

Απολιγνιτοποίηση της Ελλάδας: Διαχείριση της μεταλιγνιτικής εποχής

Απόψεις και Θέσεις της Επιτροπής Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών

1. Η σημερινή κατάσταση υπό το φως των νέων δεδομένων

Μετά το 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο η Ελλάδα βασίστηκε στον λιγνίτη, ως εθνικό καύσιμο, για την ανάπτυξη της οικονομίας και τον εξηλεκτρισμό της χώρας. Το 2019, οι 8 λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ αντιστοιχούσαν στο 42% της εγκατεστημένης ισχύος της επιχείρησης και στο 56% περίπου της καθαρής ηλεκτρικής παραγωγής της. Σήμερα η χώρα οδεύει προς την απεξάρτηση από τον λιγνίτη ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (συνοπτικά απολιγνιτοποίηση), με στόχο τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και μεγαλύτερη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σύμφωνα με τις αποφάσεις της ελληνικής κυβέρνησης που δημοσιεύθηκαν τον Νοέμβριο 2019 με το νέο *Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα* (ΕΣΕΚ), στο τέλος του 2023 θα αποσυρθεί η ολότητα (εκτός μιας) των λιγνιτικών μονάδων της ΔΕΗ και θα κλείσουν τα ορυχεία λιγνίτη στις περιοχές Δυτικής Μακεδονίας και Πελοποννήσου. Στις μονάδες που θα κλείσουν περιλαμβάνονται και οι σχετικά πρόσφατες μονάδες *Μελίτη 1* (330 MW) η οποία τέθηκε σε λειτουργία το 2002 και *Άγιος Δημήτριος 5* (366 MW) η οποία τέθηκε σε λειτουργία το 1997, των οποίων η διακοπή με τεχνικο-οικονομικά κριτήρια θεωρείται πρόωρη. Μοναδική εξαίρεση είναι η νέα μονάδα *Πτολεμαΐδα 5*, ισχύος 660 MW, η οποία προβλέπεται να τεθεί σε εμπορική λειτουργία το 2021. Η μονάδα αυτή προβλέπεται να λειτουργήσει μέχρι το 2028 με λιγνίτη ή/και με μείγμα καυσίμων. Οι αποφάσεις αυτές της ελληνικής κυβέρνησης είναι από τις πλέον ριζοσπαστικές και περιβαλλοντικά ευαίσθητες στις χώρες-μέλη της ΕΕ, δεδομένου ότι στη Γερμανία προβλέπεται να παύσουν να λειτουργούν οι λιγνιτικοί Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί (ΑΗΣ) το 2038, στη Τσεχία το 2040 και στην Πολωνία το 2050.

Η απόσυρση των λιγνιτικών ΑΗΣ θα επιφέρει αλλαγές και στην τηλεθέρμανση των γειτονικών Δήμων δεδομένου ότι αυτή παρέχεται δωρεάν από τη λειτουργία των μονάδων. Στη Δυτική Μακεδονία η τηλεθέρμανση που παρέχεται σήμερα από τη ΔΕΗ στο Αμύνταιο, Πτολεμαΐδα και Κοζάνη θα μπορέσει να συνεχίσει να παρέχεται από τον νέο ΑΗΣ *Πτολεμαΐδα 5*. Παράλληλα, ο Δήμος Αμυνταίου κατασκευάζει νέα μονάδα τηλεθέρμανσης με καύσιμο λιγνίτη και βιομάζα. Γενικότερα, σημειώνεται εδώ ότι η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας (όπως και του υπολείμματος από την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων) θα προσφέρει μια αξιόπιστη λύση για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης των περιοχών της Δυτικής Μακεδονίας και της Πελοποννήσου που ήταν εξηρητημένες από τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής. Το ίδιο σημαντική θα είναι και η εισαγωγή της χρήσης του φυσικού αερίου στις μονάδες τηλεθέρμανσης.

Τα ορυχεία λιγνίτη που θα παύσουν τη λειτουργία τους θα αφήνουν «ανεκμετάλλευτα» τα τεράστια λιγνιτικά αποθέματα που θα παραμείνουν στο υπέδαφός τους. Εκτιμάται ότι μετά το κλείσιμο των λιγνιτικών μονάδων της ΔΕΗ, το 2024, στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές Πτολεμαΐδας, Αμυνταίου και Φλώρινας, θα μείνουν στο έδαφος συνολικά 775 εκατομμύρια τόνοι λιγνίτη (190 εκ. στο *Νότιο Πεδίο*, 250 εκ. στην *Καρδιά*, 50 εκ. στη *Μαυροπηγή*, 40 εκ. στο *Αμύνταιο*, 150 εκ. στη *Βεύη*, 40 εκ. στους *Λόφους Μελίτης*, 40 εκ. στο *Κλειδί*, και 15 εκ. στην *Αχλάδα*). Εξ

αυτών περίπου 30-35 εκατομμύρια τόνοι θα καταναλωθούν κατά την περίοδο 2024-2028 από τον ΑΗΣ *Πτολεμαΐδα 5*. Ταυτόχρονα «απελευθερώνονται» οι εκτάσεις των σημερινών ορυγμάτων των ορυχείων λιγνίτη. Οι εκτάσεις αυτές αποτελούνται από περίπου 200.000 στρέμματα τα οποία έχουν απαλλοτριωθεί με δαπάνες της ΔΕΗ και υπέρ αυτής, και 12.000 στρέμματα τα οποία έχουν απαλλοτριωθεί με δαπάνες της ΔΕΗ και υπέρ του Ελληνικού Δημοσίου.

Τόσο τα υπόγεια αποθέματα λιγνίτη όσο και οι επιφανειακές εκτάσεις των σημερινών ορυχείων θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ώστε να προσφέρουν στο μελλοντικό ΑΕΠ της περιοχής τους και για την αξιοποίησή τους αυτή γίνονται προτάσεις στα επόμενα.

Με βάση τα παραπάνω και με δεδομένα τα πολύ σφιχτά χρονικά περιθώρια που τέθηκαν από την ελληνική κυβέρνηση για την απολιγνιτοποίηση, προκύπτει άμεση η ανάγκη μελέτης και λήψης αποφάσεων σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για μια επιτυχημένη διαδικασία απολιγνιτοποίησης χωρίς οικονομικές επιπτώσεις στην τοπική οικονομία και κοινωνία αλλά και πλήρη αξιοποίηση των φυσικών πόρων της χώρας με τα νέα δεδομένα.

Όπως είναι φυσικό, η επιστημονική κοινότητα της χώρας μπορεί και πρέπει να κληθεί να συμβάλει στη διαδικασία διαμόρφωσης των σχετικών ενδεικνυόμενων μέτρων για την «μετά τον λιγνίτη» εποχή. Για να γίνει αυτό απαιτείται δυναμική συνεργασία μεταξύ της ΔΕΗ και των Περιφερειών Δυτικής Μακεδονίας και Πελοποννήσου από τη μια πλευρά, και των διαφόρων αρμόδιων επιστημονικών φορέων από την άλλη, π.χ. των Ερευνητικών Κέντρων που ασχολούνται με τα θέματα αυτά (Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης - ΕΚΕΤΑ, ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, κ.ά.), των Πανεπιστημιακών Ακαδημαϊκών Ιδρυμάτων (ΕΜΠ, ΑΠΘ, Πανεπιστήμιο Δ. Μακεδονίας), της Ακαδημίας Αθηνών, κ.ά.

Η Επιτροπή Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών, στην προσπάθειά της να συμβάλλει σε έναν εποικοδομητικό και επιστημονικά τεκμηριωμένο διάλογο, συνέταξε το παρόν κείμενο με τις απόψεις και εκτιμήσεις των μελών της σχετικά με τις εφικτές και ενδεικνυόμενες δράσεις και τις πιθανές επιπτώσεις τους. Διευκρινίζεται ότι το παρόν κείμενο, ειδικότερα για τις εξω-ηλεκτρικές χρήσεις του λιγνίτη, περιέχει προτάσεις, που μέχρι σήμερα δεν έχουν αξιολογηθεί με τεχνικο-οικονομικά κριτήρια για την βιωσιμότητά τους, ως βιομηχανικές και μη δραστηριότητες, στην Ελλάδα. Ως εκ τούτου η παράθεσή τους αποσκοπεί στο να τεθούν υπόψη των πολιτικών και επιχειρηματικών παραγόντων της χώρας (και της αρμόδιας κυβερνητικής επιτροπής που έχει επιληφθεί του θέματος) ορισμένες προτάσεις που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην διατήρηση της απασχόλησης στην περιοχή εφόσον κριθούν από μια πιο διεξοδική ανάλυση και μελέτη βιώσιμες με τα σημερινά δεδομένα.

2. Η συμβολή του λιγνίτη στην τοπική απασχόληση και οικονομία, σήμερα

Το σύνολο των άμεσα απασχολούμενων εργαζομένων της ΔΕΗ στους ΑΗΣ και τα ορυχεία λιγνίτη στις περιοχές Δυτικής Μακεδονίας και Πελοποννήσου (όπου υπάρχουν τα κύρια ορυχεία λιγνίτη) είναι περίπου 7000 άτομα. Σε αυτούς πρέπει να προστεθούν και άλλοι 3000 περίπου επαγγελματίες και εργαζόμενοι σε εταιρείες των οποίων η ύπαρξη και λειτουργία συνδέεται με τις δραστηριότητες της ΔΕΗ στις περιοχές που προαναφέρθηκαν. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της ΔΕΗ το μεγαλύτερο ποσοστό των εργαζομένων (πάνω από το 60%, δηλαδή περίπου 4500 εργαζόμενοι) είναι μεταξύ 31 και 50 ετών. Εκτιμάται επίσης¹ ότι από τους υπόλοιπους (δηλαδή τους άνω των 50 ετών εργαζόμενους) το 20% περίπου έχουν δυνατότητα συνταξιοδότησης εντός των επόμενων λίγων ετών, ενώ οι υπόλοιποι θα

¹ Σύμφωνα με την τελευταία έκθεση «Απολογισμός εταιρικής κοινωνικής ευθύνης και βιώσιμης ανάπτυξης» της ΔΕΗ.

μπορούσαν να συνταξιοδοτηθούν με ειδικές αλλαγές στις συνταξιοδοτικές ρυθμίσεις. Συνολικά εκτιμάται ότι οι θέσεις εργασίας που σχετίζονται με τον λιγνίτη και τις αντίστοιχες δραστηριότητες της ΔΕΗ στις προαναφερθείσες περιοχές θα είναι στη χρονική περίοδο που θα κλείσουν οι λιγνιτικές μονάδες, της τάξης των 4500 - 5000 ατόμων – υπαλλήλων της ΔΕΗ - και 2000 ατόμων στις συναφείς δραστηριότητες δηλαδή συνολικά 6500-7000 θέσεις εργασίας. Μια πιο ακριβής πρόβλεψη για το ύψος της απασχόλησης στους τομείς αυτούς, στις αρχές του 2024, θα ήταν σήμερα παρακινδυνευμένη δεδομένων των συνθηκών ρευστότητας που επικρατούν όσον αφορά το εργασιακό καθεστώς και τη γενικότερη διάρθρωση του κλάδου της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα.

Η συμβολή στην τοπική οικονομία από τη λειτουργία των σημερινών μονάδων της ΔΕΗ στις περιφέρειες της Δυτικής Μακεδονίας και Πελοποννήσου (Πτολεμαΐδα, Αμύνταιο, Φλώρινα, Μεγαλόπολη), δεν υπάρχει αμφιβολία ότι είναι σημαντική και προέρχεται κυρίως από την πρωτογενή και δευτερογενή απασχόληση στους ΑΗΣ αλλά και την προστιθέμενη αξία από την ύπαρξη των δευτερογενών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη λειτουργία των μονάδων. Υπάρχουν εξειδικευμένες μελέτες που εκτιμούν το ύψος της παραγόμενης «αξίας» από τα μεγέθη αυτά αλλά και των δυνατοτήτων αναπλήρωσής τους από εναλλακτικές δραστηριότητες στη μεταλιγνιτική εποχή στις οποίες η παρούσα έκθεση δεν θα αναφερθεί διότι δεν μπορεί να υπεισέλθει στον έλεγχο της αξιοπιστία τους.

Στην παρούσα θεώρηση θα αρκестούμε να σημειώσουμε ότι τα μεγέθη της απασχόλησης που πρέπει να αναπληρωθούν από άλλες κατάλληλες δραστηριότητες είναι σχετικά μικρά και διαχειρίσιμα και ένα μεγάλο τμήμα (αν όχι το σύνολο) αυτής της σημερινής απασχόλησης θα μπορέσει να απορροφηθεί από τις εναλλακτικές δραστηριότητες που προτείνονται. Πέρα όμως από την αναμφισβήτητη δυνατότητα πλήρους αναπλήρωσης της απασχόλησης και του τοπικού πλούτου που παράγεται σήμερα από τη λειτουργία των εργοστασίων της ΔΕΗ, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι το όποιο κόστος υπάρξει θα είναι κατά πολύ μικρότερο από το κόστος που θα υπάρξει αν δεν γίνει η απολιγνιτοποίηση. Το κόστος αυτό, είναι τεράστιο τόσο στην τοπική όσο και την εθνική οικονομία από τις μεγάλες επιπτώσεις στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία από την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων πολύτιμων φυσικών πόρων (π.χ., νερό) και την εκπομπή επιβλαβών για την υγεία ρύπων στην ατμόσφαιρα (διοξειδίο του θείου, οξειδία του αζώτου, μικροσωματίδια, βαρέα μέταλλα, μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, κ.ά.). Οι επιπτώσεις αυτές αν και άυλες μπορούν να αποτιμηθούν σε οικονομική αξία και αν γίνει αυτό θα είναι αναμφισβήτητα πολλαπλάσιας αξίας από τον παραγόμενο σήμερα «πλούτο» στην περιοχή. Υπάρχει όμως και άμεσο «υλικό» οικονομικό κόστος των σημερινών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και αυτό προέρχεται από τις υπερβάσεις των ευρωπαϊκών ορίων ρύπων και την κοστολόγησή τους σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό σύστημα αποζημιώσεων ρύπων (cap and trade).

3. Προτάσεις και δυνατότητες εναλλακτικών δραστηριοτήτων στις περιοχές των σημερινών λιγνιτικών σταθμών

Η Επιτροπή Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών με βάση την καταρχήν τεχνική και οικονομική βιωσιμότητα και εφικτότητα των σχετικών δράσεων, προτείνει την περαιτέρω διερεύνηση με στόχο την επιλογή των επικρατέστερων και άμεση υλοποίησή τους, μιας σειράς δράσεων για τις περιοχές των σημερινών λιγνιτικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι δράσεις αυτές εντάσσονται στις εξής δύο κατηγορίες:

1. Ανάπτυξη νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους χώρους των ορυχείων λιγνίτη.

2. Αξιοποίηση των λιγνιτικών κοιτασμάτων για άλλες «εξω-ηλεκτρικές» χρήσεις, δηλαδή εκτός της καύσης για παραγωγή ηλεκτρισμού.

3.1. Ανάπτυξη νέων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)

3.1.1. Φωτοβολταϊκά και αιολικά πάρκα στα εξαντλημένα ορυχεία

Οι εκτάσεις των λιγνιτωρυχείων είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών (Φ/Β) και αιολικών πάρκων, αφού εξετασθούν οι γεωμηχανικές παράμετροι των περιοχών εγκατάστασης. Η πρακτική αυτή είναι συνήθης στις περιοχές αποκατάστασης τέτοιων ορυχείων τόσο στην Ευρώπη όσο και σε άλλες περιοχές του κόσμου. Οι περιοχές Δ. Μακεδονίας και Πελοποννήσου θεωρούνται, σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη του ενωμένου ερευνητικού κέντρου της ΕΕ (Joint Research Centre, 2020), από τις πιο κατάλληλες για ανάπτυξη φωτοβολταϊκών και αιολικών πάρκων και αυτό σε σύγκριση με όλες τις άλλες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις οποίες θα πραγματοποιηθεί απολιγνιτοποίηση.

Η προετοιμασία για την ανάπτυξη τέτοιων Φ/Β πάρκων έχει ήδη ξεκινήσει από την ΔΕΗ σε συνεργασία της με ξένους οίκους για την ευρύτερη περιοχή της Πτολεμαΐδας. Σημειώνεται επίσης, ότι το 2019 ήταν εγκατεστημένα στη χώρα, συνολικά, 2.828 μεγαβάτ (MWp) ισχύος σε Φ/Β εκ των οποίων τα 2.255 MWp ευρίσκονται επί εδάφους και τα υπόλοιπα σε στέγες κτιρίων. Τα συστήματα αυτά καλύπτουν το 7% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, φέρνοντας την Ελλάδα στην τέταρτη θέση διεθνώς (μετά από Ονδούρα, Ιταλία και Γερμανία) σε ότι αφορά στη συμβολή των Φ/Β στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η αγορά των Φ/Β στην Ελλάδα, μετά από μια περίοδο κάμψης οικονομικών κυρίως λόγων, έδειξε το 2019 τα πρώτα ουσιαστικά σημάδια ανάκαμψης. Παρουσίασε μια αύξηση 3,1% σε σχέση με το 2018, παραμένει όμως σε επίπεδα σημαντικά χαμηλότερα του δυναμικού που έχει η χώρα για τέτοιου είδους συστήματα.

Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι σύμφωνα με στοιχεία του ΣΕΦ² το 2019, η αγορά φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα συντήρησε 9.000 ισοδύναμες θέσεις πλήρους απασχόλησης (άμεσες, έμμεσες και συνεπαγόμενες). Δεδομένου ότι στα τέλη του 2019 στην Ελλάδα ήταν εγκατεστημένα συνολικά 2.828 μεγαβάτ (MWp) Φ/Β, μπορεί να εξαχθεί μια κατ' αρχήν αναλογία 3 θέσεων πλήρους απασχόλησης ανά εγκατεστημένο μεγαβάτ Φ/Β. Σημειώνεται επίσης ότι η κατανάλωση νερού για τον καθαρισμό των Φ/Β πλαισίων είναι κατά μέσο όρο 0,114 m³ νερού ανά παραγόμενη MWh (εύρος τιμών 0,1-0,13 m³/MWh) ποσότητα η οποία είναι περίπου 42 φορές μικρότερη ανά παραγόμενη MWh από ένα λιγνιτικό σταθμό. Η παραπάνω αναλογία 3:1 όσον αφορά τις θέσεις εργασίας στα Φ/Β δεν αναμένεται να επιτευχθεί και στην περίπτωση των Φ/Β που αναμένεται να αναπτυχθούν στις περιοχές των ορυχείων λιγνίτη Δ. Μακεδονίας και Πελοποννήσου δεδομένου ότι οι εγκαταστάσεις αυτές θα είναι συγκεντρωμένες και όχι διάσπαρτες. Μια αναλογία 1:1 θα ήταν λογικότερη να υποτεθεί και συνεπώς η αποκατάσταση θέσεων εργασίας στις περιοχές αυτές από τα Φ/Β έχει μέτριες προοπτικές αλλά δεν θα είναι αμελητέα.

Ήδη έχουν ανακοινωθεί σημαντικές επενδύσεις σε μεγάλα φωτοβολταϊκά πάρκα από την ΔΕΗ και ξένους επενδυτές.

3.1.2. Αποθήκευση ενέργειας με μορφή αντλιοταμίευσης

Η επαναχρησιμοποίηση του υδάτινου δυναμικού των εξαντλημένων ορυχείων μπορεί να οδηγήσει στην αποθήκευση ενέργειας κατάλληλης για χρήση όταν απαιτείται.

² Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών – ΣΕΦ (<https://www.e-mc2.gr/el/news/sef-statistika-agoras-fotovoltaikon-2019>)

Η ενδεδειγμένη μέθοδος είναι η αντλιοταμίευση με τη δημιουργία τεχνητών λιμνών και χρήση των υδάτινων ταμιευτήρων ως δεξαμενές αποθήκευσης ενέργειας. Η αξιοποίηση του νερού γίνεται με τη χρήση αντλιών νερού.

3.1.3 Αξιοποίηση υπολειμματικής βιομάζας

Υπάρχει ένα θεωρητικό δυναμικό υπολειμματικής βιομάζας στην Περιφέρεια Δ. Μακεδονίας που με συντηρητικές εκτιμήσεις ανέρχεται σε 500.000 τόνους ξηράς βιομάζας/ έτος, με ενεργειακό περιεχόμενο καυσίμου της τάξης των 2.600 GWh/έτος. Με εκμετάλλευση μέρους των ποσοτήτων αυτών, είναι εφικτό να δημιουργηθεί μονάδα ηλεκτροπαραγωγής εγκαταστημένης ισχύος 25 MWe που αντιστοιχεί σε 50 τουλάχιστον θέσεις εργασίας.

3.2. Εξω-ηλεκτρικές χρήσεις του λιγνίτη

Η παύση της χρήσης του λιγνίτη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οδηγεί στην αναζήτηση άλλων, «εξω-ηλεκτρικών» χρήσεων του, που δεν θα επιβαρύνουν το περιβάλλον, τουλάχιστον όχι στον ίδιο βαθμό. Οι δυνατές τέτοιες χρήσεις που θα μπορούσαν να διερευνηθούν για υλοποίηση στις υπό εξέταση περιοχές στην Ελλάδα, εξετάζονται στα επόμενα.

3.2.1 Αεριοποίηση του λιγνίτη για παραγωγή πολυμερών και συνθετικών καυσίμων (Coal-to-chemicals)

Η αεριοποίηση του άνθρακα (λιγνίτης) για χρήση του προϊόντος (αέριο ή syngas) στην παραγωγή πολυμερών γνωρίζει αυξανόμενη χρήση στο εξωτερικό. Η συγκεκριμένη βιομηχανία (πολυμερών) επωφελείται κυρίως από τη χαμηλή τιμή κόστους της πρώτης ύλης (άνθρακας) για να παράξει πολυμερή τα οποία έχουν μεγαλύτερη αξία και αφήνουν ικανοποιητικά περιθώρια οικονομικής εκμετάλλευσης. Παρόλο αυτά, η χρησιμοποιούμενη σήμερα μέθοδος παραγωγής θεωρείται αρκετά σύνθετη και κοστοβόρος, ενώ επίσης παράγει περισσότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με αντίστοιχες μεθόδους απευθείας παραγωγής αερίου πολυμερισμού. Γι' αυτό η αεριοποίηση του λιγνίτη με τις χρησιμοποιούμενες σήμερα μεθόδους κρίνεται από πολλούς ως τεχνικά και οικονομικά ασύμφορη. Σημειώνεται, ότι η τεχνολογία θα μπορούσε να εξεταστεί μόνο σε συνδυασμό με δράσεις δέσμευσης – χρήσης – αποθήκευσης (Carbon Capture Utilization and Storage – CCUS) του διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες όμως έχουν πρακτικά απαγορευθεί από την Κυβέρνηση και τη λοιπή ΕΕ. Το ζήτημα λοιπόν είναι ενδεχομένως μακροχρόνιου ενδιαφέροντος.

Σημειώνεται, τέλος, ότι πιλοτικές δοκιμές αεριοποίησης του λιγνίτη Δυτικής Μακεδονίας για παραγωγή συνθετικού καυσίμου (syngas) έχουν πραγματοποιηθεί με επιτυχία στο παρελθόν, στα πλαίσια διαφόρων ερευνητικών προγραμμάτων.

3.2.2 Εξαγωγή Σπανίων Γαιών από τον λιγνίτη

Οι σπάνιες γαίες (Rare Earth Elements-REE) είναι γενικά απαραίτητες σε ποικίλες εφαρμογές, κινητής τηλεφωνίας, ηλεκτρονικών υπολογιστών (κυρίως σε εξαρτήματα υπολογιστικής μνήμης), επαναφορτιζόμενων μπαταριών, κ.ά. Είναι επίσης υλικά τα οποία αναμένεται να χρησιμοποιηθούν σε πολλές μελλοντικές βιομηχανικές εφαρμογές μεγάλης κλίμακας, π.χ. σε κλάδους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή την κατασκευή ηλεκτρικών αυτοκινήτων (για καταλυτικούς μετατροπείς, μαγνήτες, κ.λπ).

Η αυξανόμενη βιομηχανική ζήτηση για σπάνιες γαίες, σε συνδυασμό με τις περιορισμένες και μη-γεωγραφικά διεσπαρμένες πηγές απευθείας εξόρυξης και εμπορικής προσφοράς τους, έχουν οδηγήσει παγκοσμίως σε έντονη ερευνητική αναζήτηση εναλλακτικών πηγών εξαγωγής τους, συμπεριλαμβανομένης της ερευνητικής αναζήτησης ανάκτησης σπανίων γαιών από τον άνθρακα και τα παραπροϊόντα της καύσης/επεξεργασίας του. Μάλιστα, η ανάκτηση αυτή αποτελεί έναν από τους κεντρικούς στόχους προσφάτων ερευνητικών προγραμμάτων χρηματοδοτηθέντων από το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ (U.S. Department of Energy).

Με βάση την αξία και προοπτική που υπάρχει για τα υλικά αυτά αλλά και την έλλειψη δεδομένων για την περιεκτικότητα σε σπάνιες γαίες και το πρώιμο στάδιο της τεχνολογίας, η κατά προτεραιότητα ανάπτυξη και υποστήριξη ερευνητικών και πιλοτικών διατάξεων για την παραγωγή Σπανίων Γαιών από τον λιγνίτη, σε μια από τις υπό απολιγνιτοποίηση περιοχές, είναι μια από τις εναλλακτικές που χρήζει περισσότερης μελέτης.

3.2.3 Χρήση λιγνίτη για φίλτρα καθαρισμού και παραγωγή ενεργού άνθρακα (*activated carbon products*)

Ο ενεργός άνθρακας παρουσιάζει αυξανόμενη ζήτηση παγκοσμίως, καθώς γνωρίζει εκτεταμένη χρήση ως βασικό μέσο διαχωρισμού (φίλτρα) σε διάφορες βιομηχανικές διεργασίες, τόσο σε διεργασίες που αφορούν διαχωρισμό στην αέρια φάση (καθαρισμός καυσαερίων, συμπεριλαμβανομένης της δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων ρύπων), όσο και σε διεργασίες που αφορούν διαχωρισμό στην υγρή φάση (καθαρισμός βιομηχανικών/αστικών υδάτων, συμπεριλαμβανομένης της κατακράτησης βαρέων μετάλλων από αστικά/βιομηχανικά ύδατα). Ο ενεργός άνθρακας παράγεται κυρίως μέσω μιας επεξεργαστικής μεθόδου που χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη το μεταλλουργικό κοκ (coke). Η παγκόσμια αγορά του μεταλλουργικού κοκ ανέρχεται στα 4.72 δις δολάρια (2018) και η ετήσια παγκόσμια παραγωγή του (στις διάφορες μορφές του) ξεπερνά κατά πολύ το 1 εκατομμύριο τόνους.

Ο λιγνίτης έχει χρησιμοποιηθεί ερευνητικά με επιτυχία ως πρώτη ύλη για παραγωγή ενεργού άνθρακα, με τις τελικές κρίσιμες ιδιότητες του οποίου (κυρίως την ειδική επιφάνεια και τη συνεπακόλουθή του απόδοση ως φίλτρου) να εξαρτώνται τόσο από τη μέθοδο επεξεργασίας, όσο και από τα αρχικά χαρακτηριστικά του λιγνίτη³.

Εκτιμάται ότι οι λιγνίτες της Δυτικής Μακεδονίας και της Πελοποννήσου μπορούν να αποτελέσουν πρώτη ύλη για ανάπτυξη ενεργών ανθράκων. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές και η απόδοση των προϊόντων αυτών θα εξαρτηθούν από την κατά περίπτωση μέθοδο παραγωγής που θα επιλεγεί (μέθοδος επεξεργασίας/μετατροπής του λιγνίτη). Η ανάπτυξη παρόμοιων προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας αναμένεται να αποδώσει σημαντικά οφέλη στην προσέλκυση νέων επενδύσεων και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας με την προϋπόθεση βέβαια ότι δεν θα αποδειχθεί ασύμφορη αυτή η παραγωγή φίλτρων καθαρισμού, συγκρίνοντας με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής στις οποίες μετέχουν παγκοσμίως ισχυροί ανταγωνιστές.

3.2.4 Παραγωγή προϊόντων με βάση τα ανθρακονήματα (*carbon fibre*) από λιγνίτη

Τα ανθρακονήματα (*carbon fibers*) είναι υλικά (ίνες) υψηλής μηχανικής απόδοσης, με αντοχές γενικά μεγαλύτερες σε σχέση με τα καθιερωμένα βιομηχανικά κράματα όπως το αλουμίνιο ή πολλά είδη

3 Σημειώνεται ότι ανάλογες ερευνητικές χρήσεις έχουν γνωρίσει εκτεταμένα και τα διάφορα παραπροϊόντα της καύσης του λιγνίτη (ειδικότερα η ιπτάμενη τέφρα).

χάλυβα. Τα ανθρακονήματα γνωρίζουν εκτεταμένη χρήση σε εφαρμογές υψηλής προστιθέμενης αξίας που αξιοποιούν πολύ μεγάλες ειδικές αντοχές, όπως στην αεροναυπηγική, αεροδιαστημική, σε αγωνιστικά αυτοκίνητα, μηχανές, ποδήλατα, υπάρχουν μάλιστα παγκόσμια ισχυροί ανταγωνιστές.

Η εκτεταμένη χρήση των ανθρακονημάτων σε καθημερινές εφαρμογές περιορίζεται δραστικά από το πολύ υψηλό κόστος τους, το οποίο κυρίως οφείλεται στο υψηλό κόστος των προδρόμων υλικών τους. Τα τελευταία χρόνια γίνονται συστηματικές ερευνητικές προσπάθειες με στόχο να προκύψουν εναλλακτικά πρόδρομα υλικά ανθρακονημάτων μέσω επεξεργασίας ανθράκων χαμηλού θερμογόνου δύναμης και βιομάζας. Λιγνίτες από την Αυστραλία έχουν χρησιμοποιηθεί με σχετική επιτυχία σε αυτή την προσπάθεια, σε εργαστηριακή κλίμακα.

Παρότι η παραγωγή ανθρακονημάτων από το λιγνίτη φαίνεται προς το παρόν τεχνικά πρόωρη και οικονομικά ασύμφορη, εκτιμάται ότι η ωρίμανση αυτών των μεθόδων μπορεί να συμπεριλάβει τη χρήση και των λιγνιτών Δυτικής Μακεδονίας και Πελοποννήσου ως πρόδρομα υλικά ανθρακονημάτων. Σημειώνεται ότι ρινίδια άνθρακα (coal pitch) χρησιμοποιούνται ήδη εκτεταμένα σε βιομηχανικές εφαρμογές σε Ιαπωνία και ΗΠΑ ως πρόδρομα υλικά ανθρακονημάτων. Συνεπώς, η επεξεργασία των λιγνιτών Δυτικής Μακεδονίας και Πελοποννήσου θα μπορούσε να διερευνηθεί δυνητικά και προς αυτή την κατεύθυνση.

Άλλα προϊόντα πολύ υψηλής προστιθέμενης αξίας, τα οποία μπορούν, δυνητικά, να προκύψουν από λιγνίτες, είναι οι νανο-σωλήνες άνθρακα (carbon nanotubes) και το γραφένιο (graphene). Στα πλαίσια των γενικών δράσεων που προτείνονται να αναπτυχθούν σχετικά με τις εξω-ηλεκτρικές χρήσεις του λιγνίτη προτείνεται να περιληφθούν τόσο τα ανθρακονήματα όσο και οι παραπάνω δύο περιπτώσεις (νανο-σωλήνες και γραφένιο).

3.2.5 Παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών από λιγνίτη

Σύμφωνα με τη Διακήρυξη του Παρισιού για το κλίμα, των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Climate Change Conference, Paris, COP21) θα πρέπει να επιδιωχθεί η καλλιέργεια στις ερημοποιημένες περιοχές του πλανήτη με χρήση κατάλληλων εδαφοβελτιωτικών. Ο λιγνίτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων ή άλλων εδαφοβελτιωτικών σε περιοχές όπου υπάρχει ερημοποίηση ή ανάγκη για επανακαλλιέργεια λόγω της κλιματικής αλλαγής ή της μη σωστής διαχείρισης της γης.

Ο λιγνίτης που συνήθως χρησιμοποιείται για τις εφαρμογές αυτές είναι τύπου “λεοναρδίτη” και με την εφαρμογή κατάλληλων χημικών μεθόδων παράγεται ένα προϊόν με υψηλό ποσοστό χουμικού οξέος. Τα οργανοχουμικά λιπάσματα, σε σύγκριση με τα χημικά λιπάσματα, έχουν χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά του εδάφους και είναι σημαντικά εδαφοβελτιωτικά λιπάσματα.

Ορισμένοι συγκεκριμένης σύστασης λιγνίτες της Δυτικής Μακεδονίας και Πελοποννήσου είναι κατάλληλοι για παραγωγή τέτοιων οργανοχουμικών λιπασμάτων, κάτι το οποίο θα αυξήσει αφενός μεν την προσέλκυση επενδύσεων και αφετέρου τις εξαγωγές. Είναι λοιπόν ρεαλιστική και άμεσα εφαρμόσιμη η πρόταση παραγωγής εδαφοβελτιωτικών από λιγνίτη για τη βελτίωση των εδαφών της περιοχής μπορεί μάλιστα να εφαρμοσθεί σε συνδυασμό με την υπάρχουσα γενική πρόταση στα πλαίσια της ανάπτυξης των ΑΠΕ για παραγωγή βιομάζας με την αξιοποίηση της γεωργικής και χορτολιβαδικής έκτασης της περιοχής Δυτικής Μακεδονίας, τμήμα της οποίας μπορεί να θεωρηθεί ως αρδευτική έκταση με άντληση νερού από τις γεωτρήσεις της ΔΕΗ, από το ρέμα Σουλού και από τον Αλιάκμονα.

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για καύση όσο και για παραγωγή βιοαερίου και βιοκαυσίμων με πολλαπλά οφέλη για την ελληνική οικονομία. Παράλληλα ευνοείται ταυτόχρονα η παραγωγή

ζωοτροφών για την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας. Οι εν λόγω δραστηριότητες θα συμβάλουν στην απασχόληση σημαντικού μέρους του τοπικού ανθρώπινου δυναμικού και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

3.2.6 Ανάπτυξη ενεργειακών καυσίμων

Με στόχο την ενεργειακή ανάπτυξη της περιοχής, σε απόλυτη προτεραιότητα τίθεται η ανάπτυξη ενεργειακών καυσίμων στα εδάφη των ορυχείων με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για την Πτολεμαίδα 5 και για προηγμένα βιοκαύσιμα. Η δραστηριότητα αυτή ταιριάζει με τις ειδικότητες του ανθρώπινου δυναμικού της περιοχής, έχει μεγάλη μόχλευση οικονομικής δραστηριότητας και απασχόλησης, αξιοποιεί την αποκατάσταση εδαφών που έχει υποχρέωση η ΔΕΗ και είναι μεγάλης ενεργειακής και περιβαλλοντικής σημασίας.

4. Εκτίμηση επιπτώσεων των προτεινόμενων δράσεων

Οι παραπάνω προτάσεις θα πρέπει να μελετηθούν και αξιολογηθούν αναλυτικότερα με βάση συγκεκριμένα στοιχεία και αναλύσεις που δεν είναι στις χρονικές και υλικές δυνατότητες της Επιτροπής Ενέργειας της Ακαδημίας να διεξάγει. Γίνεται όμως μια ποιοτική και κατά το δυνατόν αντικειμενική πρώτη αξιολόγησή τους με βάση την εμπειρία των μελών της Επιτροπής όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Στον Πίνακα αυτόν αξιολογούνται οι διάφορες προτεινόμενες δραστηριότητες και έργα με βάση πέντε βασικά κριτήρια. Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται είναι πέντε και είναι προσανατολισμένα στις ανάγκες της «αγοράς» δηλαδή την προσέλκυση επενδύσεων για υλοποίηση των αναγκαίων έργων. Τα κριτήρια είναι:

1. *Ωριμότητα της σχετικής τεχνολογίας* ως προς την έξοδο στις αγορές δηλαδή να έχει περάσει τα στάδια της έρευνας – πιλοτικής εφαρμογής – απόδειξης της σκοπιμότητας,
2. *Θέσεις εργασίας που αναμένεται να δημιουργηθούν,*
3. *Εκτίμηση του αν υπάρχει έτοιμη αγορά για την παραγωγή προϊόντος,*
4. *Δυνατότητα για προσέλκυση επενδύσεων, και*
5. *Δυνατότητα για εξαγωγές.*

Πίνακας 1: Οι προτάσεις για την μετά τον λιγνίτη εποχή, αξιολογημένες με πέντε κριτήρια «αγοράς».

Προτάσεις	Ωριμότητα Τεχνολογίας	Θέσεις Εργασίας	Παραγωγή Προϊόντος	Προσέλκυση Επενδύσεων	Εξαγωγές	Μ.Ο. βαθμών – Συμπέρασμα
Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) και Αιολικά πάρκα στα εξαντλημένα ορυχεία	10	5	10	9	1	7 Πολλά υποσχόμενη
Αποθήκευση ενέργειας στα ορυχεία	7	7	7	2	2	5 υποσχόμενη
Αεριοποίηση λιγνίτη για παραγωγή πολυμερών και συνθετικών καυσίμων -Coal-to-chemicals	10	7	7	7	10	5- Πιθανόν υποσχόμενη
Εξαγωγή Σπανίων	2	2	5	8	10	5+

Προτάσεις	Ωριμότητα Τεχνολογίας	Θέσεις Εργασίας	Παραγωγή Προϊόντος	Προσέλκυση Επενδύσεων	Εξαγωγές	Μ.Ο. βαθμών – Συμπέρασμα
<i>Γαιών (Rare Earth Elements) από τον λιγνίτη</i>						υποσχόμενη
<i>Χρήση λιγνίτη για φίλτρα καθαρισμού και παραγωγή ενεργού άνθρακα (activated carbon products)</i>	10	5	5	5	10	7+ Πολλά υποσχόμενη
<i>Παραγωγή προϊόντων με βάση τα ανθρακονήματα (carbon fibre) από λιγνίτη</i>	5	3	3	3	10	5- Πιθανόν υποσχόμενη
<i>Παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών από λιγνίτη</i>	10	8	10	10	10	9+ Πολλά υποσχόμενη
<i>Ανάπτυξη ενεργειακών καυσίμων</i>	10	8	10	10		9+ Πολλά υποσχόμενη

Σημείωση: Βαθμολογία: 10 = Πολύ θετικό, 1=Αρνητικό. Η αξιολόγηση με βάση τον μέσο όρο (Μ.Ο.) είναι: Έως 5: «Μη ή πιθανόν υποσχόμενη», από 5-7 «υποσχόμενη», άνω του 7 «πολλά υποσχόμενη».

5. Ανάπτυξη / υποστήριξη έρευνας και καινοτομίας

Η ανάπτυξη έρευνας και καινοτομίας στους τομείς που προαναφέρθηκαν είναι η ικανή και αναγκαία συνθήκη για ανάπτυξη και λειτουργία των περισσότερων από τις προτεινόμενες δράσεις στην προηγούμενη ενότητα. Η ανάπτυξη ή η υποστήριξη της έρευνας και καινοτομίας είναι και μια αυτοδύναμη «μεταλιγνιτική» δραστηριότητα που ενδείκνυται να υποστηριχθεί για τις περιοχές που θίγονται. Στην περιοχή της Δ. Μακεδονίας υπάρχει ήδη μεγάλη ερευνητική κοινότητα στα πλαίσια της λειτουργίας του Πανεπιστημίου Δ. Μακεδονίας και του ΕΚΕΤΑ (Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης). Επίσης στην περιοχή της Μεγαλόπολης υπάρχουν μεμονωμένες ερευνητικές μονάδες. Χρειάζεται μια συστηματική και επικεντρωμένη ενίσχυση, ανασύσταση και ενδυνάμωση των φορέων έρευνας στις δύο αυτές «μεταλιγνιτικές» περιοχές και επικέντρωσή τους στη διερεύνηση των τεχνολογιών και τεχνικών παραγωγής των κατά προτεραιότητα αναπτύξεων που θα επιλεγούν για τις περιοχές αυτές.

Ήδη οι περισσότεροι από τους παραπάνω προτεινόμενους τομείς δράσεων για την μετα-λιγνιτική εποχή απαιτούν την ύπαρξη υποστηρικτικών ερευνητικών και καινοτομικών δραστηριοτήτων από συμπαγείς και καλά εξοπλισμένες ερευνητικές ομάδες και ερευνητικά κέντρα. Ενδεικτικά επισημαίνονται οι παρακάτω τομείς στους οποίους χρειάζεται ανάπτυξη (ή ενδυνάμωση υπαρχουσών) ερευνητικών δραστηριοτήτων σύμφωνα και με τις προτάσεις μας στην προηγούμενη ενότητα:

- (1) Τεχνολογίες Δέσμευσης, Χρήσης και Αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα (Carbon Capture Utilisation and Storage - CCUS). (Παρά την υφιστάμενη και ενδεχομένως αναθεωρητέα απαγόρευση). Ειδικά ως προς την αποθήκευση, πρέπει να μελετηθεί η μεταφορά του υπερβάλλοντος CO₂ από τις δραστηριότητες στις μεταλιγνιτικές περιοχές σε υπόγειους γεωλογικούς ταμιευτήρες (π.χ. περιοχή του Πρίνου) αλλά και μεταφοράς προς τους ταμιευτήρες αυτούς, του CO₂ από άλλες περιοχές της χώρας από δραστηριότητες που το παράγουν εκεί.
- (2) Έρευνα για τις τεχνικές και διαδικασίες παραγωγής προϊόντων από εξω-ηλεκτρικές χρήσεις του λιγνίτη όπως π.χ. παραγωγή μεθανόλης, συνθετικών καυσίμων, σπανίων γαιών, ενεργού άνθρακα, ανθρακονημάτων, νανο-σωλήνων, γραφενίου, κ.ά.

6. Αναγκαίες προπαρασκευαστικές ενέργειες

Για την προώθηση των παραπάνω, πρέπει να ξεκινήσουν άμεσα και κατά προτεραιότητα αναγκαίες προπαρασκευαστικές ενέργειες με στόχο:

- (α) Την τεχνική αξιολόγηση και επιλογή των επιθυμητών τελικών δράσεων.
- (β) Τη δημιουργία συγκεκριμένων master plans για τις αναπτύξεις που θα εγκριθούν.
- (γ) Την προετοιμασία των αναγκαίων νομοθετικών και άλλων διοικητικών πράξεων που θα απαιτηθούν.

Προτείνεται επίσης η συστηματική καταγραφή των κοινωνικο-οικονομικών προβλημάτων που προκύπτουν από την απολιγνιτοποίηση στις αντίστοιχες περιοχές και η πιο αναλυτική και λεπτομερής μελέτη των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων που θα έχουν οι αναπτύξεις και δράσεις που θα επιλεγούν περιλαμβανομένων και προτάσεων σχετικά με την κάλυψη των αναγκών που δημιουργούνται από την ταχύτερη δυνατή υλοποίηση των προτεινόμενων μέτρων.