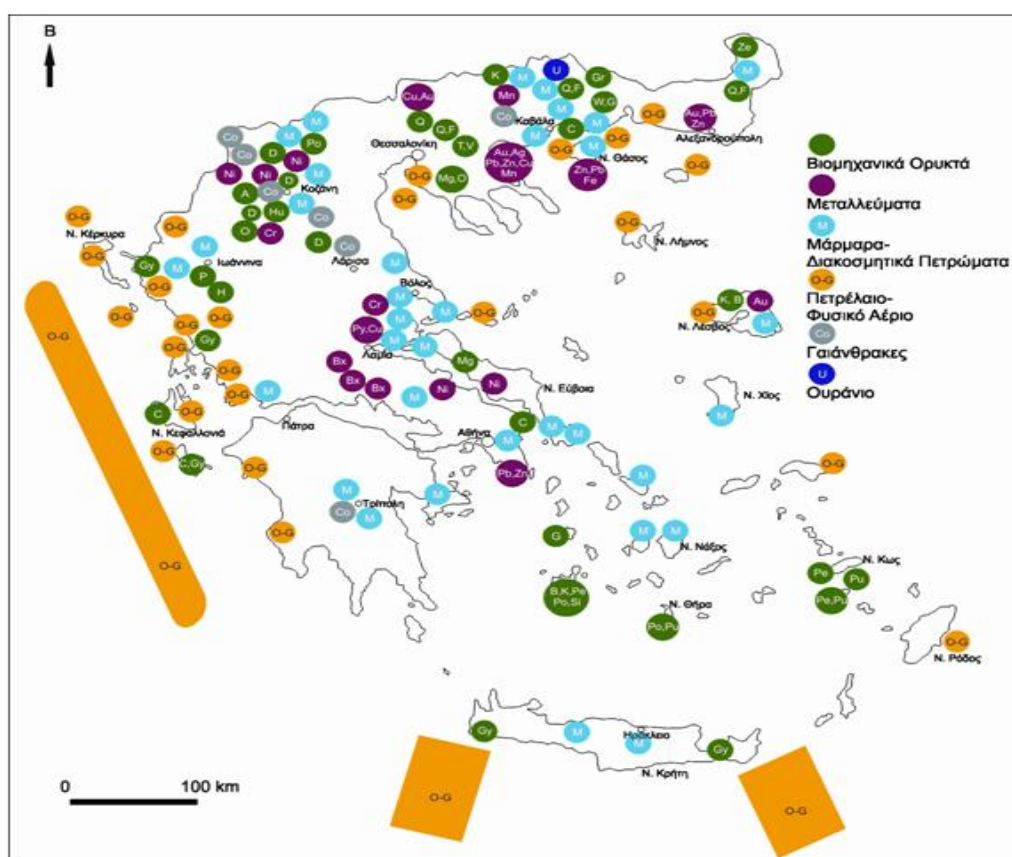
Κεφάλαιο 2.

Η εκμετάλλευση των ελληνικών στερεών καυσίμων.

Έως σήμερα έχει γίνει εκμετάλλευση 1,6 δις τόνων λιγνίτη.

Όπως προαναφέρθηκε τα τεχνικο-οικονομικώς εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα απαντούν σε περίπου 3,2 δις τόνους ακόμη, δηλαδή 450 τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου. Αυτά κατανέμονται στις περιοχές :

- 1) Πτολεμαΐδας-Αμύνταιου-Φλώρινας (ΒΔ Ελλάδα) : 1,8 δις τόνοι
- 2) Μεγαλόπολης : 223 εκ τόνοι
- 3) Δράμας : 900 εκ τόνοι
- 4) Ελασσόνας : 169 εκ. τόνοι.



Βιομηχανικά ορυκτά & πετρώματα

A=Αταπουλίτης, B=Μπεντονίτης, C=Λευκά άνθρακικά, D=Διατομίτης, F=Αστριοί, G=Γρανάτης, Gr=Γραφίτης, Gy=Γύψος, H=Ορυκτό άλς, Hu=Χουντίτης, K=Καολίνη, Mg=Μαγνησίτης, O=Ολιβίνη, P=Φωσφορίτης, Pe=Περλίτης, Po=Ποζολάνη, Pu=Κίσηρη, Q=Χαλζιάς, Si=Αμορφη πυριτιά, T=Τάλκης, V=Βερμικουλίτης, W=Βολαστονίτης, Z=Ζεόλιθος.

Μάρμαρα-Διακοσμητικά πετρώματα

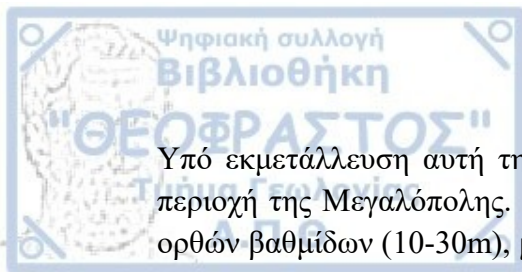
M=Λευκά έως έγχρωμα μάρμαρα, δολομίτες, τραβερτίνες, όνυχες, αλάβαστρο, ναμμίτες, σχιστόλιθοι, ηφαιστειακά πετρώματα, ζεολιθοφόροι τόφοι.

Μεταλλεύματα

Ag=Άργυρος, Au=Χρυσός, Bx=Βωξίτης, Cu=Χάλκος, Cr=Χρώμο, Fe=Σιδηροξείδια, Mn=Μαγγάνιο, Ni=Νικέλιο, Pb=Μόλυβδος, Py=Σιδηροπυρίτης, Zn=Ψευδάργυρος.

Ενεργειακές ορυκτές πρώτες ύλες

Co=Γαιάνθρακες, O-G=Πετρέλαιο-Φυσικό αέριο, U=ουρανιούχο κοιτάσμα.



Υπό εκμετάλλευση αυτή τη στιγμή βρίσκονται οι περιοχές της ΒΔ Ελλάδας και η περιοχή της Μεγαλόπολης. Η εκμετάλλευση γίνεται επιφανειακά, με τη μέθοδο των ορθών βαθμίδων (10-30m), με τη χρήση καδοφόρων εκσκαφών, ενώ ηλεκτροκίνητοι αποθέτες υλικών, πλήθος ντιζελοκίνητων μηχανημάτων και ένα σύνθετο δίκτυο ταινιόδρομων μήκους εκατοντάδων χιλιομέτρων συνθέτουν το τεχνικό στόλο που πραγματοποιεί την εξόρυξη, μεταφορά και απόθεση λιγνίτη και στείρων υλικών.

Χρήση γης στα ορυχεία.((km²) 31.12.2005)

Χρήση	Πτολεμαΐδα	Αμύνταιο	Φλώρινα	Μεγαλόπολη	Σύνολο
Όρυξη	23,0	10,0	0,2	19,0	52,2
Αποθέσεις	25,0	14,0	0,1	7,0	46,1
Αποκατεστημένα	31,3	8,7	0,07	7,1	47,1
Κτήρια	30,1	12,7	1,2	8,6	52,6
Σύνολο	109,4	45,4	1,5	41,7	198,0

Πηγή : (Kavouridis, 2008)

Στη ΒΔ Ελλάδα λειτουργούν 5 ορυχεία.

- Λιγνιτωρυχείο ΚΥΡΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
- Λιγνιτωρυχείο ΚΑΡΔΙΑΣ
- Λιγνιτωρυχείο ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
- Λιγνιτωρυχείο ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ
- Λιγνιτωρυχείο Φλώρινας



Πηγή : <https://www.dei.gr/el/oruxeia>

Στην περιοχή της Μεγαλόπολης λειτουργούν 3 ορυχεία.

- Λιγνιτωρυχείο Χωρεμίου
- Λιγνιτωρυχείο Μαραθούσας
- Λιγνιτωρυχείο Κυπαρισσίων

Στην Ελλάδα υπάρχουν επίσης και πολύ αξιόλογα κοιτάσματα τύρφης, τα οποία προς το παρόν είναι αναξιοποίητα. Τα δύο σημαντικότερα κοιτάσματα τύρφης υπάρχουν στους Φιλίππους της Δράμας στην ανατολική Μακεδονία και στο Νησί της Έδεσσας στην κεντρική Μακεδονία. Ο τυρφώνας των Φιλίππων καλύπτει επιφάνεια 55 τετραγωνικών χιλιομέτρων και έχει σχεδόν 190 μέτρα βάθος, το πιο παχύ γνωστό κοίτασμα παγκοσμίως. Τα συνολικά αποθέματα τύρφης υπολογίζονται σε 4 δις κυβικά μέτρα και ισοδυναμούν με 125 εκ τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου. (<http://www.peatociety.org/peatlands-and-peat/global-peat-resources-country>).

Παλαιότερα έχουν προταθεί σχέδια εκμετάλλευσης των δύο παραπάνω κοιτασμάτων, τα οποία δεν υλοποιήθηκαν.

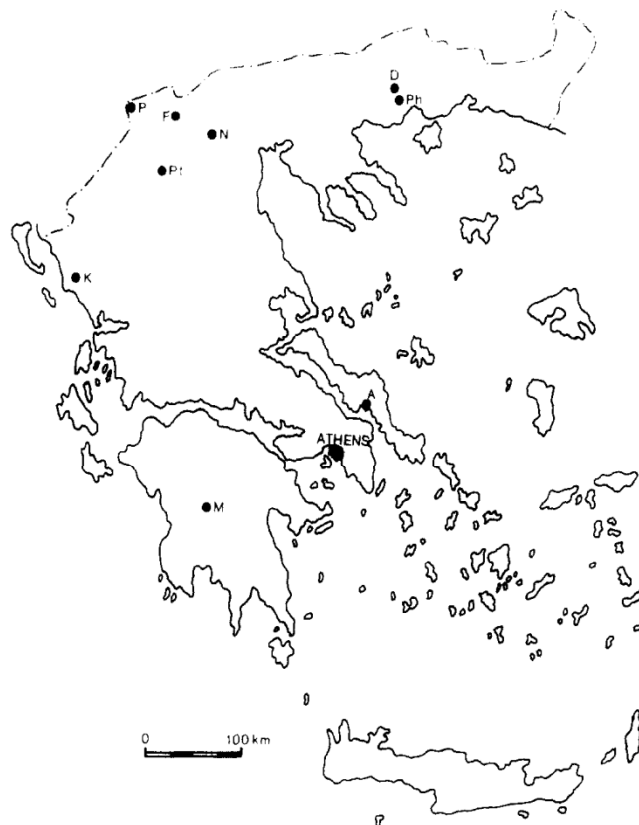


Fig. 1. Location of Greek peat and lignite deposits referred to in the text. *D*=Drama; *Ph*=Philippi; *N*=Nissi; *P*=Small Prespa; *F*=Florina; *Pt*=Ptolemais; *K*=Kalodiki; *A*=Aliveri; *M*=Megalopolis.

Πηγή : (Christanis, 1994)

Κεφάλαιο 3.

Ενεργειακή απόδοση των ελληνικών στερεών καυσίμων.

Οι άνθρακες κατατάσσονται σε βαθμό με βάση το ποσοστό άνθρακα που περιέχουν γιατί αυτό είναι βασική παράμετρος για την ποιότητα και έμμεσα την ενεργειακή απόδοση του καυσίμου. Δεν είναι όμως η μοναδική. Άλλες βασικές παράμετροι που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ταυτότητα του καυσίμου είναι η υγρασία, τα πτητικά και η τέφρα. Για αυτό ακριβώς το λόγο μετριοούνται οι τρεις παραπάνω παράμετροι και το υπόλοιπο ποσοστό ενός άνθρακα χαρακτηρίζεται ως 'μόνιμος άνθρακας' (fixed carbon), το οποίο ποσοστό και χρησιμοποιείται ευρέως για τη βαθμονόμησή του. Βέβαια, η ενεργειακή απόδοση ενός άνθρακα μπορεί να μετρηθεί μέσω της θερμογόνου δύναμης. Η τελευταία είναι η θερμότητα που απελευθερώνεται κατά την πλήρη καύση του άνθρακα παρουσία οξυγόνου και χρησιμοποιείται επίσης για την κατάταξη του άνθρακα. Μετριέται σε MJ/kg ή σε kcal/kg.

Class or Rank	Group	Fixed Carbon (wt % dry mmf)		Volatile Matter (wt % dry mmf)		Gross Heating Value (MJ/kg moist mmf)	
		Equal or greater than	Less than	Greater than	Equal or less than	Equal or greater than	Less than
Anthracitic	1. Meta-anthracite	98			2		
	2. Anthracite	92	98	2	8		
	3. Semi-anthracite	86	92	8	14		
Bituminous	1. Low-volatile bituminous	78	86	14	22		
	2. Medium-volatile bituminous	69	78	22	31	32.55	
	3. High-volatile A bituminous	----	69	31	---	30.23	32.55
	4. High-volatile B bituminous	----	----	---	---	26.74	30.23
	5. High-volatile C bituminous	---	---	---	---	24.41	26.74
Subbituminous	Sub-bituminous A					24.41	26.74
	Sub-bituminous B					22.09	24.41
	Sub-bituminous C					19.30	22.09
Lignite	Lignite A					14.65	19.30
	Lignite B						14.65

Συγκεκριμένα οι Ελληνικούς λιγνίτες χαρακτηρίζονται ως χαμηλής ποιότητας (μικρή ενεργειακή απόδοση) και υψηλής τέφρας.

Κοίτασμα	Θερμογόνος Δύναμη (KJ/kg)	Τέφρα επί ξηρού (%)
Πτολεμαίδα-Αμύνταιο	5650	29,2
Φλώρινα	8180	39,6
Μεγαλόπολη	4350	32,6
Ελασσόνα	8300	34,8
Δράμα	4370	39,0

Πηγή : (Kavouridis, 2008)

The results of proximate and ultimate analyses and the calorific values of the lignite samples

Proximate analysis (wt. %)					
As-sampled basis	C1	C2	C3	C4	C5
Moisture	56.70	54.47	62.65	54.46	54.47
Ash	9.10	15.73	4.68	11.00	13.90
Volatile matter	21.70	19.96	19.12	21.86	21.66
Fixed Carbon	12.04	9.48	12.59	11.91	9.82
CO2	0.46	0.36	0.96	0.77	0.15
Dry basis	24.39	34.55	12.54	24.15	30.54
Ash	47.68	43.84	51.17	48.01	47.58
Volatile matter	26.92	20.82	33.71	26.15	21.56
Fixed carbon	1.01	0.79	2.58	1.69	0.32
CO2					
Ultimate analysis (wt.%)					
Dry basis					
C	45.50	38.38	51.13	43.74	40.77
H	2.69	1.83	2.28	1.82	2.02
O	22.47	20.67	29.03	25.67	22.26
N	1.70	1.58	1.35	1.41	1.43
S	1.97	2.20	1.09	1.52	2.66
CO2	1.01	0.79	2.58	1.69	0.32
Gross CV – as sampled (kcal/kg)	1838	1512	1648	1697	1326
Net CV – as sampled (kcal/kg)	1350	1150	1238	1322	1232

Πηγή : (Koukouzas et. al. 2004)

Παρά την κακή του ποιότητα, η αφθονία στην ποσότητα, καθώς και το φθινό του κόστος ως συγκριτικό πλεονέκτημα με τα άλλα εισαγόμενα καύσιμα, κατέστησαν τον ελληνικό λιγνίτη 'άμεσα εκμεταλλεύσιμο' για την ηλεκτροδότηση της χώρας στα μέσα του 20^{ου} αιώνα, κάτι που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Συγκεκριμένα, σήμερα λειτουργούν 9 Α.Η.Σ., με 22 εγκατεστημένες μονάδες.

Εκτός από τα θερμικά, η καύση του λιγνίτη έχει και κάποια άλλα χαρακτηριστικά. Αυτά είναι,

Α) η παραγόμενη ιπτάμενη τέφρα, η οποία μπορεί να φτάσει μέχρι και το 90% των συνολικών υπολειμμάτων της καύσης του άνθρακα

Β) η τέφρα του πυθμένα, που μπορεί να περιέχει μέχρι και 40% άκαυστου λιγνίτη

Γ) Η σκωρία των κλιβάνων, που μαζί με την τέφρα του πυθμένα αποτελούν το 4-6% των υπολειμμάτων της καύσης και

Δ) Τα προϊόντα αποθείωσης των καυσαερίων, διαδικασία που στην Ελλάδα συμβαίνει με φυσικό τρόπο λόγω της συνεξόρυξης των ενδιάμεσων ανθρακικών στρωμάτων, τα οποία αντιδρούν με τα οξείδια του θείου και παράγουν γύψο, η οποία και κατακάθεται.

Επίσης να σημειωθεί, ότι η θερμογόνο δύναμη των μεγάλων κοιτασμάτων τύρφης δεν απέχει πολύ από τις χαμηλότερες τιμές που αποδίδουν οι λιγνίτες. Για παράδειγμα, ο τυρφώνας στο Νησί της Έδεσσας έχει θερμογόνο δύναμη περίπου 800 kcal/kg (Christanis, 1994), κάτι που μπορεί να ληφθεί σοβαρά υπ' όψιν, δεδομένου του τεράστιου αποθέματος τύρφης στην Ελλάδα και ότι δεν απέχει πολύ από τις τιμές της Δράμας και της Μεγαλούπολης (900-1000 Kcal/kg οι χαμηλότερες τιμές).

A/A	A.Η.Σ.	Χρονιά έναρξης λειτουργίας	Εγκατεστημένη Ισχύς (MWe)	Λειτουργία (ώρες/χρόνο)	Αποδοτικότητα (%)
1	Άγιος Δημήτριος	1984	300	8427	33,4
2		1984	300	5845	33,7
3		1985	310	8143	31,9
4		1986	310	7689	32,4
5		1987	365	χωρίς στοιχεία	36,0
6	Αμύνταιο	1987	300	7227	31,9
7		1987	300	8094	32,8
8	Καρδιά	1975	300	8457	31,7
9		1975	300	7929	31,2
10		1980	300	7268	32,7
11		1981	300	6990	31,5
12	ΛΙΠΤΟΛ	1	10	1458	24,7
13		2	33	2807	24,7
14	Μεγαλόπολη Μεγαλόπολη	1970	125	7057	30,7
15		1970	125	8065	30,7
16		1975	300	7057	29,5
17		1991	300	7783	30,4
18	Πτολεμαΐδα	1959	70	8202	26,1
19		1962	125	4843	26,1
20		1695	125	8161	30,3
21		1973	300	6742	30,4
22	Φλώρινα	2003	330	Χωρίς στοιχεία	Χωρίς στοιχεία

Πηγή : (Koukouzas et. al, 2004) και (Kaldellis and Kapsali, 2014)

Κεφάλαιο 4.

Περιβαλλοντικά θέματα.

Η ενέργεια που προέρχεται από τα ορυκτά καύσιμα είναι γνωστή και ως βρόμικη ενέργεια, λόγω των επιπτώσεων που προκαλούν στο περιβάλλον. Οι γαιάνθρακες δεν θα μπορούσαν να αποτελούν εξαίρεση, με τις τεράστιες εκπομπές αερίων και την μεγάλη αλλαγή που προκαλούν στο ανάγλυφο της περιοχής να είναι τα κυρίαρχα.

Για το δεύτερο υπάρχουν προβλέψεις όπως η μετεγκατάσταση χωριών και οικισμών, καθώς και η επαναπόθεση των υπερκείμενων στείρων υλικών προς διαμόρφωση του τοπίου όσο πιο κοντά στο δυνατό. Στο συγκεκριμένο θέμα δεν έχει δοθεί ιδιαίτερο βάρος, λόγω της λήψης των παραπάνω μέτρων και της μικρότερης συγκριτικά επίδρασης στους ανθρώπους και το περιβάλλον.

Για τις εκπομπές ρύπων από την άλλη, έχει γίνει μεγαλύτερο θέμα, ακριβώς διότι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, στο κλίμα και στην ανθρώπινη υγεία είναι περισσότερες, πιο επιβλαβείς και πιο ορατές. Στην ευρωπαϊκή ένωση υπήρξε το εθνικό σχέδιο καταμερισμού (National Allocation Plan – NAP) των εκπεμπόμενων ουσιών από το 2005-2012, η Ελλάδα συμμετέχει στη συνθήκη του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή, συμμετείχε στο πρωτόκολλο του Κιότο, ενώ υπάρχει πάντα η δέσμευση από την ΕΕ για την παραγωγή 20% της ενέργειας της χώρας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέχρι το 2020.

Αν και αρχικά υπήρξε μείωση και συμμόρφωση με τους παραπάνω κανόνες που έμπαιναν στην Ελλάδα, είχε γίνει μνεία από τις αρχές του 2000 ότι εάν οι παλιοί ατμοηλεκτρικοί σταθμοί συνεχίσουν τη λειτουργία τους και τα επόμενα χρόνια, τότε θα χρειαστεί να παρθούν επιπρόσθετα συντήρησης ή επέκτασης των μέτρων μείωσης των εκπομπών (εγκατάσταση μονάδων αποθείωσης, αντικατάσταση ηλεκτροστατικών φίλτρων κ.α.) (Koukouzas et. al. 2004).

Τα επόμενα χρόνια δεν συνεχίστηκε η ίδια απόδοση. Παρά τις συνεχιζόμενες αποφάσεις και κατευθύνσεις τις ΕΕ για μείωση των εκπομπών στην Ελλάδα δεν πάρθηκε κάποιο ιδιαίτερο μέτρο με αποτέλεσμα να υπάρχει πτώση μόνο των εκπομπών CO₂, λόγω της μείωσης της ζήτησης στην αγορά, καθώς η καύση λιγνίτη παράγει το 40% του CO₂ που παράγει η χώρα ετησίως (Kaldelis and Kapsali, 2014). Επίσης, μειώθηκαν οι εκπομπές SO₂, λόγω της εγκατάστασης μονάδας αποθείωσης στον Α΄ ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

Lignite-based thermal power stations sorted by their emission factors (kg/MWhe).

ΑΗΣ	CO ₂	SO ₂	NO _x	PM
<i>Παράγοντες εκπομπής το 2011</i>				
Μεγαλόπολη Α	1652	8,70	1,09	0,42
Πτολεμαΐδα	1577	2,73	1,36	2,78
Καρδιά	1500	1,73	2,08	0,68
Άγιος Δημήτριος	1435	3,11	2,16	0,10
Αμύνταιο	1349	8,65	1,37	0,18
Μεγαλόπολη Β	1340	0,69	1,15	0,12
Φλώρινα	1210	2,29	0,82	0,2
<i>Μέσες τιμές (2001-2011)</i>				
Μεγαλόπολη Α	1733	57,14	1,17	1,95
Μεγαλόπολη Β	1475	12,16	1,29	0,14
Πτολεμαΐδα	1408	2,32	1,78	2,18
Καρδιά	1310	1,22	2,26	0,76
Αμύνταιο	1258	7,44	1,75	0,24
Άγιος Δημήτριος	1232	2,63	2,00	0,77
Φλώρινα	952	1,11	0,61	0,05

Τροποποιημένο από : (Kaldelis and Kapsali, 2014)

Σύμφωνα με εκτιμήσεις (Kaldelis et. al. 2011), μία επένδυση σε υποδομές, εκσυγχρονισμό τεχνικού εξοπλισμού και μέτρων μείωσης εκπομπών ύψους 12 δις ευρώ θα βοηθούσε την Ελλάδα να συμμορφωθεί με τις απαιτήσεις της δεύτερης φάσης του NAP, ενώ για τις χρονιές 2010-2012 θα εξοικονομούσε ήδη περίπου 3,5 δις ευρώ από τη μείωση του εισαγόμενου καυσίμου και τα πρόστιμα.

Κάτι τέτοιο δεν έγινε λόγω της απροθυμίας για οποιαδήποτε επένδυση σε όλη τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης, αλλά και λόγω της χρόνιας έλλειψης εθνικού ενεργειακού σχεδίου.

Αυτή η πολιτική βρήκε την Ελλάδα έξω από τους στόχους της ΕΕ, πληρώνοντας πρόστιμα για τους επιπλέον εκπεμπόμενους ρύπους, τα οποία θα μπορούσαν εξαρχής να είχαν επενδυθεί στη συντήρηση και τον εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής, αλλά και των μέτρων καταστολής εκπομπής ρύπων, ενώ η ΕΕ πίεζε για μείωση της ηλεκτροπαραγωγής μέσω λιγνίτη προς προώθηση καύσης του φιλικότερου προς το περιβάλλον φυσικού αερίου, το οποίο όμως είναι εισαγόμενο καύσιμο.

Συμπεράσματα.

Εν κατακλείδι, αυτό που είναι σίγουρο είναι πως οι άνθρακες κάθε βαθμού παίζουν ακόμη πολύ σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια ηλεκτροπαραγωγή, κάτι που θα συνεχιστεί και στο άμεσο τουλάχιστον μέλλον.

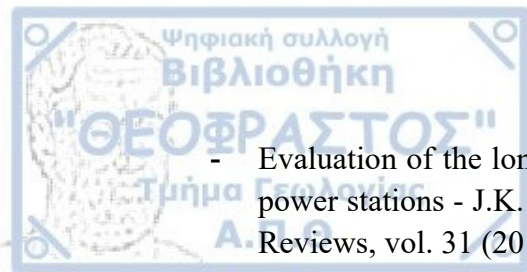
Η θέση της Ελλάδας είναι προνομιακή ως προς την αφθονία στην ποσότητα στερεών καυσίμων, καθώς με τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσης τα αποθέματα φτάνουν για τουλάχιστον άλλα 45 χρόνια, χωρίς να υπολογίζονται τα κοιτάσματα τύρφης και τα τεχνικο-οικονομικώς μη εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα λιγνίτη. Το γεγονός αυτό προσφέρει στην Ελλάδα, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα μεγάλης εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την ικανότητα ενεργειακής αυτάρκειας, κάτι που θα είχε τεράστια οικονομικά και πολιτικά οφέλη.

Από τα παραπάνω απορρέει ένα ακόμη συμπέρασμα, το οποίο είναι η ανάγκη ενός μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιαγράμματος με σκοπό τον ακριβή σχεδιασμό πρόβλεψης αναγκών, μηχανικού εξοπλισμού, εγκαταστάσεων και σταδιακών επενδύσεων με σκοπό την αντίστοιχη απόσβεση από τα οικονομικά οφέλη που θα προέρχονται από τη μείωση εισαγωγών καυσίμων. Αυτό θα επιφέρει και ταυτόχρονη ενεργειακή, οικονομική και πολιτική αυτάρκεια. Ένα πλάνο ηλεκτροπαραγωγής με μεγάλη συμμετοχή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμπλήρωμα από την καύση εγχώριου ορυκτού καυσίμου πρέπει να έχει στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων με αποτέλεσμα τη βελτίωση του περιβάλλοντος και των συνθηκών υγείας στη χώρα και ειδικά στην περιοχή των λιγνιτικών κέντρων, αλλά και την εξοικονόμηση χρημάτων που σπαταλούνται σε πρόστιμα, ενώ θα μπορούσαν να έχουν πολύ καλύτερη χρήση, όπως μείωση της τιμής του ρεύματος στους κατοίκους της χώρας.

Τέλος, θα πρέπει να συνεχίσουν οι ερευνητικές εργασίες κάθε βαθμίδας στο αντικείμενο αυτό και να επεκταθούν και πέρα από τον κλάδο της γεωλογίας με σκοπό η επιστημονική κοινότητα να πιέσει και να πλησιάσει όσο μπορεί στην επόμενη μέρα της ηλεκτροπαραγωγής στη χώρα, από πλευρά μηχανικής, μηχανολογικής, πολιτικής και οικονομικής σκοπιάς, ώστε να γίνουν κοινό κτήμα οι τεράστιες δυνατότητες της Ελλάδας στον ενεργειακό τομέα και η επιστημονική και τεχνολογική γνώση να οδεύσουν προς τα εκεί.

Βιβλιογραφία.

- Medium-Term Coal Market Report 2016
- «εξορύσσοντας το φως... μνήμες και εικόνες από λιγνίτη. 60 χρόνια ενέργεια για την Ελλάδα», ΔΕΗ, 2010
- Coal, oil shale, natural bitumen, heavy oil and peat – vol. I – Coal geology - Han Dexin, 2009, Εκδότης : Gao Jisheng Aytexasphlt
- Energy Policies of IEA Countries, 2011 Review, Greece
- 'Η βαριά βιομηχανία στην Ελλάδα' – Δημήτρης Μπάτσης, 1947, εκδόσεις 'Τα Νέα Βιβλία Α.Ε.'
- Lignite industry in Greece within a world context: Mining, energy supply and environment - Konstantinos Kavouridis, Energy Policy, vol 36 (2008), pages : 1257–1272
- The lignite electricity-generating sector in Greece : Current status and future prospects - N. Koukouzas, E. Kakaras and P. Grammelis, International Journal of Energy Research 2004, vol. 28, pages : 785–798
- The genesis of the Nissi peatland (northwestern Greece) as an example of peat and lignite deposit formation in Greece - Kimon Christanis, International Journal of Coal Geology, vol. 26 (1994), pages : 63-77
- <http://www.peatsociety.org/peatlands-and-peat/global-peat-resources-country>
- Petrology, mineralogy, and geochemistry of lignites from Crete, Greece - Thomas Gentzis, Fariborz Goodarzi, Constantinos N. Koukouzas, Anthony E. Foscolos, International Journal of Coal Geology, vol. 30 (1996), pages : 131 – 150
- Mineralogy of lignites and associated strata in the Mavropigi field of the Ptolemais Basin, northern Greece - Nikolaos Koukouzas, Colin R. Ward, Zhongsheng Li, International Journal of Coal Geology, vol. 81 (2010), pages : 182–190
- Cost combined life cycle assessment of lignite-based electricity generation - Jian Zhao, Jinglan Hong, Zhanlong Song, Qingsong Wang, Xiqiang Zhao, Chunyuan Ma, Fuel, vol. 159 (2015), pages : 666–674
- Numerical investigation on the combustion behaviour of pre-dried Greek lignite - Michalis Agraniotis, Dimitris Stamatis, Panagiotis Grammelis, Emmanuel Kakaras, Fuel, vol. 88 (2009), pages : 2385–2391
- Evaluating the ability of Greek power stations to comply with the obligations posed by the second National Allocation Plan concerning carbon dioxide emissions - J.K. Kaldellis, N. Mantelis, D. Zafirakis, Fuel, vol. 90 (2011), pages : 2884–2895
- Beneficiation of the Greek Lignites - Georgios N. Anastassakis, 2004, Coal Preparation, 24:1-2, pages : 19-34
- The perspectives of energy production from coal-fired power plants in an enlarged EU - P. Grammelis, E. Kakara and N. Koukouzas, International Journal of energy research, 2004; 28:799–815



- Evaluation of the long-term environmental performance of Greek lignite-fired power stations - J.K. Kaldellis, M.Kapsali, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 31 (2014), pages : 472–485
- Contribution of lignite in greek economy - Karageorgiou D. E., Metaxas A., Dimitriou D., Arapogiannis E., Varvarousis G., Bulletin of the Geological Society of Greece, Vol. 43, 2010, pages : 2229-2235