

Τεχνική Αναφορά: Ενεργειακοί Πόροι και Τεχνολογίες Υποκατάστασης του Λιγνίτη σε Συνθήκες Μεταλιγνιτικής Εποχής για την Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας

ΤΕΕ

ΤΜΗΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	3
2. Το μέλλον του λιγνίτη στη Δυτική Μακεδονία	5
3. Ενεργειακοί πόροι υποκατάστασης του λιγνίτη	8
Σενάριο Α: Κλιμακούμενη απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων –απουσία δράσεων γέφυρας -Σενάριο αναφοράς.....	8
Σενάριο Β: Κλιμακούμενη απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων –ανάληψη δράσεων γέφυρας μικρής και μεσαίας κλίμακας.....	9
Β.1 Μερική υποκατάσταση του λιγνίτη με φυσικό αέριο (lignite to natural gas).....	9
Β.2 Κλιμακούμενη υποκατάσταση του λιγνίτη με βιομάζα (lignite to biomass).....	10
Β.3 Αξιοποίηση ξηρού λιγνίτη σε αποκεντρωμένα ενεργειακά συστήματα	12
Σενάριο Γ: Κλιμακούμενη απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων –ανάληψη δράσεων γέφυρας μεγάλης κλίμακας	13
Γ.1 Αεριοποίηση λιγνίτη (lignite to gas)	13
Γ.2 Τεχνολογία HYDROSOL	15
4.Ωριμότητα των τεχνολογιών υποκατάστασης του λιγνίτη	17
4.1 Μερική υποκατάσταση του λιγνίτη με φυσικό αέριο	17
4.2 Μερική υποκατάσταση του λιγνίτη με βιομάζα	17
4.3 Αξιοποίηση ξηρού λιγνίτη σε αποκεντρωμένα ενεργειακά συστήματα	18
4.4 Αεριοποίηση λιγνίτη.....	18
4.5 Τεχνολογία HYDROSOL.....	19
5. Συμπεράσματα	20
6. Αναφορές	21
Παράρτημα 1: Χρονοδιάγραμμα απόσυρσης λιγνιτικών μονάδων	23

1. Εισαγωγή

Η εντατική εκμετάλλευση των εγχώριων λιγνιτικών αποθεμάτων με κίνητρο τον εξηλεκτρισμό της Ελλάδας και στόχο την ασφάλεια του εθνικού ενεργειακού εφοδιασμού, απεδείχθη εκ του αποτελέσματος ως συνετή, ρεαλιστική και αποτελεσματική επιλογή. Εδώ και εξήντα περίπου χρόνια, τόσο η ανταγωνιστικότητα της εθνικής μας οικονομίας όσο και η ενεργειακή αυτάρκεια της Χώρας, στηρίχτηκαν σε μεγάλο βαθμό στα λιγνιτικά αποθέματα του ενεργειακού άξονα της Δυτικής Μακεδονίας.

Όμως, όπως όλα τα ορυκτά καύσιμα, οι λιγνίτες αποτελούν μια μη ανανεώσιμη πηγή πρωτογενούς ενέργειας. Τα αποθέματα είναι δεδομένα και περιορισμένα τόσο με ποσοτικούς όσο και ποιοτικούς όρους. Η εξάντληση των αποθεμάτων δεν αφορά μόνον στα ποσοτικά μεγέθη αλλά σχετίζεται παράλληλα και με την ποιότητα των κοιτασμάτων. Η ολίσθηση της ποιότητας έχει σημαντική επίδραση στη διαμόρφωση του κόστους εξόρυξης αλλά και στην ασφαλή τροφοδοσία των ατμοηλεκτρικών σταθμών.

Κάτω από την πίεση των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων, την είσοδο ανταγωνιστικών καυσίμων στην ηλεκτροπαραγωγή αλλά και της νομοτελειακής εξάντλησης των αποθεμάτων στερεών ορυκτών καυσίμων, πολλές χώρες αναζητούν τεχνικά εφικτούς και οικονομικά βιώσιμους τρόπους υποκατάστασης των γαιανθράκων. Αναζητούν τεχνικές λύσεις και επεξεργάζονται πολιτικές ώστε η εξάντληση των αποθεμάτων να επιφέρει τις ελάχιστες δυνατές αρνητικές επιπτώσεις στις τοπικές οικονομίες όπου παράγονται και αξιοποιούνται στερεά ορυκτά καύσιμα. Η πρακτική αυτή περιγράφεται στη διεθνή βιβλιογραφία με τους όρους «coal to biomass», «coal to natural gas», ή «coal to liquid». Οι προαναφερόμενοι όροι δίνουν με κωδικοποιημένο τρόπο τις τεχνικές δυνατότητες μετάβασης από ένα δεδομένο στερεό ορυκτό καύσιμο, σε μια νέα ενεργειακή πηγή ή ενεργειακό φορέα. Κοινή συνιστώσα των πρακτικών αυτών αποτελεί η αξιοποίηση του λιγνίτη ή του άνθρακα ως γέφυρα μετάβασης σε μια νέα ενεργειακή εποχή, αξιοποιώντας τόσο τις υπάρχουσες υποδομές όσο και τη συσσωρευμένη τεχνογνωσία των περιοχών αναφοράς.

Σύμφωνα με τις υπάρχουσες μελέτες, με αφετηρία το 2016 θα υπάρξει μια κλιμακούμενη μείωση της λιγνιτικής παραγωγής στη Δυτική Μακεδονία η οποία θα κορυφωθεί το 2050. Η κλιμάκωση αυτή θα συνοδευτεί από απώλεια θέσεων εργασίας αλλά και από μια γενικότερη απώλεια πλούτου για την περιφέρεια, ως απόρροια της υψηλής οικονομικής επίδρασης της λιγνιτικής βιομηχανίας στην ευρύτερη περιοχή [1]. Αυτών δεδομένων, η περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας οφείλει άμεσα να διαμορφώσει πολιτικές και στρατηγικές στην κατεύθυνση μιας νομοτελειακά χαμηλής έως μηδενικής εξάρτησης από τους λιγνίτες.

Στόχο της παρούσας τεχνικής αναφοράς αποτελεί η αποτύπωση και η ανάδειξη των εναλλακτικών ενεργειακών πόρων και τεχνολογιών οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να υποκαταστήσουν κλιμακωτά τους εγχώριους λιγνίτες, προκειμένου η περιοχή μας να διανύσει ομαλά και βιώσιμα τη μεταλιγνιτική εποχή, διατηρώντας και διευρύνοντας τον ενεργειακό της χαρακτήρα, κεφαλαιοποιώντας τη συσσωρευμένη τεχνογνωσία και τις υπάρχουσες υποδομές στον τομέα της ενέργειας.

2. Το μέλλον του λιγνίτη στη Δυτική Μακεδονία

Τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα της Δυτικής Μακεδονίας ανέρχονται σε 1,5 δισεκατομμύρια τόνους λιγνίτη τα οποία προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά στην τροφοδοσία των λιγνιτικών μονάδων της περιοχής [2]. Μεγάλο μέρος της λιγνιτικής ισχύος σχεδιάζεται να αποσυρθεί μέσα στην επόμενη δεκαετία, είτε λόγω παλαιότητας των εγκατεστημένων μονάδων είτε λόγω τεχνο-οικονομικής αδυναμίας προσαρμογής τους στις νομικά δεσμευτικές περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Παράλληλα, το 2018 αναμένεται να ενταχθεί στο σύστημα η νέα λιγνιτική μονάδα, γνωστή ως Πτολεμαΐδα V. Το χρονοδιάγραμμα απόσυρσης των μονάδων παρατίθεται στο Παράρτημα Ι.

Με βάση το χρονοδιάγραμμα απόσυρσης ή ένταξης καινούργιων μονάδων στο σύστημα και γνωρίζοντας τις απαιτούμενες καταναλώσεις και τα αποθέματα λιγνίτη, καταλήγουμε στο πρώτο βασικό συμπέρασμα [3]:

Στα τέλη του 2050 και αν εκτός της Πτολεμαΐδας V δεν ενταχθεί στο σύστημα άλλη καινούργια λιγνιτική μονάδα, θα απομένουν στη Δυτική Μακεδονία περίπου 750 εκατομμύρια τόνοι λιγνίτη.

Οι ποσότητες αυτές είναι ικανές να εξασφαλίσουν την τροφοδοσία δύο καινούργιων μονάδων στην περιοχή μας, μία στη Φλώρινα και μία στη Κοζάνη, πέραν της Πτολεμαΐδας V. Η αξιοποίηση των αποθεμάτων για την τροφοδοσία των δύο αυτών μονάδων, με προοπτική κατασκευής το 2022, θα προσδιοριστεί από τους ακόλουθους παράγοντες:

- ✓ Τη διαμόρφωση του λόγου των τιμών φυσικού αερίου /άνθρακα και του κόστους ανά δικαίωμα εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η διαφορά (spreads) του κόστους άνθρακα και φυσικού αερίου θα καθορίζει μελλοντικά το καύσιμο που θα επιλεγεί για χρήση στην ηλεκτροπαραγωγή. Η χρήση άνθρακα οδηγεί σε μεγαλύτερες εκπομπές CO₂, άρα μειώνεται η τιμή τους σε σχέση με το φυσικό αέριο και άρα αυξάνονται οι τιμές των δικαιωμάτων ρύπων. Αντίθετα, η μείωση της τιμής του φυσικού αερίου σε σχέση με τον άνθρακα οδηγεί σε χαμηλότερες τιμές των δικαιωμάτων ρύπων.
- ✓ Την εξέλιξη της εφαρμογής της τρίτης φάσης του Συστήματος Εμπορίας Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η τρίτη φάση του συστήματος εμπορίας των εκπομπών CO₂ έχει ήδη τεθεί σε εφαρμογή από τον Ιανουάριο του 2013 και θα ισχύσει μέχρι το 2020. Προβλέπει σημαντικές αλλαγές, με κυρίαρχη την προοπτική οριοθέτησης

συγκεκριμένου αριθμού δικαιωμάτων εκπομπών τα οποία θα μειώνονται ετησίως κατά ένα σταθερό ποσοστό. Αυτό σημαίνει ότι το σύνολο σχεδόν των αδειών θα δημοπρατούνται, με συνέπεια η ηλεκτροπαραγωγή από λιγνίτη να βαίνει κλιμακούμενα λιγότερο ανταγωνιστική απέναντι στο φυσικό αέριο, ιδιαίτερα για τις μονάδες με χαμηλή απόδοση.

- ✓ Τις τεχνολογικές εξελίξεις στις καθαρές τεχνολογίες καύσης του λιγνίτη και κυρίως στις προκλήσεις που σχετίζονται με την δέσμευση, συλλογή και αποθήκευση του CO₂. Η δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα από ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα (Carbon Capture and Storage-CCS), αποτελεί επί του παρόντος μη εμπορική τεχνολογία η οποία βρίσκεται στο στάδιο της επίδειξης. Υπάρχουν σημαντικά προβλήματα που σχετίζονται τόσο με το κόστος εφαρμογής της τεχνολογίας όσο και της διαχείρισης των χώρων αποθήκευσης. Ιδιαίτερα για την Ελλάδα, το ΥΠΕΚΑ δεν έχει ξεκάθαρη θέση και άποψη αναφορικά με την προοπτική της συγκεκριμένης τεχνολογίας για τη Χώρα μας, δεδομένου ότι ακόμη δεν έχει παρουσιάσει το νομικό πλαίσιο που θα υιοθετήσει την Οδηγία 2009/31/ΕΚ στο εθνικό μας δίκαιο.
- ✓ Το επίπεδο διείδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και των έργων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η αυξανόμενη διείδυση των ΑΠΕ θα έχει ως συνέπεια τη μεγάλη αύξηση του Ειδικού Τέλους Μείωσης των Εκπομπών Αερίων Ρύπων (ETMEAP), με παράλληλη μείωση των συντελεστών χρήσης των υποδομών που σχετίζονται με τη συμβατική παραγωγή, δηλαδή των λιγνιτικών και των μονάδων φυσικού αερίου. Η μείωση αυτή θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στο κόστος της ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη δεδομένου ότι τα σταθερά κόστη θα επιμερίζονται σε μικρότερα φορτία. Κατά συνέπεια, οι επενδύσεις σε νέες λιγνιτικές μονάδες θα καθίστανται λιγότερο ελκυστικές.

Παράλληλα, το οικονομικό περιβάλλον εμφανίζεται ιδιαίτερα δυσμενές σε εθνικό επίπεδο, με βασικά χαρακτηριστικά την αύξηση του επιχειρηματικού και πιστωτικού κινδύνου και την αρρυθμία των χρηματορροών. Η αύξηση του κόστους δανεισμού θα έχει σαφείς αρνητικές επιπτώσεις τόσο στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας όσο και στον διαχειριστή των δικτύων μεταφοράς, ενώ οι δυσμενείς αυτές συνθήκες δεν διαγράφονται με παροδικά χαρακτηριστικά αλλά τείνουν να παγιωθούν. Επιπλέον, οι προδιαγραφόμενες οικονομικές συνθήκες στην ευρύτερη περιοχή της Νότιο-Ανατολικής Ευρώπης, δεν επιτρέπουν την μερική έστω ανάταξη και δεν βοηθούν την εξωστρέφεια των ελληνικών επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον ενεργειακό τομέα.

Λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη ότι σε αντίθεση με τα αποθέματα πετρελαίου ή φυσικού αερίου οι λιγνίτες δεν χαρακτηρίζονται ως στρατηγικά αποθέματα και η

ευκαιριακή απαξίωσή τους καθίσταται νομοτελειακά μη αναστρέψιμη, η στρατηγική της Δυτικής Μακεδονίας απέναντι στις προαναφερόμενες προκλήσεις εστιάζεται στα ακόλουθα:

1. Εκμετάλλευση του συνόλου των λιγνιτικών αποθεμάτων της Δυτικής Μακεδονίας
2. Χρονική ολίσθηση της μεταλιγνιτικής εποχής με τεχνολογικά εφικτές και οικονομικά βιώσιμες πρακτικές
3. Αξιοποίηση του λιγνίτη ως γέφυρα μετάβασης σε μια νέα ενεργειακή εποχή
4. Διατήρηση του ενεργειακού χαρακτήρα της Περιφέρειας με αναδυόμενες τεχνολογίες μακράς πνοής

Βεβαίως, οι παραπάνω στρατηγικοί άξονες αφορούν μόνο στις ενεργειακές τεχνολογίες υποκατάστασης του λιγνίτη και θα δράσουν συμπληρωματικά στις γενικότερες παρεμβάσεις, στα μέτρα και στις πολιτικές που θα αντιμετωπίσουν συνολικά τις προκλήσεις της μεταλιγνιτικής εποχής για τη Δυτική Μακεδονία.

3. Ενεργειακοί πόροι υποκατάστασης του λιγνίτη

Η αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας οι οποίες θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν τους λιγνίτες, να διατηρήσουν και να διευρύνουν τον ισχυρό ενεργειακό χαρακτήρα της Δυτικής Μακεδονίας, δεν είναι ούτε εύκολη ούτε απλή υπόθεση. Επί του πρακτέου, καμία πηγή πρωτογενούς ενέργειας δεν μπορεί να διασφαλίσει τις θέσεις εργασίας και την ισχυρή οικονομική επίδραση της λιγνιτικής βιομηχανίας. Η εξόρυξη, διακίνηση και καύση του λιγνίτη είναι μια διαδικασία εντάσεως εργασίας, με αποτέλεσμα να επιδρά με σαρωτικό τρόπο στην οικονομική και αναπτυξιακή πορεία της περιοχής εφαρμογής.

Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική, τόσο η ποσοτική όσο και η ποιοτική εξάντληση των αποθεμάτων στερεών ορυκτών καυσίμων, συνοδεύεται από τις απαραίτητες «δράσεις γέφυρας», προκειμένου η αξιοποίηση των αποθεμάτων να γεφυρώσει αποτελεσματικά το χάσμα μεταξύ λιγνιτικής και μεταλιγνιτικής εποχής.

Για την περίπτωση της Δυτικής Μακεδονίας, τα αναδυόμενα σενάρια προκειμένου να επιτευχθεί μια ομαλή μετάβαση σε συνθήκες μεταλιγνιτικής εποχής, έχουν ως ακολούθως:

Σενάριο Α: Κλιμακούμενη απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων – απουσία δράσεων γέφυρας -Σενάριο αναφοράς

Στο σενάριο αυτό, οι λιγνιτικές μονάδες της περιοχής αποσύρονται σταδιακά σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα που ήδη έχει παρουσιάσει η ΔΕΗ ΑΕ, ενώ το 2018 τίθεται σε λειτουργία η νέα λιγνιτική μονάδα Πτολεμαΐδα V. Στον ενεργειακό άξονα της Δυτικής Μακεδονίας θα απομένουν ανεκμετάλλευτοι 750 εκ τόνοι λιγνίτη και το 2050 περίπου η λιγνιτική παραγωγή θα μηδενιστεί.

Οι επιπτώσεις του σεναρίου αυτού είναι προδιαγεγραμμένες. Ισχυρή αποβιομηχάνιση, απώλεια του ενεργειακού χαρακτήρα της περιοχής, κίνδυνος αποσταθεροποίησης του οικονομικού ιστού σε επίπεδο περιφέρειας, δυσκολία ανάταξης της τοπικής οικονομίας.

Το σενάριο αυτό θα μπορούσε να επιταχυνθεί με δραματικό τρόπο για την περιοχή μας, από δύο εξωγενείς παράγοντες [3] :

1. Διοικητική παρέμβαση από την πλευρά της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με στόχο τον καθορισμό ελάχιστης τιμής των δικαιωμάτων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, προκειμένου να προωθηθούν οι τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης του CO₂.

2. Αποδέσμευση της τιμής του φυσικού αερίου από τη ρήτρα πετρελαίου, όπως συνέβη το 2011 στις ΗΠΑ. Η εξέλιξη αυτή είχε ως αποτέλεσμα να αναθεωρηθεί το χρονοδιάγραμμα απόσυρσης των μονάδων στερεών καυσίμων στη συγκεκριμένη χώρα, από 50.000 MW σε 70.000 MW.

Επιπλέον, το σενάριο Α οδηγεί σε μηδενική προοπτική αξιοποίησης των κοιτασμάτων ορυκτών στερεών καυσίμων σε Ελασσόνα και Δράμα, οδηγώντας τη Χώρα μας σε ολοκληρωτική εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα.

Σενάριο Β: Κλιμακούμενη απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων – ανάληψη δράσεων γέφυρας μικρής και μεσαίας κλίμακας

Το σενάριο αυτό προϋποθέτει την ανάληψη δράσεων και παρεμβάσεων οι οποίες συσσωρευτικά θα έχουν τη δυνατότητα να επεκτείνουν την ενεργειακή δραστηριότητα στη Δυτική Μακεδονία αλλά κυρίως, να θέσουν τα θεμέλια για μια ουσιαστική διεύρυνση του ενεργειακού μίγματος του ενεργειακού μας άξονα. Προϋποθέτει επιπλέον τη χρήση του λιγνίτη σε αποκεντρωμένα συστήματα τηλεθέρμανσης σε επίπεδο Περιφέρειας.

B.1 Μερική υποκατάσταση του λιγνίτη με φυσικό αέριο (lignite to natural gas)

Η αξιοποίηση του φυσικού αερίου στους υπάρχοντες θερμικούς λιγνιτικούς σταθμούς μπορεί να γίνεται πρωτίστως κατά τη φάση εκκίνησης των μονάδων, υποκαθιστώντας με τον τρόπο αυτό το σημαντικά ακριβότερο και ρυπογόνο πετρέλαιο. Παράλληλα, μπορεί να υποκαθίσταται λιγνίτης σε ποσοστό 15-20% όταν η ποιότητα του λιγνίτη είναι εκτός προδιαγραφών αλλά και σε περίπτωση που εκδηλώνονται εκτεταμένα περιβαλλοντικά επεισόδια. Επιπλέον, για τις νεότερες μονάδες της περιοχής υπάρχει η τεχνική δυνατότητα προ-ένταξης αεροστροβίλου με καύσιμο φυσικό αέριο, λειτουργώντας συνδυαστικά με το υπάρχον κύκλωμα ατμοστροβίλου. Βέβαια, βασική προϋπόθεση αποτελεί η έλευση φυσικού αερίου στη Δυτική Μακεδονία [4].



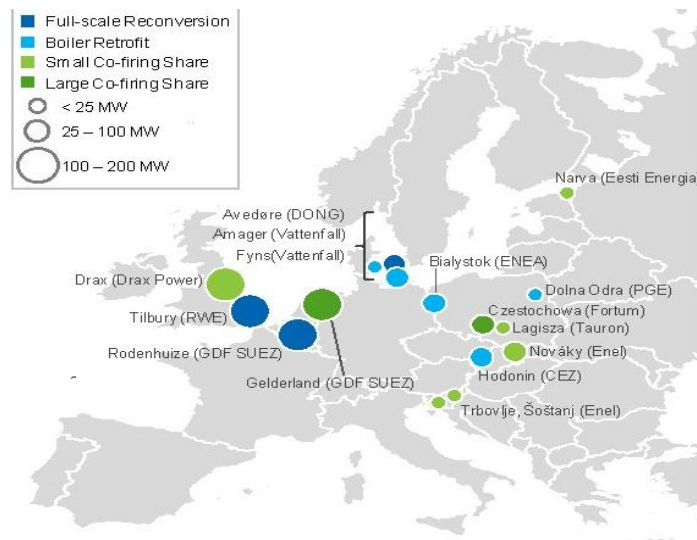
Σχήμα 1: Πορεία όδευσης του Αδριατικού Αγωγού (TAP)

Στην κατεύθυνση αυτή, ο Αδριατικός Αγωγός (Trans Adriatic Pipeline - TAP) προβλέπεται να ξεκινάει από την Ελλάδα, να διασχίζει την Αλβανία και την Αδριατική Θάλασσα και να καταλήγει στα παράλια της Νότιας Ιταλίας, επιτρέποντας την άμεση ροή του φυσικού αερίου από την περιοχή της Κασπίας προς τις ευρωπαϊκές αγορές.

Το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του συγκεκριμένου αγωγού φέρεται επί του παρόντος να είναι πλήρως ευθυγραμμισμένο με τις εξελίξεις σε επίπεδο παραγωγής. Ο αγωγός θα είναι έτοιμος να μεταφέρει φυσικό αέριο από την περιοχή της Κασπίας, με την έναρξη της παραγωγής από τη δεύτερη φάση ανάπτυξης του κοιτάσματος Shah Deniz στο Αζερμπαϊτζάν, κατ' εκτίμηση το 2017/2018.

B.2 Κλιμακούμενη υποκατάσταση του λιγνίτη με βιομάζα (lignite to biomass)

Η μερική ή ολική υποκατάσταση των γαιανθράκων με καύσιμα βιομαζικής προέλευσης αποτελεί διεθνώς την κυρίαρχη πρακτική απεξάρτησης από τα στερεά ορυκτά καύσιμα. Μόνον στην Αμερική, περισσότεροι από 25 λιγνιτικοί και ανθρακικοί σταθμοί σχεδιάζεται να μετατραπούν μέσα στην επόμενη πενταετία σε ατμοηλεκτρικούς, οι οποίοι θα υποκαταστήσουν τον άνθρακα ή τον λιγνίτη με βιομαζικά καύσιμα [5]. Η ίδια πρακτική ακολουθείται και στην Ευρώπη, όπως εποπτικά παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα [6].



Σχήμα 2: Μερική ή ολική υποκατάσταση των γαιανθράκων με βιομαζικά καύσιμα σε ευρωπαϊκό επίπεδο

Τα κίνητρα για την υποκατάσταση του λιγνίτη με καύσιμα βιομαζικής προέλευσης είναι περιβαλλοντικά, οικονομικά και βεβαίως αναπτυξιακά. Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αξιοποίηση δασικών και αγροτικών υπολειμμάτων, δημιουργία θέσεων εργασίας σε τοπικό επίπεδο, ανάπτυξη εφοδιαστικών αλυσίδων περιφερειακής κλίμακας, αξιοποίηση ευκαιριακών καυσίμων χαμηλού κόστους, δημιουργία ενός μοντέλου ανάπτυξης με έντονα χαρακτηριστικά αειφορίας, αξιοποίηση της συσσωρευμένης τεχνογνωσίας σε συστήματα καύσης μεγάλης κλίμακας.

Ιδιαίτερα για τη Δυτική Μακεδονία, μία από τις πλέον υποσχόμενες και αναδυόμενες διεργασίες αναβάθμισης των ενεργειακών χαρακτηριστικών των καυσίμων στερεής βιομάζας, αποτελεί η ήπια πυρόλυση/ανθρακοποίηση (Torrefaction). Η προτεινόμενη διεργασία προσβλέπει στην αύξηση της θερμογόνου ικανότητας της βιομάζας σε ποσοστό περίπου 20%, αυξάνοντας την ενεργειακή πυκνότητα των καυσίμων στερεής βιομάζας και βελτιώνοντας σημαντικά τα οικονομικά δεδομένα που αφορούν στην μεταφορά και στην αποθήκευση της βιομάζας σε περιοχές μακριά από το χώρο παραγωγής της.



Σχήμα 3: Χαρακτηριστικό δείγμα ανθρακοποιημένης βιομάζας

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της προτεινόμενης διεργασίας αφορά στο γεγονός ότι η διάσπαση της ινώδους δομής της βιομάζας, επιτρέπει την ταυτόχρονη σημαντική μείωση της συνεκτικότητας των μορίων της και ως εκ τούτου, την καλύτερη και αποδοτικότερη καύση της. Παράλληλα, η ανθρακοποιημένη βιομάζα αποκτά υδροφοβικό χαρακτήρα, αυξάνοντας τον πιθανό χρόνο αποθήκευσής της, χωρίς να ελλοχεύει ο κίνδυνος προσρόφησης υγρασίας από την ατμόσφαιρα και την υποβάθμιση του ενεργειακού περιεχομένου της. Ως εκ τούτου, η βιομάζα της μορφής αυτής μπορεί να χαρακτηριστεί ως «βιολιγνίτης» (biolignite).

B.3 Αξιοποίηση ξηρού λιγνίτη σε αποκεντρωμένα ενεργειακά συστήματα

Ο ξηρός λιγνίτης είναι προϊόν κατεργασίας του φυσικού λιγνίτη. Επί του πρακτέου, ο φυσικός λιγνίτης υπόκειται σε διαδικασίες άλεσης και ξήρασης, με συνέπεια να εμφανίζει αναβαθμισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά με υψηλή θερμογόνο ικανότητα, χαμηλή υγρασία και μεγάλη ευκολία στη διαχείρισή του. Τα χαρακτηριστικά του αυτά επιτρέπουν τη χρήση και διακίνησή του σε κλειστά συστήματα όπως ακριβώς και το πετρέλαιο θέρμανσης ή κίνησης. Η κοκκομετρία του, η υψηλή ενεργή επιφάνειά του σε συνάρτηση με τη μεγάλη περιεκτικότητα σε πτητικά, επιτρέπουν την καύση του σε ποσοστό σχεδόν 100%.

Η εκτεταμένη χρήση ξηρού λιγνίτη στη Δυτική Μακεδονία θα είχε τις ακόλουθες θετικές επιπτώσεις:

- Απεξάρτηση των αστικών και ημιαστικών κέντρων από το πετρέλαιο θέρμανσης μέσω της δημιουργίας αποκεντρωμένων συστημάτων τηλεθέρμανσης σε μεγέθη από 2-20 MW
- Αύξηση της ανταγωνιστικότητας των τοπικών επιχειρήσεων μεταποίησης και παροχής υπηρεσιών, στη βάση μιας ανταγωνιστικού κόστους πρωτογενή πηγή ενέργειας
- Δημιουργία μιας αναδυόμενης αγοράς ενέργειας σε επίπεδο περιφέρειας με ισχυρό χαρακτήρα εξωστρέφειας

Να σημειωθεί ότι για τη Δυτική Μακεδονία, η ετήσια κατανάλωση λιγνίτη προκειμένου να τροφοδοτούνται με ξηρό λιγνίτη το σύνολο των αστικών οικισμών με πληθυσμό πάνω από 1000 κατοίκους, δεν ξεπερνά τους 190.000 τόνους [7].

Οι δράσεις και παρεμβάσεις του σεναρίου B, διασφαλίζουν μια σημαντική παράταση της μεταλιγνιτικής εποχής, δημιουργώντας παράλληλα συνθήκες διεύρυνσης του ενεργειακού χαρακτήρα της περιοχής. Η ωριμότητα των παραπάνω παρεμβάσεων, εξαιρουμένης της προοπτικής έλευσης του αγωγού φυσικού αερίου η οποία καθορίζεται από έξω-περιφερειακούς παράγοντες, χαρακτηρίζεται ως μη επαρκής. Όμως, η κατασκευή της νέας λιγνιτικής μονάδας και η ανάγκη για ευέλικτα

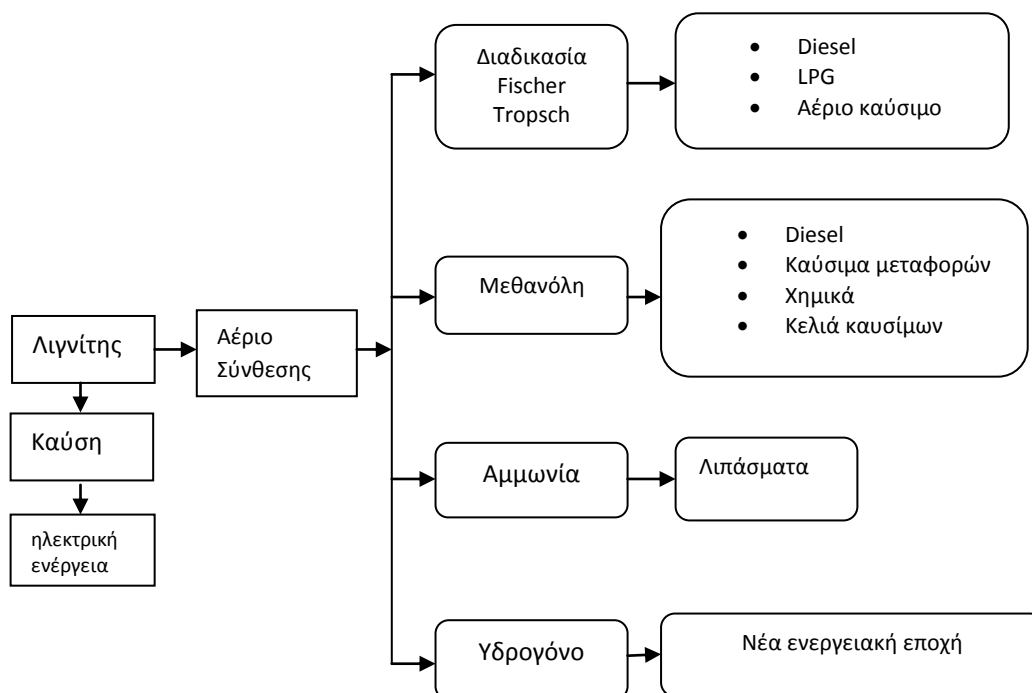
καύσιμα με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, διαμορφώνουν ιδανικές συνθήκες για την άμεση δρομολόγησή τους.

Σενάριο Γ: Κλιμακούμενη απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων – ανάληψη δράσεων γέφυρας μεγάλης κλίμακας

Στο σενάριο αυτό προβλέπονται δράσεις μακράς πνοής οι οποίες προϋποθέτουν άριστο σχεδιασμό, συνεκτικότητα δράσεων και διαχρονική αποδοχή από την πλευρά της περιφερειακής και τοπικής αυτοδιοίκησης. Προϋποθέτουν σημαντικές επενδύσεις σε θέματα έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης, ισχυρή εξωστρέφεια, διεθνείς συμμαχίες και κυρίως, στήριξη και υποστήριξη από την πλευρά των εθνικών Κεντρικών Κυβερνήσεων. Πρόκειται για παρεμβάσεις οι οποίες θα αλλάξουν ριζικά τον συμβατικό ενεργειακό χαρακτήρα της Δυτικής Μακεδονίας.

Γ.1 Αεριοποίηση λιγνίτη (lignite to gas)

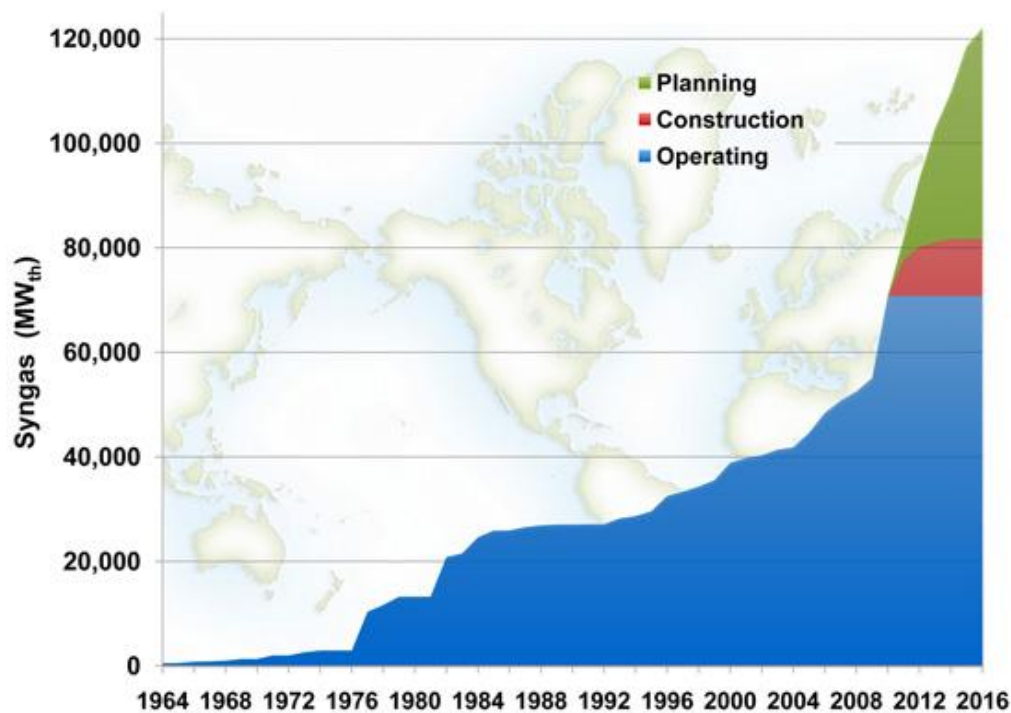
Η μέχρι τώρα αξιοποίηση του λιγνίτη στην περιοχή μας γινότανε με έναν απόλυτα συμβατικό τρόπο. Εξόρυξη του λιγνίτη, καύση και διαχείριση της τέφρας. Μηδενική αξιοποίηση του λιγνίτη σε έξω-ηλεκτρικές χρήσεις. Ο λιγνίτης όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη στην παραγωγή μιας σειράς προϊόντων και ενεργειακών φορέων με πολύ υψηλή προστιθέμενη αξία. Η βάση της διαδικασίας αυτής είναι η αεριοποίηση, η θερμοχημική διαδικασία που μετατρέπει ανθρακούχα υλικά, όπως ο λιγνίτης ή η βιομάζα, σε μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο (κατά κύριο λόγο), μέσω χημικής αντίδρασης των ορυκτών υλών σε υψηλές θερμοκρασίες με ελεγχόμενη ποσότητα οξυγόνου ή/και ατμού. Το αέριο μίγμα που προκύπτει ονομάζεται «αέριο σύνθεσης» και αποτελεί και το ίδιο αέριο καύσιμο.



Σχήμα 4: Χρήση του λιγνίτη με χαμηλή και υψηλή προστιθέμενη αξία

Όπως παρουσιάζεται στο παραπάνω σχήμα, ο λιγνίτης μπορεί να μετατραπεί σε μια σειρά προϊόντων με πολύ υψηλή προστιθέμενη αξία, όπως καύσιμα κίνησης και μεγάλο εύρος χημικών προϊόντων. Η κατασκευή μιας επιδεικτικής μονάδας μικρής κλίμακας, με στόχο την απόκτηση της απαραίτητης τεχνογνωσίας, μπορεί να οδηγήσει σε εγκαταστάσεις βιομηχανικού μεγέθους και σε οικονομίες κλίμακας. Ακόμη και η εξάντληση των τοπικών αποθεμάτων λιγνίτη μπορεί να υποκατασταθεί από βιομαζικά καύσιμα ή απορρίμματα, καθώς και από την μεταφορά πρώτης ύλης από τα εθνικά αποθέματα λιγνίτη της Ελασσόνας ή την εισαγωγή λιγνίτη από την ευρύτερη περιοχή των Βαλκανίων.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, περισσότερα από 36.000 MW τροφοδοτούνται σήμερα με άνθρακα και παράγουν αέριο σύνθεσης σε 53 σταθμούς με τη χρήση 201 αεριογόνων [8].

**Σχήμα 5:** Παγκόσμιο δυναμικό παραγωγής αερίου σύνθεσης

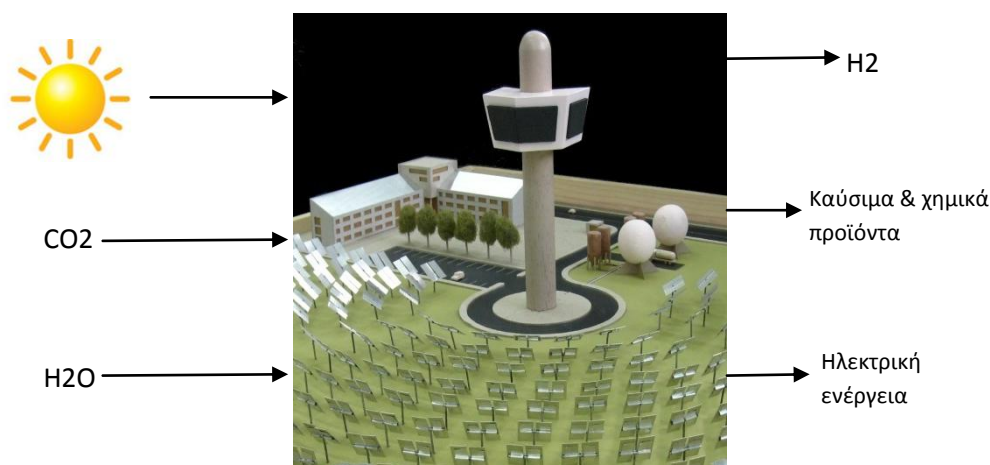
Επιπρόσθετα, 10.850 MW βρίσκονται σε φάση κατασκευής και αναμένεται να λειτουργήσουν μέχρι το 2016. Στην Κίνα, στο στάδιο κατασκευής βρίσκονται επτά μονάδες αεριοποίησης με τροφοδοσία άνθρακα και άλλες δέκα σχεδιάζονται για μετά το 2016. Σε παγκόσμιο επίπεδο, δεκατρείς επιπλέον μονάδες σχεδιάζονται για μετά το 2016, οι ένδεκα εκ των οποίων θα τροφοδοτούνται με άνθρακα ή λιγνίτη

και δύο μονάδες θα χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη βιομάζα και αστικά απορρίμματα.

Γ.2 Τεχνολογία HYDROSOL

Οι υπάρχουσες τεχνολογίες εκμετάλλευσης της ενέργειας του ηλίου, η οποία θεωρητικά θα μπορούσε να λύσει οριστικά και χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα, είναι οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες και οι ηλιοθερμικές μονάδες. Παρουσιάζουν όμως το πρόβλημα της αποθήκευσης, δεδομένου ότι η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να καταναλωθεί όπως παράγεται ή να αποθηκευθεί, με σοβαρές όμως απώλειες.

Η τεχνολογία Hydrosol βασίζεται στη διέλευση υδρατμών, που ξεκινούν ως νερό αλλά εξατμίζονται λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται από τις συγκεντρωμένες ακτίνες του ήλιου, μέσα από τους καλυμμένους με λεπτή επίστρωση οξειδοαναγωγικού υλικού αυλούς του αντιδραστήρα [9].



Σχήμα 6: Σχηματική περιγραφή της τεχνολογίας Hydrosol

Με την τεχνολογία Hydrosol επιτυγχάνεται η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε υδρογόνο, ένα καύσιμο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ειδικά διαμορφωμένους κινητήρες εσωτερικής καύσης ή κυψέλες αποθήκευσης υδρογόνου.

Η τεχνολογία Hydrosol βασίζεται σε ειδικούς κεραμικούς αντιδραστήρες με υψηλή ικανότητα απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας. Μέσω αυτών διέρχεται νερό το οποίο εξατμίζεται στους αυλούς που είναι καλυμμένοι με κατάλληλο υλικό το οποίο συγκρατεί το οξυγόνο και απελευθερώνει το υδρογόνο, σε μεγάλες μάλιστα ποσότητες. Στη συνέχεια, το υδρογόνο συλλέγεται και αποθηκεύεται σε ειδικές κυψέλες προκειμένου να αξιοποιηθεί καταλλήλως. Η μοναδικότητα της μεθόδου οφείλεται στο συνδυασμό ιδιαίτερα ενεργών νανο-δομημένων υλικών και την

εναπόθεσή τους σε ειδικούς πυρίμαχους κεραμικούς μονολιθικούς αντιδραστήρες, με υψηλή ικανότητα απορρόφησης ηλιακής ενέργειας.

4. Ωριμότητα των τεχνολογιών υποκατάστασης του λιγνίτη

Η ωριμότητα των προαναφερόμενων τεχνολογιών ή τεχνικών καθώς και η συμβατότητά τους με την ελληνική πραγματικότητα, αποτελεί σαφέστατα αντικείμενο εμπεριστατωμένων μελετών και αναλύσεων. Σε κάθε περίπτωση όμως, διαγράφονται ως μονόδρομος στην κατεύθυνση διατήρησης του ενεργειακού χαρακτήρα της Δυτικής Μακεδονίας, μετά την ποσοτική ή ποιοτική εξάντληση των λιγνιτικών αποθεμάτων.

4.1 Μερική υποκατάσταση του λιγνίτη με φυσικό αέριο

Η τεχνική είναι εμπορικά ώριμη και δεν εμφανίζει τεχνολογικούς ή περιβαλλοντικούς κινδύνους. Προϋπόθεση βεβαίως αποτελεί η έλευση του φυσικού αερίου στη Δυτική Μακεδονία. Κατά συνέπεια, το πρόβλημα ανάγεται πρωτίστως σε ζήτημα εξωτερικής πολιτικής από την πλευρά της Ελληνικής Κυβέρνησης, αλλά και στη βούληση ή το επιχειρηματικό ενδιαφέρον της ΔΕΗ ΑΕ ή των μελλοντικών ιδιωτών ιδιοκτητών των λιγνιτικών μονάδων να προβούν στις απαραίτητες τεχνικές παρεμβάσεις.

4.2 Μερική υποκατάσταση του λιγνίτη με βιομάζα

Οι τεχνολογίες που σχετίζονται με τη μικτή καύση λιγνίτη και βιομάζας ή την ολοκληρωτική μετατροπή των λιγνιτικών μονάδων σε βιομαζικές, είναι ώριμες και δοκιμασμένες. Σε επίπεδο Δυτικής Μακεδονίας έχουν γίνει και γίνονται, εκτεταμένες δοκιμές μικτής καύσης στους υπάρχοντες ατμοηλεκτρικούς σταθμούς, με ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Σημαντικό εμπόδιο αποτελεί η ανώριμη αγορά και η ανυπαρξία αποτελεσματικής εφοδιαστικής αλυσίδας σε επίπεδο περιφέρειας, με στόχο την απρόσκοπτη κάλυψη των απαιτήσεων των καταναλωτών βιομάζας τόσο σε ποσοτικό όσο και ποιοτικό επίπεδο. Επιπλέον, η εκτεταμένη και σε μεγάλη κλίμακα αξιοποίηση της βιομάζας, απαιτεί την εκπόνηση διαχειριστικών μελετών, λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση των κινδύνων σε περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο. Αναγνωρίζοντας τη σημαντική προσφορά που μπορεί να έχει η ανθρακοποιημένη βιομάζα για το μέλλον της περιοχής, προτείνεται η άμεση κατασκευή πιλοτικής μονάδας ποιοτικής αναβάθμισης της βιομάζας με την τεχνολογία torrefaction. Προτείνεται μια πιλοτική μονάδα δυναμικότητας 3000 tn/ χρόνο, χωροθετημένη περιφερειακά στην υπό ανέγερση λιγνιτική μονάδα Πτολεμαΐδα V ή εναλλακτικά στον ΑΗΣ Μελίτης.

4.3 Αξιοποίηση ξηρού λιγνίτη σε αποκεντρωμένα ενεργειακά συστήματα

Για την περιοχή μας συγκεκριμένα, υπάρχει η τεχνογνωσία παραγωγής ξηρού λιγνίτη δεδομένου ότι το Εργοστάσιο Λιγνιτοπλίνθων της ΔΕΗ έκλεισε μόλις το 2008 μετά από πέντε δεκαετίες λειτουργίας. Η κατασκευή της νέας λιγνιτικής μονάδας προσφέρει μια πρώτης τάξεως ευκαιρία για την κατασκευή δορυφορικής μονάδας παραγωγής ξηρού λιγνίτη με άκρως αποδοτικές και σύγχρονες τεχνολογίες όπως η WTA (σταθερή ρευστοστερεά κλίνη) καθώς και παραγωγή σύμμικτων pellets λιγνίτη και βιομάζας.

Με βάση τα παραπάνω προτείνεται η εκπόνηση προμελέτης με τους εξής στόχους:

- Την αξιολόγηση των πιθανών σημείων, όπου μπορεί να εγκατασταθεί η προτεινόμενη επιδεικτική μονάδα ξηρού λιγνίτη
- Την εκπόνηση του βασικού σχεδιασμού (basic engineering) της εγκατάστασης και την ανάπτυξη προδιαγραφών για το βασικό εξοπλισμό (λέβητας, εναλλάκτης, σύστημα απορρύπανσης και διαχείρισης καυσίμου) αλλά και τα επί μέρους τμήματα (balance of plant)
- Την εκτίμηση προϋπολογιζόμενης δαπάνης για όλα τα προδιαγεγραμμένα τμήματα του εξοπλισμού
- Την περιγραφή της αδειοδοτικής διαδικασίας που απαιτείται και την προετοιμασία τεχνικών περιγραφών των μερών της εγκατάστασης, τα οποία θα απαιτηθούν στην Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Το σύνολο της μελέτης μπορεί να ανατεθεί σε τοπικά ερευνητικά και ακαδημαϊκά ιδρύματα, σε συνεργασία με εξειδικευμένα στελέχη της ΔΕΗ ΑΕ και άλλων τοπικών φορέων, προκειμένου να υπάρξει προστιθέμενη αξία αναφορικά με τη γνώση και τεχνογνωσία στον κρίσιμο τομέα των ενεργειακών τεχνολογιών.

4.4 Αεριοποίηση λιγνίτη

Σε εθνικό επίπεδο έχουν γίνει αρκετές μελέτες αλλά και εργαστηριακές έρευνες με στόχο τη διερεύνηση της δυνατότητας αεριοποίησης των ελληνικών λιγνιτών. Σε πρώτη φάση απαιτείται η συγκέντρωση των αποτελεσμάτων των δοκιμών αυτών προκειμένου να αποτυπωθεί με ρεαλιστικό τρόπο το σημείο εκκίνησης και κυρίως, να αναδυθούν οι πραγματικές ερευνητικές ανάγκες. Σε δεύτερη φάση κρίνεται αναγκαίο η επεξεργασία και προκήρυξη από την πλευρά της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) ενός τριετούς προγράμματος στοχευμένης βιομηχανικής έρευνας με αποδέκτες τους ακαδημαϊκούς και ερευνητικούς φορείς αλλά βεβαίως και τη ΔΕΗ ΑΕ.

4.5 Τεχνολογία HYDROSOL

Η τεχνολογία Hydrosol αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα του προέδρου του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ), καθηγητή Αθανάσιο Κωνσταντόπουλο και απέσπασε πολλά διεθνή βραβεία, ανάμεσα στα οποία και το Descartes, που χαρακτηρίζεται ως το ευρωπαϊκό «Νόμπελ» για την έρευνα. Ο πρώτος αντιδραστήρας τεχνολογίας Hydrosol, ισχύος 100kW, εγκαταστάθηκε και λειτούργησε με επιτυχία στην Αλμέρια της Ισπανίας. Η επιστημονική ομάδα του κ. Κωνσταντόπουλου σχεδιάζει την κατασκευή ενός νέου αντιδραστήρα δεκαπλάσιας ισχύος (1 MW), ο οποίος επιπλέον θα ενσωματώνει το σύστημα ARMOS. Το εν λόγω σύστημα, εκ των αρχικών του “Advanced Multifunctional Reactors for Green Mobility and Solar Fuels” διακρίθηκε στον ιδιαίτερα απαιτητικό διεθνή διαγωνισμό για το βραβείο Advanced Grant του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Έρευνας. Η διερεύνηση της συνεργασίας μεταξύ του ΕΚΕΤΑ και της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη.

5. Συμπεράσματα

Η νομοτελειακή εξάντληση των λιγνιτικών αποθεμάτων σε επίπεδο Δυτικής Μακεδονίας, επιβάλλει την ανάληψη μέτρων και πολιτικών στην κατεύθυνση μιας ομαλής και βιώσιμης προσαρμογής της περιφέρειας σε συνθήκες χαμηλής έως μηδενικής εξάρτησης από το λιγνίτη.

Οι νομικά δεσμευτικές περιβαλλοντικές απαιτήσεις, οι εξελίξεις στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο σε εθνικό όσο και ευρωπαϊκό επίπεδο, η γενικότερη δυσμενής οικονομική κατάσταση και οι αναπτυξιακές ανάγκες της Περιφέρειας, επιβάλλουν την ανάληψη συγκεκριμένων δράσεων και στρατηγικών, μέσα από ένα συνεκτικό χρονοδιάγραμμα υλοποίησης. Οι στρατηγικές αυτές προσδιορίζονται από την εκμετάλλευση του συνόλου των λιγνιτικών αποθεμάτων της Δυτικής Μακεδονίας, τη χρονική ολίσθηση της μεταλιγνιτικής εποχής με τεχνολογικά εφικτές και οικονομικά βιώσιμες πρακτικές, την αξιοποίηση του λιγνίτη ως γέφυρα μετάβασης σε μια νέα ενεργειακή εποχή και τη διατήρηση του ενεργειακού χαρακτήρα της Περιφέρειας με αναδυόμενες τεχνολογίες μακράς πνοής.

Αν και κανένας ενεργειακός πόρος δεν μπορεί να υποκαταστήσει ποσοτικά τους λιγνίτες, η συνδυασμένη χρήση λιγνίτη και φυσικού αερίου, η εκτεταμένη χρήση βιομαζικών καυσίμων και η αξιοποίηση του ξηρού λιγνίτη σε αποκεντρωμένα ενεργειακά συστήματα, έχουν τη δυνατότητα να επεκτείνουν την ενεργειακή δραστηριότητα στη Δυτική Μακεδονία αλλά κυρίως, να θέσουν τα θεμέλια για μια ουσιαστική διεύρυνση του ενεργειακού μίγματος του ενεργειακού μας άξονα.

Σε μεσοπρόθεσμο ορίζοντα, η παραγωγή προϊόντων με υψηλή προστιθέμενη αξία, η οποία θα ξεκινήσει και θα ωριμάσει με τα υπάρχοντα λιγνιτικά αποθέματα, αλλά θα έχει τη δυναμική να επεκταθεί και μετά την εξάντληση των τοπικών αποθεμάτων χρησιμοποιώντας εναλλακτικά καύσιμα, σε συνάρτηση με τις ηλιοθερμικές τεχνολογίες νέας γενιάς, αποτελούν παρεμβάσεις οι οποίες μπορούν να αλλάξουν ριζικά τον συμβατικό ενεργειακό χαρακτήρα της Δυτικής Μακεδονίας.

Βεβαίως, οι παραπάνω στρατηγικοί άξονες αφορούν μόνο στις ενεργειακές τεχνολογίες υποκατάστασης του λιγνίτη και θα δράσουν συμπληρωματικά στις γενικότερες παρεμβάσεις, στα μέτρα και στις πολιτικές που θα αντιμετωπίσουν συνολικά τις προκλήσεις της μεταλιγνιτικής εποχής για τη Δυτική Μακεδονία.

6. Αναφορές

1. Εκτίμηση του κόστους μετάβασης της Δυτικής Μακεδονίας σε καθεστώς χαμηλής λιγνιτικής παραγωγής, ΤΕΕ/τμήμα Δυτικής Μακεδονίας, Ιούλιος 2012.
2. Προσδιορισμός και οριοθέτηση της μεταλιγνιτικής εποχής για τον ενεργειακό άξονα της Δυτικής Μακεδονίας, ΤΕΕ/τμήμα Δυτικής Μακεδονίας, Σεπτέμβριος 2012
3. Ο ρόλος των λιγνιτικών μονάδων στην περαιτέρω ανάπτυξη του ηλεκτρικού συστήματος στη χώρα μας, ΙΕΝΕ, Αθήνα, 30 Οκτωβρίου 2012
4. «Ο ρόλος και η προοπτική της Δυτικής Μακεδονίας στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας, στα πλαίσια του μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού», Εισήγηση ΤΕΕ/ΤΔΜ στο Συνέδριο «Ενέργεια : Σημερινή εικόνα-Σχεδιασμός-προοπτικές», Αθήνα, 8-10 Μαρτίου 2010.
5. T. Macalister, "The Guardian", 25 October 2012
6. HIS Emerging Energy Research, "Europe Bio-power Markets and Strategies:2012-2035", May 2012
7. Προτάσεις του ΤΕΕ/Τμ. Δυτικής Μακεδονίας για αξιοποίηση ξηρού λιγνίτη σε μικρής κλίμακας αποκεντρωμένα ενεργειακά συστήματα, Ιούλιος 2012
8. U.S. Department of Energy (DOE), National Energy Technology Laboratory (NETL), <http://www.netl.doe.gov/about/index.htm>
9. E. Kakaras, "Innovative Energy Technologies to minimize carbon emissions from electricity generation", Συνέδριο, "Μετάβαση: Η ώρα μετά την εξάντληση του λιγνίτη" Πτολεμαΐδα, 09 - 10 Ιουλίου 2012

Σημείωση:

Το παρόν κείμενο αποτελεί απόφαση της Διοικούσας Επιτροπής του Τμήματος Δυτικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, μετά από σχετική εισήγηση των μελών που ορίστηκαν για τη Μεταλιγνιτική Περίοδο του Τμήματος

Παράρτημα 1: Χρονοδιάγραμμα απόσυρσης λιγνιτικών μονάδων

Μονάδα	Καθαρή Δυναμικότητα [MW]	Ημερομηνία θέσης σε λειτουργία	Παλιά Ημερομηνία Απόσυρσης	Ημερομηνία Απόσυρσης σύμφωνα με το στόχο 20-20-20	Νέα Ημερομηνία Απόσυρσης (χωρίς αναβάθμιση)	Σχόλια
Άγιος Δημήτριος 1	274,0*	1984	2028	2020	2020	Περιορίζονται στις 32000 ώρες λειτουργίας 2016-23 λόγω των περιορισμών των λιγνιτικών μονάδων (IPPC) (Καμινάδα 1: μονάδες:1 & 2, Καμινάδα 2: μονάδες:3 & 4)
Άγιος Δημήτριος 2	274,0*	1984	2029	2020	2020	
Άγιος Δημήτριος 3	283,0*	1985	2030	2020	2020	
Άγιος Δημήτριος 4	283,0*	1986	2031	2020	2020	
Άγιος Δημήτριος 5	342,0	1997	2045	Μετά το 2040	2040	Υπόκεινται σε διερεύνηση για αποθείωση
Αμύνταιο 1	273,0*	1987	2031	2020	2020	Περιορίζονται στις 17500 ώρες λειτουργίας 2016-23 (μονή καμινάδα)
Αμύνταιο 2	273,0*	1987	2032	2020	2020	
Μελίτη	289,0	2003	2048	Μετά το 2040	Μετά το 2040	
Καρδιά 1	275,0*	1975	2019	2019	2019	Περιορίζονται στις 17500 ώρες λειτουργίας 2016-23 (τέσσερις ξεχωριστές καμινάδες)
Καρδιά 2	275,0*	1975	2020	2020	2020	
Καρδιά 3	280,0*	1980	2025	2020	2020	
Καρδιά 4	280,0*	1981	2026	2020	2020	
Πτολεμαΐδα 1	64,0	1959	2013	2010	2010	
Πτολεμαΐδα 2	116,0	1962	2013	2012	2012	
Πτολεμαΐδα 3	116,0	1965	2013	2014	2014	
Πτολεμαΐδα 4	274,0	1973	2017	2015	2015	
Λιπτόλ 1	30,0	1959	2013	2012	2012	
Λιπτόλ 2	8,0	1965	2013	2012	2012	