

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ & ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ**

**ΝΙΑΒΗ ΔΑΝΑΗ
Α.Ε.Μ.: 1592**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Ρ.Ε.Π. ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΚΟΖΑΝΗ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ & ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ**

ΝΙΑΒΗ ΔΑΝΑΗ
Α.Ε.Μ.: 1592

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Ρ.Ε.Π. ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 31 Οκτωβρίου 2018

.....

Ρ.Ε.Π. Σωτηροπούλου

Λέκτορας ΠΔΜ

.....

Δ.Κολοκοτρώνης

Ε.Ι.Δ.Ι.Π ΠΔΜ

.....

Γ.Πανάρας

Λέκτορας ΠΔΜ

X (ΕΓΣΑ 87):324114

Φωτογραφία εξωφύλλου[1]

Ψ (ΕΓΣΑ 87):4473050

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κα Ρ.Ε.Π. Σωτηροπούλου και τον κ. Δ. Κολοκοτρώνη για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές τους. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιωάννη Νικολαΐδη εκ του Υποτομέα Περιβάλλοντος και Χημικού Εργαστηρίου του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου για τη βοήθεια του. Οφείλω όμως να ευχαριστήσω πάνω από όλα την οικογένεια και τους φίλους μου για τη στήριξη τους.

Κοζάνη, Οκτώβριος 2018

Δανάη Νιαβή

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την διαδικασία παραγωγής ηλεκτρισμού από τη λιγνιτική μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου. Κατά την ανάλυση κύκλου ζωής της διαδικασίας παραγωγής ηλεκτρισμού λαμβάνονται υπόψη η εξόρυξη, η μεταφορά και η καύση του λιγνίτη. Για την ανάλυση κύκλου ζωής γίνεται χρήση των συντελεστών Eco-Indicator 99 και όπως παρατηρήθηκε τα αναπνευστικά προβλήματα καθώς και η καρκινογόνος επίδραση είναι τα φαινόμενα που αποτελούν τις κύριες επιπτώσεις των διαδικασιών της εξόρυξης, μεταφοράς και καύσης. Αρχικά παρουσιάζεται το ενεργειακό σύστημα της χώρας αλλά και ο ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται η παραγωγική του διαδικασία και ως συνέπεια αυτής, τα απόβλητα του σταθμού, στερεά, υγρά και αέρια κατά τα έτη 2011-2016. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η διαδικασία προσομοίωσης του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου μέσω του λογισμικού GateCycle 6.0 της General Electric ώστε να βελτιστοποιηθεί η λειτουργία του, δηλαδή ο βαθμός απόδοσης του ατμοπαραγωγού με μείωση της θερμοκρασίας του νερού που λαμβάνεται για τον πύργο ψύξης.

Abstract

The purpose of the present thesis is to introduce the environmental effects which have occurred from the procedure of producing electricity at the St.Dimitrios Power Plant.

During the assessment of the life cycle of producing electricity, the excavation, the transfer and the combustion of lignite were taken into consideration. The life cycle assessment requires the use of coefficients Eco-Indicator 99.

This thesis will present the country's energy system and St.Dimitrios Power Plant. To be more specific, it will analyze the Power Plant's productive procedure and in the aftermath of this process, it will show the solid waste, the effluent and the effluvium during 2011-2016.

Subsequently, it will actualize the Power Plant's simulation via the software GateCycle 6.0 of General Electric with the intention of optimizing the Power Plant's commission, which is no less than the change in the steam generator's efficiency, decreasing the temperature of the water which comes from the lake in the cooling tower.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract.....	vi
Περιεχόμενα.....	vii
Ακρώνυμα.....	ix
Περιεχόμενα διαγραμμάτων	x
Περιεχόμενα πινάκων	xi
Περιεχόμενα εικόνων	xii
Περιεχόμενα παραρτήματος	xiii
1. Εισαγωγή.....	1
2. Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα.....	3
2.1 Ενεργειακό σύστημα.....	3
2.2 Χρήση λιγνίτη για την παραγωγή ενέργειας.....	10
2.2.1 Χαρακτηριστικά λιγνίτη	11
2.2.2 Ο λιγνίτης στην Ελλάδα	13
2.2.3 Αποθέματα λιγνίτη.....	15
2.3 Λιγνιτικοί θερμοηλεκτρικοί σταθμοί	16
2.3.1 Μεταφορά και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας	20
3. Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας	25
3.1 ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου	27
3.1.1 Χρήση νερού.....	31
3.1.2 Χρήση ενέργειας.....	32
3.1.3 Μεταφορά, πρόθραυση και αποθήκευση του λιγνίτη.....	34
3.1.4 Καύση λιγνίτη.....	36
3.1.5 Στερεά παραπροϊόντα – Ιλύες – Απορρίμματα.....	36
3.1.6 Κατεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ)	41
3.1.7 Κατεργασία αστικών λυμάτων.....	49
3.1.8 Ατμοπαραγωγή – Ψύξη.....	51
3.1.9 Συγκρότημα Παραγωγής Αφαλατωμένου Νερού	52
3.1.10 Συγκρότημα Παραγωγής Αποσκληρυμένου Νερού	54

3.1.11	Συστήματα Εξευγενισμού Συμπυκνωμάτων Ατμού	55
3.1.12	Σύστημα Τηλεθέρμανσης	55
3.1.13	Εκπομπές ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου.....	57
4.	Ορυχεία	70
4.1	Λιγνιτικά κοιτάσματα	71
4.1.1	Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου.....	72
4.1.2	Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης.....	74
4.1.3	Η εκμεταλλευσιμότητα των λιγνιτικών κοιτασμάτων	75
4.1.4	Μέθοδος εκμετάλλευσης των λιγνιτικών κοιτασμάτων	76
4.2	Νότιο Πεδίο	81
4.2.1	Χαρακτηριστικά Νοτίου Πεδίου	81
4.2.1.1	Χρήση νερού	81
4.2.1.2	Χρήση ενέργειας στα ορυχεία.....	82
4.2.1.3	Ανατινάξεις κατά την εξόρυξη.....	86
4.2.2	Επιπτώσεις από την λειτουργία του ορυχείου	87
4.2.2.1	Αέριες εκπομπές.....	87
4.2.2.2	Υγρά απόβλητα	89
4.2.2.3	Στερεά απόβλητα	91
5.	Ανάλυση κύκλου ζωής.....	93
5.1	Εκπομπές από την καύση, μεταφορά και εξόρυξη	93
5.2	Διαδικασία ανάλυσης κύκλου ζωής.....	97
5.2.1	Καρκινογόνος επίδραση στους ανθρώπους.....	100
5.2.2	Οικολογική τοξικότητα.....	102
5.2.3	Αναπνευστικά προβλήματα στους ανθρώπους.....	103
5.2.4	Κλιματική αλλαγή	104
5.2.5	Όξινη βροχή.....	105
5.2.6	Ευτροφισμός.....	106
6.	Βελτιστοποίηση του βαθμού απόδοσης του σταθμού.....	109
7.	Συμπεράσματα.....	115
	Αναφορές.....	117
	Παράρτημα.....	118

Ακρώνυμα

ΑΔΜΗΕ : Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΑΗΣ : Ατμοηλεκτρικός Σταθμός

ΑΠΕ : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΔΕΔΔΗΕ : Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΔΕΗ : Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού

ΕΚΑ : Ευρωπαϊκός Καταλόγος Αποβλήτων

ΕΣΜΗΕ : Διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΘΗΣ : Θερμοηλεκτρικός Σταθμός

ΛΚΔΜ : Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας

ΛΚΜ : Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης

ΤΕΕ : Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

ΧΔΒΑ : Χώρος Διάθεσης Βιομηχανικών Αποβλήτων

ΧΥΤΑ : Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Περιεχόμενα διαγραμμάτων

<u>Διάγραμμα 1: Μηνιαίο Δελτίο Ενέργειας για το έτος 2013.....</u>	4
<u>Διάγραμμα 2: Ηλεκτροπαραγωγή ανά καύσιμο στην Ελλάδα για το έτος 2015....</u>	5
<u>Διάγραμμα 3: Εγκατεστημένη ισχύς ανά καύσιμο για το έτος 2007</u>	8
<u>Διάγραμμα 4: Εγκατεστημένη ισχύς (GW) των τελευταίων δεκαετιών</u>	8
<u>Διάγραμμα 5: Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος (χλμ) τις τελευταίες δεκαετίες</u>	23
<u>Διάγραμμα 6: Λιγνιτικοί σταθμοί και η εγκατεστημένη ισχύς τους στους νομούς Κοζάνης και Φλώρινας</u>	26
<u>Διάγραμμα 7: Κατανάλωση πετρελαίου ανά έτη σε λίτρα.....</u>	33
<u>Διάγραμμα 8: Κατανάλωση λιγνίτη ανά έτη σε τόνους.....</u>	35
<u>Διάγραμμα 9: Μέσος όρος εκπομπών NOx σε Kg/ημέρα</u>	58
<u>Διάγραμμα 10: Μέσος όρος εκπομπών SO₂ σε Kg/ημέρα.....</u>	59
<u>Διάγραμμα 11: Μέσος όρος εκπομπών σωματιδίων σε Kg/ημέρα</u>	60
<u>Διάγραμμα 12: Μέσος όρος εκπομπών CO σε Kg/ημέρα</u>	61
<u>Διάγραμμα 13: Σύνολο εκπομπών CO₂ (τόνοι/χρόνο) σύμφωνα με την επίσημη μέθοδο.....</u>	62
<u>Διάγραμμα 14: Μέσος όρος Αρσενικού σε ng/m³ ανά έτος</u>	64
<u>Διάγραμμα 15: Μέσος όρος Καδμίου σε ng/m³ ανά έτος</u>	65
<u>Διάγραμμα 16: Μέσος όρος Χρωμίου σε ng/m³ ανά έτος.....</u>	65
<u>Διάγραμμα 17: Μέσος όρος Χαλκού σε ng/m³ ανά έτος</u>	66
<u>Διάγραμμα 18: Μέσος όρος Υδραργύρου σε ng/m³ ανά έτος.....</u>	66
<u>Διάγραμμα 19: Μέσος όρος Νικελίου σε ng/m³ ανά έτος.....</u>	67
<u>Διάγραμμα 20: Μέσος όρος Μολύβδου σε ng/m³ ανά έτος</u>	67
<u>Διάγραμμα 21: Μέσος όρος Βαναδίου σε ng/m³ ανά έτος</u>	68
<u>Διάγραμμα 22: Μέσος όρος Ψευδαργύρου σε ng/m³ ανά έτος.....</u>	68
<u>Διάγραμμα 23: Συνολική εξόρυξη λιγνίτη (εκατομμύρια τόνοι) στην Ελλάδα τις τελευταίες δεκαετίες</u>	71

Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1: Εγκατεστημένη ισχύς (MW) σταθμών ΔΕΗ Α.Ε.	7
Πίνακας 2: Λειτουργική δραστηριότητα ΔΕΗ των τελευταίων ετών	9
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά λιγνίτη.....	12
Πίνακας 4: Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος (χλμ. όδευσης)	22
Πίνακας 5: Λιγνιτικοί σταθμοί και η εγκατεστημένη ισχύς τους στους νομούς Κοζάνης και Φλώρινας	25
Πίνακας 6: Χρήση νερού ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου	31
Πίνακας 7: Κατανάλωση πετρελαίου ανά έτη σε λίτρα	32
Πίνακας 8: Κατανάλωση λιγνίτη ανά έτη σε τόνους	34
Πίνακας 9: Στερεά απόβλητα του σταθμού κατά το έτος 2016.....	39
Πίνακας 10: Δελτίο ανάλυσης νερών	45
Πίνακας 11: Σύσταση αποβλήτων απο τις αναγεννήσεις ρητινών(ΣΚΥΒΑ).....	45
Πίνακας 12: Τιμές λοιπών παραμέτρων ενός έτους(ΣΚΥΒΑ)	46
Πίνακας 13: Αναλύσεις κατεργασμένων υγρών αποβλήτων ενός έτους(ΣΚΥΒΑ)	46
Πίνακας 14: Μέση χημική σύσταση νερών από τις εξαγωγές των πύργων ψύξης(ΣΚΥΒΑ)	47
Πίνακας 15: Ενδεικτικές τιμές για τα βαρέα μέταλλα ενός έτους(ΣΚΥΒΑ).....	47
Πίνακας 16: Ποιοτικά χαρακτηριστικά υδάτων ρέματος Σουλού ενός έτους.....	48
Πίνακας 17: Μέσος όρος εκπομπών NOx σε Kg/ημέρα	57
Πίνακας 18: Μέσος όρος εκπομπών SO ₂ σε Kg/ημέρα	58
Πίνακας 19: Μέσος όρος εκπομπών σωματιδίων σε Kg/ημέρα.....	59
Πίνακας 20: Μέσος όρος εκπομπών CO σε Kg/ημέρα.....	60
Πίνακας 21: Μέσος όρος δειγμάτων ιπτάμενης τέφρας προς απόθεση ενός έτους	63
Πίνακας 22: Μέσος όρος δειγμάτων υγρής τέφρας προς απόθεση ενός έτους	63
Πίνακας 23: Ποσοστά παραμέτρων τέφρας	63
Πίνακας 24: Τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ και οι αντίστοιχοι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί που εξυπηρετούν.....	70
Πίνακας 25: Χαρακτηριστικά ορυχείων Πτολεμαΐδας σε σχέση με τον λιγνίτη...73	
Πίνακας 26: Χαρακτηριστικά ορυχείων Πτολεμαΐδας.....	74
Πίνακας 27: Βασικά χαρακτηριστικά επιφανειακής μεθόδου	78
Πίνακας 28: Ηλεκτρική ενέργεια ενός έτους σε KWh.....	83
Πίνακας 29: Κατανάλωση καυσίμων Νοτίου Πεδίου σε λίτρα/μήνα	83
Πίνακας 30: Πάγιος εξοπλισμός Νοτίου Πεδίου	84
Πίνακας 31: Πετρελαιοκίνητος εξοπλισμός Νοτίου Πεδίου.....	85
Πίνακας 33: Τεχνικά χαρακτηριστικά των ανατινάξεων κατά τη διάρκεια ενός έτους	86
Πίνακας 34: Ρύποι εξοπλισμού σε τόνους ανά μήνα	88
Πίνακας 35: Χημική σύσταση εδαφών αποθέσεων	88

Πίνακας 36: Μέσος όρος χημικής σύστασης επιφανειακών νερών ενός έτους....	90
Πίνακας 37: Μέσος όρος χημικής σύστασης υπόγειων νερών ενός έτους.....	91
Πίνακας 32: Καταναλώσεις υλικών ενός έτους για τα ορυχεία	92
Πίνακας 38: Ενέργεια καυσίμου σε MWh.....	93
Πίνακας 39: Ρύποι κατά την εξόρυξη,μεταφορά και καύση του λιγνίτη	96
Πίνακας 40: Τιμές κανονικοποίησης και αξιολόγησης ανά φαινόμενο.....	107

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1: Γεωγραφική κατανομή σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	6
Εικόνα 2: Δημιουργία λιγνίτη	11
Εικόνα 3: Κατανομή εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων λιγνίτη στον ελληνικό χώρο	15
Εικόνα 4: Μετατροπή ενέργειας κατά την λειτουργία ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού..	17
Εικόνα 5: Τυπικός ατμολέβητας.....	17
Εικόνα 6: Τυπικός ατμοστρόβιλος	18
Εικόνα 7: Βασικά μέρη ατμοηλεκτρικού σταθμού.....	19
Εικόνα 8: Διασυνδεδεμένο σύστημα	22
Εικόνα 9: Χάρτης γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος και μονάδων στην Ελλάδα .	24
Εικόνα 10: Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου	73
Εικόνα 11: Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης	75
Εικόνα 12: Διαστρωμάτωση κοιτασμάτων λιγνίτη στο ΛΚΔΜ	76
Εικόνα 13: Σχηματική παράσταση μεθόδου εκσκαφής, μεταφοράς και απόθεσης	77
Εικόνα 14: Εξόρυξη του λιγνίτη και μεταφορά του.....	79
Εικόνα 15: Ο καδοφόρος εκσκαφέας	80
Εικόνα 16: Τυπικός καδοφόρος εκσκαφέας	80
Εικόνα 17: Σύστημα εφαρμογής ανάλυσης κύκλου ζωής	99
Εικόνα 18: Μοντέλο προσομοίωσης μονάδων 1 και 2	110
Εικόνα 19: Μοντέλο προσομοίωσης μονάδων 1 και 2 με προσθήκη πύργου ψύξης.....	111
Εικόνα 20: Μοντέλο προσομοίωσης μονάδων 3 και 4 με προσθήκη πύργου ψύξης.....	111
Εικόνα 21: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης μονάδων 1 και 2	112
Εικόνα 22: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης μονάδων 3 και 4	113

Περιεχόμενα παραρτήματος

Παράρτημα 1: Όρια Σουλού.....	118
Παράρτημα 2: Όρια βαρέων μετάλλων (ΣΚΥΒΑ)	119
Παράρτημα 3: Όρια για τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου	119
Παράρτημα 4: Όρια ιχνοστοιχείων για τις μετρήσεις σταθμών σε διάφορες περιοχές	120
Παράρτημα 5: Οριακές τιμές ποιότητας νερών που αφορούν τα ορυχεία.....	121
Παράρτημα 6: Οριακές τιμές ποιότητας νερών που αφορούν τα ορυχεία.....	122
Παράρτημα 7: Διάγραμμα ροής για τις μονάδες 1&2	123
Παράρτημα 8: Διάγραμμα ροής μονάδων 3&4.....	124
Παράρτημα 9: Τιμές από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου	125
Παράρτημα 10: Τιμές από τον ΑΗΣ και την προσομοίωση των μονάδων 1&2.....	127
Παράρτημα 11: Τιμές από τον ΑΗΣ και την προσομοίωση των μονάδων 3&4.....	128

1. Εισαγωγή

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι ένα επακόλουθο της λειτουργίας της ΔΕΗ. Γενικότερα, οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας με χρήση ορυκτών καυσίμων κατέχουν σημαντικό ρόλο στην ατμοσφαιρική ρύπανση και την αλλαγή του κλίματος. Στην χώρα μας, ο λιγνίτης αποτελεί ένα αρκετά σημαντικό κομμάτι στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι πρώτες έρευνες για την εντόπιση και αξιολόγηση των λιγνιτών της ευρύτερης περιοχής Πτολεμαΐδας άρχισαν μετά το 1938 και το 1969 ουσιαστικά ξεκίνησε η εκμετάλλευση του λιγνίτη από τη ΔΕΗ. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραγωγή του λιγνίτη που ήταν το 1959 1,3 εκ. τόνους, έφθασε το 2006 σε 49 εκ. τόνους. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι δημιουργήθηκαν θέσεις εργασίας, έργα υποδομής και ότι εφαρμόστηκαν αρκετές οδηγίες για την ποιότητα του αέρα, παρ'όλα αυτά όμως οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας από λιγνίτη φέρουν μεγάλη ευθύνη για την παραγωγή εκπομπών και σωματιδίων(π.χ. CO ,CO₂, SO₂, NOX, PM) λόγω της καύσης του λιγνίτη.

Ο σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι να παρουσιάσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, πιο ειδικά τα στερεά, υγρά και αέρια απόβλητα, που προκύπτουν κατά την εξόρυξη, μεταφορά και καύση του λιγνίτη και αφορούν τον σταθμό του Αγίου Δημητρίου και το ορυχείο Νοτίου Πεδίου. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται ανάλυση κύκλου ζωής του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου όπου παρουσιάζεται αναλυτικά τι επιπτώσεις επιφέρουν τα απόβλητα που αναφέρθηκαν. Έπειτα πραγματοποιείται η προσομοίωση του σταθμού με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού καθώς επίσης και η βελτιστοποίησή του όσο αφορά τη διαδικασία ψύξης του ψυκτικού νερού, πιο συγκεκριμένα επιδρώντας στην πίεση που δημιουργείται στον συμπυκνωτή και έπειτα στο βαθμό απόδοσης του σταθμού.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας, γίνεται αναφορά στον λιγνίτη καθώς επίσης και στην λειτουργική δραστηριότητα της ΔΕΗ αλλά και στη μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας παρουσιάζεται ο ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και η παραγωγική του διαδικασία, από την παραλαβή του λιγνίτη, τη διακίνηση, την αποθήκευση, την καύση, την ατμοπαραγωγή και ψύξη, τη χρήση νερού και ενέργειας μέχρι τα στερεά απόβλητα και οι αέριες εκπομπές κατά τα έτη 2011-2016. Επίσης παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά υδάτων του ρέματος Σουλού όπου καταλήγουν τα υγρά απόβλητα του σταθμού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στα ορυχεία της Ελλάδας και ειδικότερα της περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας, παρουσιάζεται ο εξοπλισμός των ορυχείων αλλά και τα στερεά απόβλητα, οι αέριες εκπομπές και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων από υδρογεωτρήσεις που αφορούν το Νότιο Πεδίο και αντιστοιχούν στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, χρησιμοποιώντας τους συντελεστές Eco Indicator 99, πραγματοποιείται η ανάλυση κύκλου ζωής του σταθμού σε επιπτώσεις όπως η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, η όξινη βροχή, η ανθρωπίνη τοξικότητα κ.ά.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η προσομοίωση του σταθμού με τη βοήθεια του λογισμικού Gatecycle 6.0 και στη συνέχεια το σενάριο βελτιστοποίησής του.

Στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

2. Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα

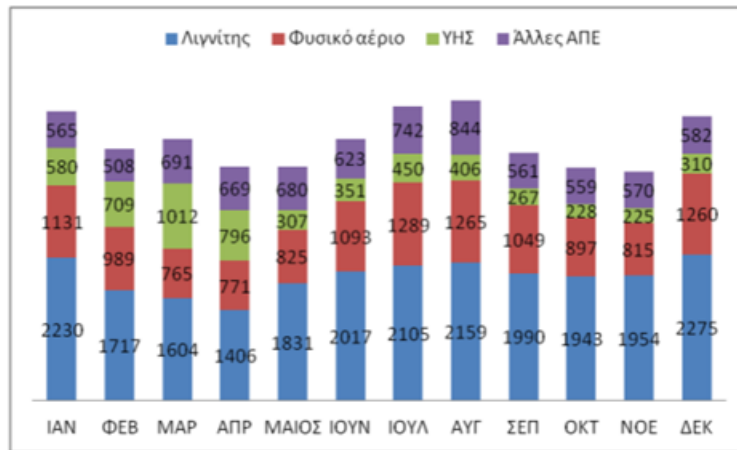
2.1 Ενεργειακό σύστημα

Το ενεργειακό σύστημα της χώρας αποτελείται από στοιχεία σχετικά με την υποδομή, το μέγεθος και τη σύνθεση των επιμέρους τομέων του καθώς και το είδος και τη χρήση των διαφόρων ενεργειακών μορφών σ' αυτό. Τα στοιχεία του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος είναι τα πετρελαιοειδή, ο ηλεκτρισμός, το φυσικό αέριο και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Το ενεργειακό σύστημα της χώρας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί από:

- σταθερή αύξηση της ενέργειας που καταναλώνεται λόγω της οικονομικής ανάπτυξης αλλά και της αλλαγής της συμπεριφοράς των καταναλωτών
- μεγάλη κατανάλωση συμβατικών καυσίμων, βασικά του λιγνίτη
- εξάρτηση από εισαγωγές, που περιλαμβάνουν αδιύλιστο πετρέλαιο, προϊόντα πετρελαίου και φυσικό αέριο
- σταδιακή ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Το ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα είναι όπως αναφέρθηκε παραπάνω εξαρτώμενο από τον λιγνίτη, αξίζει να αναφερθεί ότι με βάση τη θέση του είναι σχετικά απομονωμένο σε σχέση με άλλα ευρωπαϊκά συστήματα, έπειτα χαρακτηρίζεται από απότομη αύξηση της κατανάλωσης τα τελευταία χρόνια, καθώς επίσης από την ύπαρξη πολλών μικρών καταναλωτών σε νησιά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για να επιτευχθεί, εκμεταλλεύεται τις πρωτογενείς πηγές ενέργειας που αναφέρθηκαν. Στο Διάγραμμα 1 φαίνεται η κατανομή των πρωτογενών πηγών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα σε MW κατά το έτος 2013.

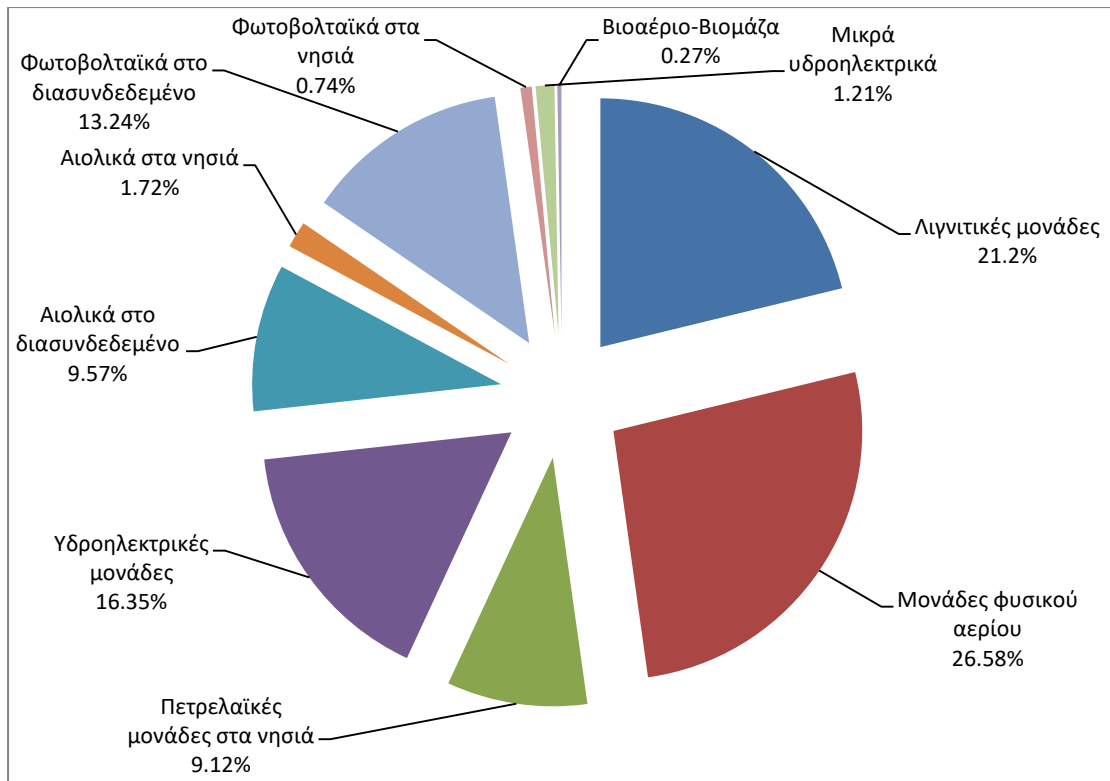


Διάγραμμα 1: Μηνιαίο Δελτίο Ενέργειας για το έτος 2013[2]

Η ηλεκτρική ενέργεια στη χώρα μας παράγεται κυρίως από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς. Στη Δυτική Μακεδονία επιτυγχάνεται η παραγωγή περίπου του 50% του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας. Η ύπαρξη των θερμοηλεκτρικών σταθμών στα βόρεια της Ελλάδας δημιουργεί το πρόβλημα των αυξημένων απωλειών κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Ουσιαστικά η ύπαρξη τους εκεί βασίστηκε στην εγγύτητά τους στα μέρη με πλούσια κοιτάσματα λιγνίτη, εφόσον ο λιγνίτης είναι η πρώτη ύλη αυτών των σταθμών. Στην Ελλάδα εντοπίζονται 4 περιοχές αποθεμάτων λιγνίτη, στις παρακάτω, Δράμα, Δυτική Μακεδονία, Ελασσόνα και Μεγαλόπολη.

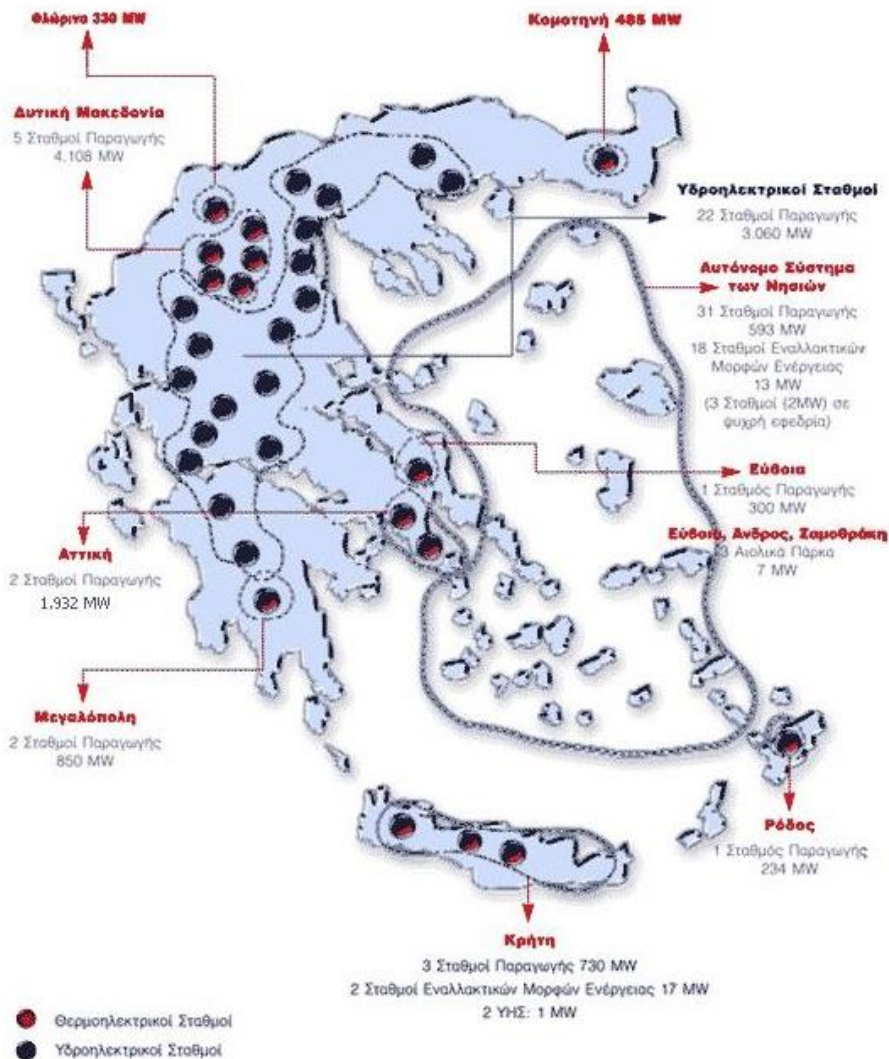
Σύμφωνα με στοιχεία του 2011 για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα το 66.5% της εγκατεστημένης ισχύος των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων είναι θερμικοί σταθμοί, εκ των οποίων με λιγνίτη 4930 MW, με πετρέλαιο 730 MW και με φυσικό αέριο 4579 MW. Το 19.6% είναι μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και το 13.9% είναι μονάδες ΑΠΕ[3].

Σε ό,τι αφορά την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα, όπως μετρήθηκε τον μήνα Αύγουστο του έτους 2015 υπήρξαν τα παρακάτω αποτελέσματα (Διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2: Ηλεκτροπαραγωγή ανά καύσιμο στην Ελλάδα για το έτος 2015

Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού(ΔΕΗ) αποτελεί την μεγαλύτερη εταιρεία παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας, εξασφαλίζει την επάρκεια της Ελλάδας σε ηλεκτρική ενέργεια. Διαθέτει μια μεγάλη υποδομή σε εγκαταστάσεις ορυχείων λιγνίτη, παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Το ηλεκτρικό σύστημα της Ελλάδας διακρίνεται στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα και στο Νησιωτικό Σύστημα. Οι 34 μεγάλοι θερμικοί και υδροηλεκτρικοί σταθμοί και τα 3 αιολικά πάρκα του διασυνδεδεμένου συστήματος της ηπειρωτικής χώρας καθώς και οι 61 αυτόνομοι σταθμοί Κρήτης, Ρόδου και λοιπών νησιών μας (39 θερμικοί, 2 υδροηλεκτρικοί, 15 αιολικά πάρκα και 5 φωτοβολταϊκοί σταθμοί) συνιστούν τη ΔΕΗ. Στον χάρτη που ακολουθεί (Εικόνα 1) παρουσιάζεται η γεωγραφική κατανομή των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.



Εικόνα 1: Γεωγραφική κατανομή σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας[4]

Το 2017 η ΔΕΗ παρήγαγε 32,6 TWh οι οποίες μαζί με τις 1,9 TWh που εισήγαγε, κάλυψαν το 56,7% της συνολικής ζήτησης. Η παραχθείσα ηλεκτρική ενέργεια προήλθε από λιγνίτη (50,3%), πετρέλαιο (14,8%), φυσικό αέριο (23,5%), ύδατα (10,6%) και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (0,8%).

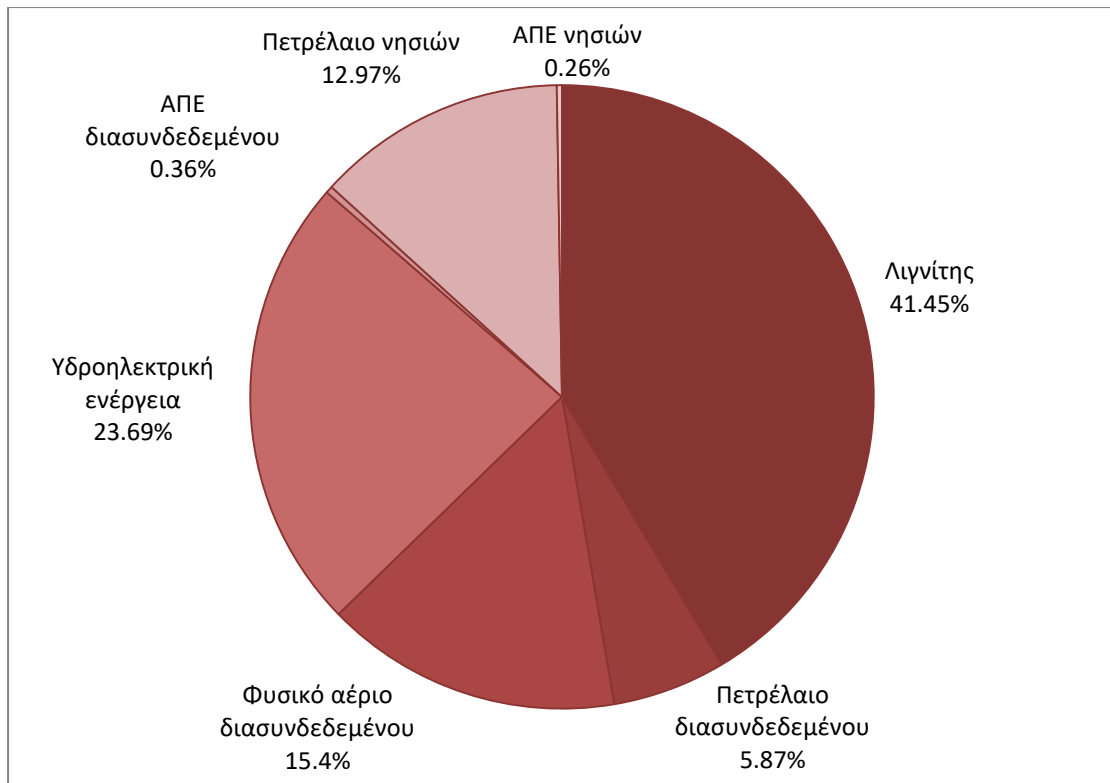
Στον τομέα των ΑΠΕ, η ΔΕΗ δραστηριοποιείται σήμερα μέσω της θυγατρικής της «ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε.», περιλαμβάνοντας αιολικά πάρκα, μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς και φωτοβολταϊκούς σταθμούς συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 116 MW (μη συμπεριλαμβανομένων των σταθμών στους οποίους η ΔΕΗ Ανανεώσιμες συμμετέχει μέσω κοινοπραξιών, από την εγκατεστημένη ισχύ των οποίων της αναλογούν 29 MW).

Η ΔΕΗ ιδρύθηκε το 1950, επίσης ο ΑΔΜΗΕ έχει την ευθύνη της διαχείρισης, λειτουργίας, ανάπτυξης και συντήρησης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και των διασυνδέσεών του, ενώ ο ΔΕΔΔΗΕ έχει την ευθύνη για την διαχείριση, ανάπτυξη, λειτουργία και συντήρηση του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Στον Πίνακα 1 καθώς και στο Διάγραμμα 3 αποτυπώνεται η εγκατεστημένη ισχύς των σταθμών της ΔΕΗ για το έτος 2007[4].

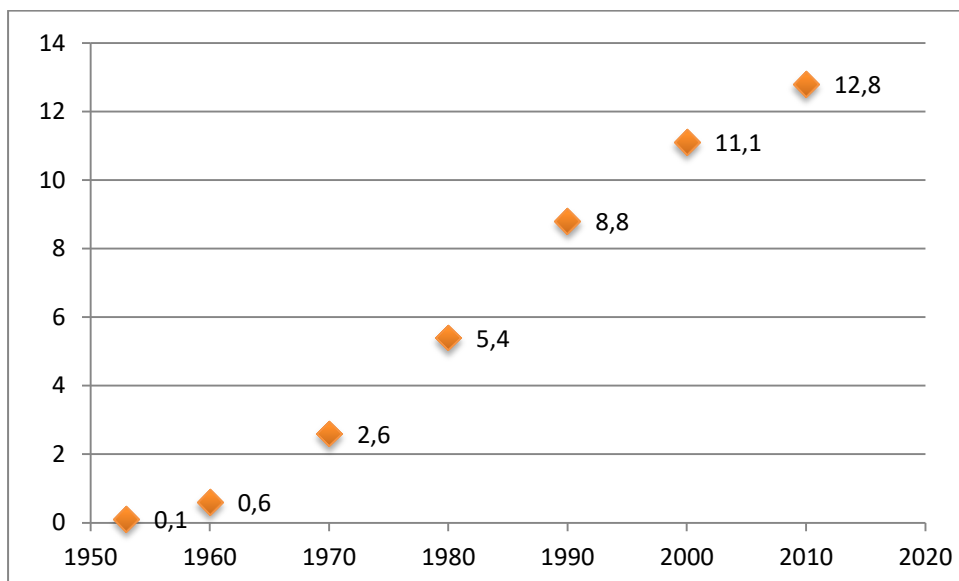
Πίνακας 1: Εγκατεστημένη ισχύς (MW) σταθμών ΔΕΗ Α.Ε. (31/12/2007)[4]

	ΘΗΣ				ΥΗΣ	ΑΠΕ	ΣΥΝΟΛΟ
	Λιγνιτικές Μονάδες	Πετρελαϊκές Μονάδες	Μονάδες Φυσικού	Σύνολο ΘΗΣ			
			Αερίου				
Διασυνδεδεμένο	5.288	750	1.966	8.004	3.020	46	11.070
Κρήτη, Ρόδος & λοιπά αυτόνομα νησιά	-	1.656	-	1.656	-	34	1.689
ΣΥΝΟΛΟ	9.660				3.020	80	12.760



Διάγραμμα 3: Εγκατεστημένη ισχύς ανά καύσιμο για το έτος 2007

Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς ανά δεκαετίες από την ίδρυση της ΔΕΗ(Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4: Εγκατεστημένη ισχύς (GW) των τελευταίων δεκαετιών

Ο ακόλουθος πίνακας (Πίνακας 2) παρουσιάζει βασικά στοιχεία σχετικά με τη λειτουργική δραστηριότητα της Εταιρείας κατά τα έτη 2013-2017.

Πίνακας 2: Λειτουργική δραστηριότητα ΔΕΗ των τελευταίων ετών

31η ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ	2017	2016	2015	2014	2013
Εγκατεστημένη ισχύς (GW)	12,1	12,1	13	12,6	12,9
Ποσοστό της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος στην Ελλάδα	60,60%	61,40%	64,00%	63,60%	64,90%
Καθαρή Παραγωγή (TWh)	32,6	30,3	34,1	35,3	37,5
Μερίδιο Παραγωγής (μέσο ετήσιο)	63,00%	62,70%	71,90%	74,90%	69,00%
Πωληθείσα Ηλεκτρική Ενέργεια στους τελικούς καταναλωτές (TWh)	43,8	45,6	49,2	49,5	50,8
Μερίδιο Πωλήσεων (μέσο ετήσιο)	86,70%	91,80%	96,40%	97,90%	98,30%
Αριθμός πελατών (σε εκατ.)	7,2	7,3	7,4	7,4	7,4
Αριθμός μισθοδοτούμενου προσωπικού	17.519	18.902	18.356	18.572	19.093

2.2 Χρήση λιγνίτη για την παραγωγή ενέργειας

Ο λιγνίτης ως μορφή άνθρακα, είναι η μοναδική γηγενής πρωτογενής πηγή ενέργειας στην χώρα και ο ρόλος του στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και στην ανάπτυξη της χώρας υπήρξε καθοριστικός.

Ο λιγνίτης αποτελεί ένα καύσιμο στρατηγικής σημασίας για τη ΔΕΗ, διότι έχει χαμηλό κόστος εξόρυξης, ελέγξιμη τιμή και επίσης προσφέρει σταθερότητα στον ανεφοδιασμό.

Στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας υπάρχουν 6 σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίοι χρησιμοποιούν ως καύσιμο τον λιγνίτη. Επίσης το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών ανέρχεται στα 4.500 MW περίπου.

Ο λιγνίτης μεταφέρεται μέσω ταινιοδρόμων από το σημείο εξόρυξης στον σταθμό και αποθηκεύεται στην αυλή του λιγνίτη ή οδηγείται στους σπαστήρες και θρυμματίζεται σε κομμάτια μέγιστης διαμέτρου 4 cm και στη συνέχεια μεταφέρεται στα σιλό λιγνίτη των μονάδων[5].

Ο λιγνίτης καίγεται στην εστία του λέβητα και αποδίδει θερμότητα από την καύση του, η οποία αξιοποιείται για την παραγωγή υπέρθερμου ατμού.

Ο υπέρθερμος ατμός οδηγείται στο στρόβιλο υψηλής πίεσης, έπειτα στο λέβητα ώστε να αναθερμανθεί και να αυξηθεί η θερμοκρασία του και στη συνέχεια οδηγείται στο στρόβιλο μέσης και χαμηλής πίεσης όπου προσδίδεται όλο το έργο του ατμού. Έπειτα, ο ατμός εισέρχεται στο ψυγείο της μονάδας όπου λαμβάνει χώρα η συμπύκνωση με τη βοήθεια ψυκτικού νερού.

Ο συμπυκνωμένος ατμός προθερμαίνεται με προθερμαντές και οδηγείται με αντλίες ξανά στο λέβητα.

Ο στρόβιλος είναι συνδεδεμένος με γεννήτρια, όπου μετατρέπεται η κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική.

2.2.1 Χαρακτηριστικά λιγνίτη

Στις στερεές ορυκτές καύσιμες ύλες ανήκουν οι λιγνίτες με τη γενική ονομασία γαιάνθρακες και προήλθαν από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης, μια ιδιότυπη αποσύνθεση φυτών. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση από την τύρφη (αρχικό στάδιο ενανθράκωσης) στον ανθρακίτη (τελικό στάδιο ενανθράκωσης) είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης. Η Εικόνα 2 βοηθά ώστε να γίνει κατανοητή η δημιουργία του λιγνίτη.



Εικόνα 2: Δημιουργία λιγνίτη[4]

Η αύξηση του βαθμού ενανθράκωσης επηρεάζει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γαιανθράκων. Οι λιγνίτες σχηματίστηκαν κατά τα πρώτα στάδια της ενανθράκωσης αμέσως μετά την τύρφη. Για το σχηματισμό ενός κυβικού μέτρου λιγνίτη, έχει υπολογισθεί ότι απαιτείται χρονικό διάστημα 1000 έως 4000 ετών.

Το θερμιδικό περιεχόμενο των λιγνιτών είναι από 3 έως 7 φορές μικρότερο από το θερμιδικό περιεχόμενο του λιθάνθρακα και 5 έως 10 φορές μικρότερο από αυτό του πετρελαίου. Κατάλληλες συνθήκες για το σχηματισμό λιγνιτών στον ελλαδικό χώρο συνέτρεξαν, κατά περιόδους και κατά περιοχές, από τις αρχές του Καινοζωϊκού αιώνα μέχρι τους πρόσφατους γεωλογικούς χρόνους.

Η κύρια φάση λιγνιτογένεσης συμπίπτει με την Νεοτριτογενή και Τεταρτογενή γεωλογική περίοδο. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα λιγνίτη αναπτύχθηκαν σε αβαθείς λίμνες και έλη κλειστών ενδοηπειρωτικών λεκανών.

Στη συνέχεια καταγράφονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του λιγνίτη(Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά λιγνίτη

Ηλικία δημιουργίας	40-60 εκατομμύρια έτη
Περιεκτικότητα σε νερό	15-65%
Περιεκτικότητα σε τέφρα	1-15%
Περιεκτικότητα σε άνθρακα	60-75%
Περιεκτικότητα σε υδρογόνο	5-9%
Περιεκτικότητα οξυγόνο	15-25%
Περιεκτικότητα σε θείο	0,20%
Περιεκτικότητα σε άζωτο	0,5-2%
Θερμογόνος ισχύς	5-10MJ/kg

2.2.2 Ο λιγνίτης στην Ελλάδα

Η εκμετάλλευση του λιγνίτη στην Ελλάδα άρχισε στο Αλιβέρι (Εύβοια) το 1873, και μετά το 1950 πραγματοποιήθηκε το ξεκίνημα της εντατικής εκμετάλλευσής του για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Το 85% του λιγνίτη χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το υπόλοιπο 15% χρησιμοποιείται για την παραγωγή πλίνθων (~1%), λιγνιτόσκονης για μεταλλουργικούς σκοπούς (3,6%), για καύσιμη ύλη (~1%), για αζωτούχα λιπάσματα κλπ.

Όλοι οι γαιάνθρακες (τύρφη - λιγνίτης - υποβιτουμενιούχοι άνθρακες) που απαντούν στην Ελλάδα είναι Καινοζωικής ηλικίας και αποτέθηκαν σε ενδοηπειρωτικές ή παράκτιες λεκάνες.

Το 84% των λιγνιτοφόρων λεκανών είναι Νεογενούς ηλικίας, το 9% Τεταρτογενούς και το 7% Ηωκαινικής / Ολιγοκαινικής ηλικίας.

Οι σπουδαιότερες λεκάνες είναι εκείνες της Πτολεμαΐδας (Πτολεμαΐδα, Κομνηνά, Αγ.Χριστόφορος, Περδίκια, Πλειοκαινικής ηλικίας), της Μεγαλόπολης και Δράμας (Πλειστοκαινικής ηλικίας) και της Φλώρινας (Μειοκαινικής ηλικίας). Ο λιγνίτης διακρίνεται σε τυρφώδη λιγνίτη (το 25% των αποθεμάτων της χώρας), σε λιγνίτη (το 64%) και σε υποβιτουμενιούχο λιγνίτη (το 11%).

Υποβιτουμενιούχοι άνθρακες, Ηωκαινικής/Ολιγοκαινικής ηλικίας, υπάρχουν στην Αλεξανδρούπολη, Κοζάνη, Γρεβενά και είναι πολύ καλής ποιότητας, αλλά μικρής οικονομικής σημασίας[6].

Τα λιγνιτικά κοιτάσματα της Πτολεμαΐδας διαμορφώθηκαν κατά την τριτογενή γεωλογική περίοδο και είναι ηλικίας ενός έως πέντε εκατομμυρίων ετών. Η ευρύτερη περιοχή η οποία οριοθετείται σήμερα από το Μοναστήρι, το Αμύνταιο, τη Φλώρινα, την Πτολεμαΐδα, την Κοζάνη μέχρι τα Σέρβια, πριν από εκατομμύρια χρόνια, ήταν μια περιοχή με αβαθείς λίμνες και διάσπαρτα έλη. Οι κλιματολογικές συνθήκες της τότε εποχής ευνοούσαν την ανάπτυξη υδροχαρών φυτών και κυρίως καλάμια και βρύα. Όταν τα φυτά ξεραίνονταν, έπεφταν στο φτωχό σε οξυγόνο νερό των βάλτων και σκεπάζονταν από λάσπη. Παράλληλα, λόγω καθιζήσεων και φερτών υλικών, τα φυτά καλύπτονταν με επιπλέον ιζηματογενείς αποθέσεις. Η αποσύνθεση των φυτών γινόταν σε περιβάλλον χωρίς αέρα και κάτω από πίεση, ενώ η παρουσία μικροοργανισμών υποβοηθούσε την αναερόβια ζύμωση. Κατά την διαδικασία της ενανθράκωσης, διέφευγε στην ατμόσφαιρα το οξυγόνο, το υδρογόνο και το άζωτο και κατά συνέπεια αυξανόταν το ποσοστό του άνθρακα στα υπολείμματα. Αργότερα φύτρωνε καινούργια βλάστηση και ο κύκλος επαναλαμβάνονταν. Πάνω από τα νεότερα στρώματα λιγνίτη επικάθισαν γαιώδη υλικά, τα λεγόμενα "υπερκείμενα". Το πάχος των υπερκείμενων υλικών, άμμος, ασβεστόλιθος και άργιλος, κυμαίνεται στα ορυχεία της Πτολεμαΐδας, από 12 μέχρι 200 μέτρα.

Επιπλέον, το κοίτασμα του λιγνίτη δεν είναι ενιαίο διότι ακριβώς μέσα στο κοίτασμα υπάρχουν τα παλαιότερα γαιώδη υλικά τα οποία ονομάζονται "ενδιάμεσα"[5].

Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη (Κ.Θ.Δ.) των λιγνιτών της Ελλάδας κυμαίνεται από 840 kcal/kg (Ιωάννινα) έως 7.000 kcal/kg (Κοτύλη Ξάνθης). Στις περισσότερες περιπτώσεις η Κ.Θ.Δ. κυμαίνεται από 1800 - 2600 kcal/kg για τους Μειοκαινικής ηλικίας, 1000 - 1800 kcal/kg για τους Πλειοκαινικής και <1000 kcal/kg για τους Πλειστοκαινικής ηλικίας λιγνίτες. Λιγνίτες με Κ.Θ.Δ. >2600 kcal/kg είναι ελάχιστοι (<0,4% των αποθεμάτων).

Στην ευρύτερη περιοχή της Πτολεμαΐδας η θερμογόνος δύναμη ποικίλλει, από 1.400 kcal/kg έως 2.300 kcal/kg, ενώ στη Μεγαλόπολη ανέρχεται στις 950 kcal/kg.

Το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας το έχουν οι λιγνίτες Μεγαλόπολης (62%, περίπου), Ιωαννίνων (61%) και Πτολεμαΐδας (60%), ενώ το μικρότερο οι υποβιτουμενιούχοι άνθρακες της Αλεξανδρούπολης (8,9%).

Γενικά, αυξανόμενης της ηλικίας του λιγνίτη, αυξάνεται η θερμογόνος του δύναμη και η περιεκτικότητά του σε πτητικά συστατικά, ενώ αντίθετα, ελαττώνεται η περιεκτικότητά του σε υγρασία. Η περιεκτικότητα των λιγνιτών σε τέφρα ποικίλλει ακόμη και στο ίδιο το κοίτασμα, δεδομένου ότι εξαρτάται από το ποσοστό των αργιλο-μαργο-ψαμμιτικών ιζημάτων που συμμετέχουν στο εξεταζόμενο δείγμα. Συνήθης τιμή είναι 15-20%. Στην τέφρα έχουν ανιχνευτεί βαρέα μέταλλα όπως Pb, Zn, U, Ba, κλπ.[6].

2.2.3 Αποθέματα λιγνίτη

Τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα λιγνίτη στην Ελλάδα κατά το έτος 2015 παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3) και αφορούν τη Δυτική Μακεδονία (Πτολεμαΐδα, Αμύνταιο, Φλώρινα) και την Πελοπόννησο. Παρουσιάζονται επίσης τα αποθέματα λιγνίτη στη Δράμα και στην Ελασσόνα που όμως δεν έχουν εκμεταλλευτεί. Το 2004 η συνολική εξόρυξη ανήλθε σε 72 εκ. τόνους, είναι το μέγιστο που παρατηρήθηκε.



Εικόνα 3: Κατανομή εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων λιγνίτη στον ελληνικό χώρο(σε εκ. τόνους) [7]

2.3 Λιγνιτικοί θερμοηλεκτρικοί σταθμοί

Οι λιγνιτικοί σταθμοί αποτελούν ένα καθοριστικό κομμάτι στην ενεργειακή βάση κάθε οικονομικής δραστηριότητας της χώρα μας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αρχή λειτουργίας των ατμοηλεκτρικών ΘΗΣ είναι κοινή με εκείνη των πρώτων ατμομηχανών. Συγκεκριμένα:

- Η καύση των καυσίμων γίνεται μέσα σε έναν λέβητα
- Η παραγόμενη, από την καύση, θερμότητα προσδίδεται στον ατμοπαραγωγό, στον οποίο μετατρέπεται το νερό σε ατμό υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης
- Στη συνέχεια, αυτός ο ατμός υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης εκτονώνεται στον ατμοστρόβιλο. Η εσωτερική ενέργεια του ατμού μετατρέπεται δηλαδή σε μηχανική στον στρόβιλο
- Όταν ο εκτονωμένος ατμός βγει από τον ατμοστρόβιλο οδηγείται στο ψυγείο όπου συμπυκνώνεται σε νερό, το οποίο στη συνέχεια οδηγείται στον ατμοπαραγωγό για να ξεκινήσει ο κύκλος ξανά
- Η μηχανική ενέργεια του ατμοστρόβιλου μετατρέπεται σε ηλεκτρική με ηλεκτρικές γεννήτριες. Η ηλεκτρική ενέργεια, στη συνέχεια, οδηγείται προς τον υποσταθμό μεταφοράς για να οδηγηθεί στην κατανάλωση[2].

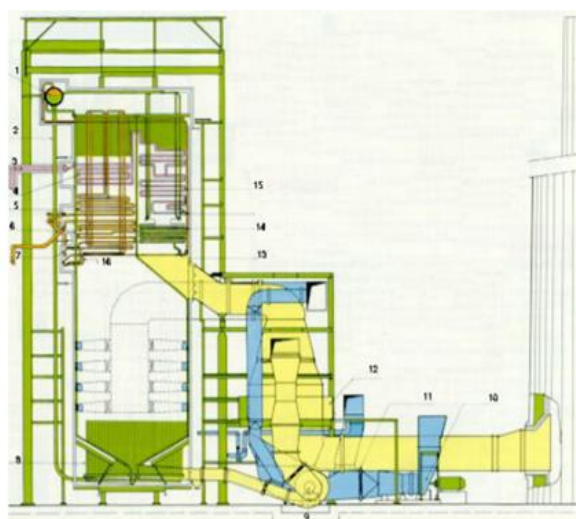
Στην Εικόνα 4 παρουσιάζονται όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για την μετατροπή της ενέργειας που λαμβάνει χώρα κατά την λειτουργία ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού.



Εικόνα 4: Μετατροπή ενέργειας κατά την λειτουργία ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού [2]

Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί αποτελούνται από το μηχανολογικό και το ηλεκτρολογικό μέρος.

Τα βασικά στοιχεία του μηχανολογικού μέρους είναι ο λέβητας/καζάνι (Εικόνα 5), όπου γίνεται η καύση, ο στρόβιλος (Εικόνα 6) και ο συμπυκνωτής/ψυγείο. Από την καύση του καυσίμου στο λέβητα ζεσταίνεται κάποια ποσότητα νερού έως ότου ατμοποιηθεί. Στη συνέχεια, ο ατμός εκτονώνεται θέτοντας σε κίνηση τον ατμοστρόβιλο, και ακολούθως υγροποιείται. Κατόπιν, το ζεστό νερό που προκύπτει από την υγροποίηση οδηγείται στο λέβητα για την εκ νέου θέρμανση και ατμοποίησή του. Σ' αυτό το στάδιο η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε μηχανική[4].



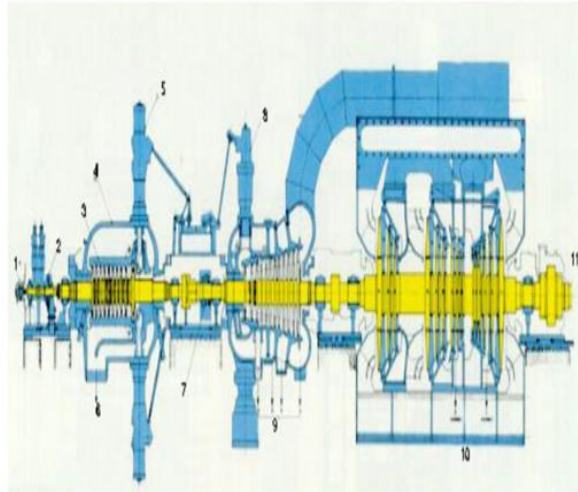
Υπόμνημα

1. Τύμπανο
2. Αυλοί καθόδου
3. Έξοδος ανάθερμου
4. Αναθερμαντής υψηλής θερμοκρασίας
5. Υπερθερμαντής υψηλής θερμοκρασίας
6. Υπερθερμαντής υψηλής θερμοκρασίας
7. Έξοδος υπερθερμού ατμού
8. Αυλοί ανόδου
9. Ανεμιστήρας ανακυκλοφορίας καυσαερίων
10. Ανεμιστήρες κατάθλιψης
11. Προθερμαντές αέρος με ατμό
12. Προθερμαντές αέρος με καυσαέρια
13. Συλλέκτης εισόδου οικονομίας
14. Οικονομητήρας
15. Αναθερμαντής χαμηλής θερμοκρασίας
16. Υπερθερμαντής χαμηλής θερμοκρασίας

Εικόνα 5: Τυπικός ατμολέβητας [9]

Υπόμνημα

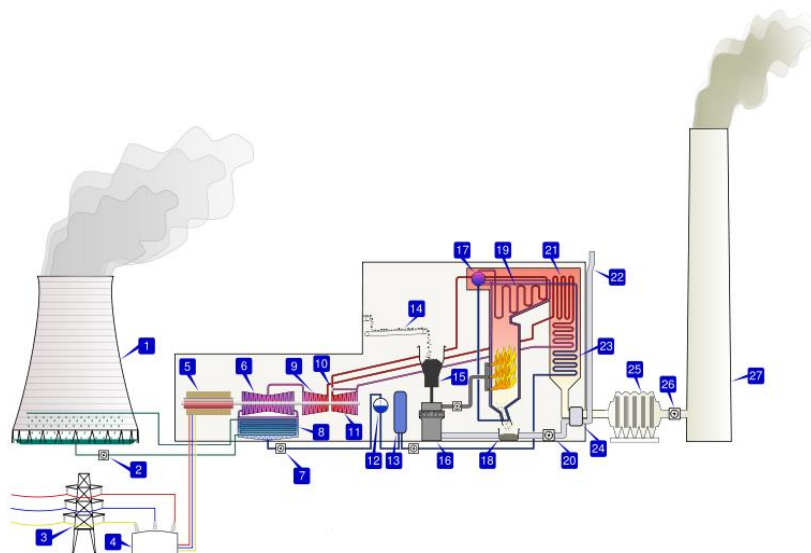
1. Ρυθμιστής στροφών
2. Κύρια αντλία λίπανσης
3. Εσωτερικό κέλυφος
4. Εξωτερικό κέλυφος
5. Ρυθμιστικές δικλείδες υψηλής πίεσης
6. Απομάστευση βαθμίδας υψηλής πίεσης. Έξοδος βαθμίδας υψηλής πίεσης
7. Ωστικός τριβέας
8. Ρυθμιστικές δικλείδες μέσης πίεσης
9. Απομάστευση βαθμίδας μέσης πίεσης
10. Συμπυκνωτής στροβίλου. Βαθμίδα χαμηλής πίεσης
11. Προς γεννήτρια



Εικόνα 6: Τυπικός ατμοστροβίλος [9]

Το ηλεκτρολογικό μέρος είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής. Με την περιστροφή του ατμοστροβίλου τίθεται σε κίνηση η ηλεκτρογεννήτρια, η οποία είναι συνδεδεμένη στον άξονα του στροβίλου. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται μ' αυτόν τον τρόπο μετασχηματίζεται από τα 15KV στην τάση εκείνη στην οποία θα πραγματοποιηθεί η μεταφορά του. Κατά το στάδιο αυτό, η μηχανική ενέργεια του στροβίλου μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Οι περισσότεροι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί έχουν περισσότερες από μια μονάδες οι οποίες λειτουργούν παράλληλα και κάθε μονάδα έχει το δικό της μετασχηματιστή. Η γεννήτρια και ο μετασχηματιστής προστατεύονται από αυτόματους διακόπτες, των οποίων το μέγεθος είναι ανάλογο της μεταφερόμενης ισχύος και της ανάγκης προστασίας από βραχυκυκλώματα και υπερεντάσεις[8].

Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 7) αποτυπώνονται τα βασικά μέρη ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού.



1. Πύργος ψύξης
2. Αντλία νερού ψύξης
3. Πυλώνες
4. Μετασχηματιστής
5. Γεννήτρια
6. Στρόβιλος χαμηλής πίεσης
7. Αντλία τροφοδοσίας
8. Συμπυκνωτής
9. Στρόβιλος μέσης πίεσης
10. Βαλβίδα ρύθμισης ατμού
11. Στρόβιλος υψηλής πίεσης
12. Απαερωτής
13. Προθερμαντής νερού με απομάστευση
14. Ταινιόδρομος
15. Σιλό
16. Μύλος κονιοποίησης
17. Τύμπανο λέβητα
18. Χοάνη τέφρας
19. Υπερθερμαντής
20. Ανεμιστήρας
21. Αναθερμαντής
22. Εισαγωγή αέρα καύσης
23. Οικονομητήρας
24. Προθερμαντής αέρα
25. Ηλεκτροστατικό φίλτρο
26. Ανεμιστήρας καυσαερίων
27. Καμινάδα

Εικόνα 7: Βασικά μέρη ατμοηλεκτρικού σταθμού

2.3.1 Μεταφορά και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Για να λυθεί το πρόβλημα της μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις, ο William Stanley κατασκεύασε το πρώτο επαγωγικό πηνίο, που αποτέλεσε τον προάγγελο του σύγχρονου (ηλεκτρικού) μετασχηματιστή καθώς και το πρώτο πλήρες σύστημα υψηλής τάσης μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος, το οποίο αποτελείται από γεννήτριες, μετασχηματιστές και υψηλής τάσης γραμμές μεταφοράς, που αποτέλεσε τη βάση της σύγχρονης διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι όλη η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στους σταθμούς παραγωγής, αρχικά μεταφέρεται σε κοντινούς μετασχηματιστές που μετατρέπουν τη χαμηλή τάση της ηλεκτρικής ενέργειας σε υψηλή. Με αυτόν τον τρόπο, η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται με τις γραμμές μεταφοράς σε πολύ μεγάλες αποστάσεις με λιγότερες απώλειες, καθώς οι σταθμοί παραγωγής είναι συνήθως μακριά από μεγάλα αστικά κέντρα. Το δίκτυο μεταφοράς μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στους υποσταθμούς μέσης και χαμηλής τάσης, στους οποίους μετατρέπεται η τάση της ηλεκτρικής ενέργειας από υψηλή σε μέση και χαμηλή τάση, προκειμένου με τη βοήθεια εναέριων γραμμών να διανεμηθεί σε βιομηχανίες που χρησιμοποιούν μέση τάση και σε σπίτια που χρησιμοποιούν χαμηλή τάση.

Έχουμε δύο τύπους δικτύου, ανάλογα με την τάση της ηλεκτρικής ισχύος που διακινεί, το δίκτυο Μεταφοράς και το δίκτυο Διανομής.

Το δίκτυο Μεταφοράς μεταφέρει την ηλεκτρική ισχύ από τους σταθμούς παραγωγής στους υποσταθμούς μεταφοράς. Η μεταφορά γίνεται σε υψηλή τάση μέσω του δικτύου υψηλής τάσης (150kV) και υπερυψηλής (400kV) για να μειωθούν οι απώλειες ισχύος όταν οι αποστάσεις είναι μεγάλες. Οι γραμμές Μεταφοράς δεν μπορούν να τροφοδοτήσουν άμεσα τους καταναλωτές που χρησιμοποιούν χαμηλή τάση (220/380V) αλλά φθάνουν μέχρι ορισμένα σημεία, τους υποσταθμούς μεταφοράς, όπου γίνεται υποβιβασμός της τάσης στη μέση τάση, δηλαδή στα 20 kV του δικτύου. Οι υποσταθμοί αποτελούν κόμβους στο δίκτυο του ηλεκτρισμού. Από αυτά τα σημεία όπου βρίσκονται οι υποσταθμοί μεταφοράς αρχίζουν οι γραμμές διανομής που καταλήγουν στους υποσταθμούς διανομής όπου γίνεται υποβιβασμός της μέσης τάσης στη χαμηλή τάση που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι καταναλωτές[3].

Τα συστατικά στοιχεία των γραμμών μεταφοράς είναι:

- Πυλώνες ή πύργοι, στους οποίους στηρίζονται οι αγωγοί των εναέριων γραμμών
- Μονωτήρες, μέσω των οποίων αναρτώνται στους πυλώνες οι αγωγοί γραμμών
- Αγωγοί, κυρίως από χαλκό και αλουμίνιο

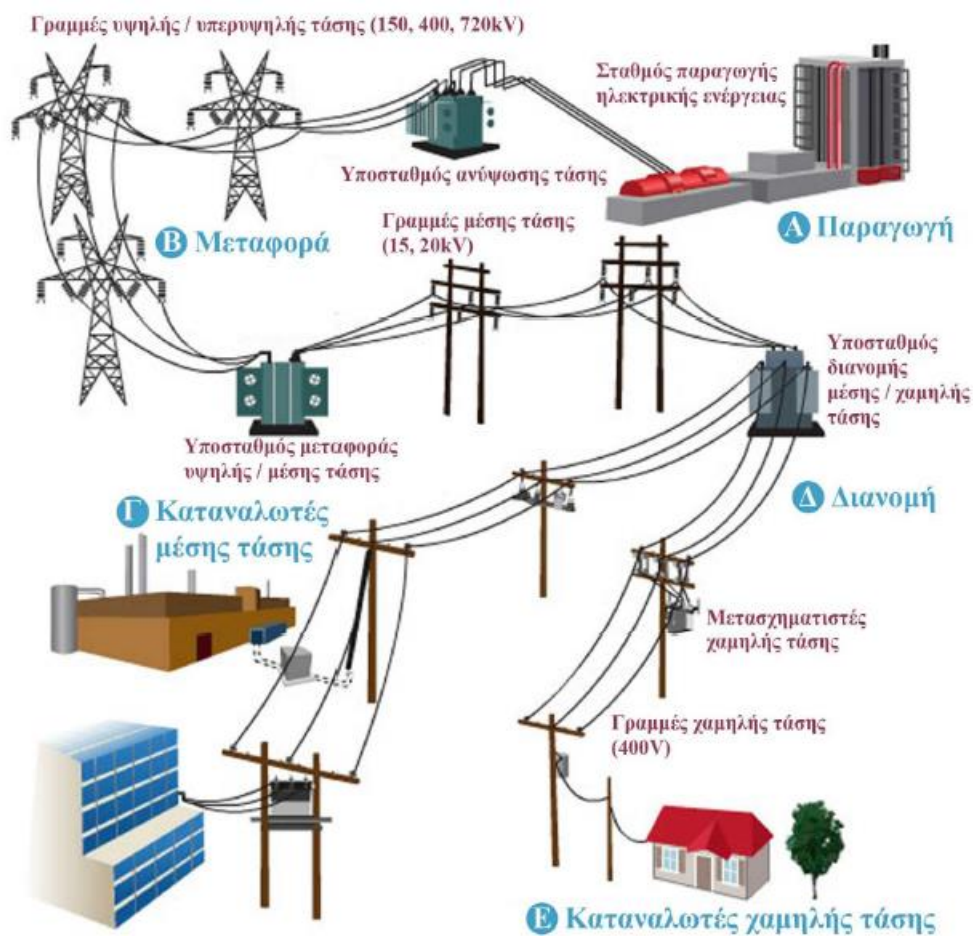
Το δίκτυο Διανομής περιλαμβάνει:

- το δίκτυο διανομής μέσης τάσης (20kV) που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια από τους υποσταθμούς μεταφοράς στους υποσταθμούς διανομής
- το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης (220/380V) που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια από τους υποσταθμούς διανομής στους καταναλωτές

Τη σπονδυλική στήλη του Διασυνδεδεμένου Συστήματος Μεταφοράς αποτελούν οι τρεις γραμμές διπλού κυκλώματος των 400 kV που μεταφέρουν ηλεκτρισμό κυρίως από το σπουδαιότερο για την χώρα μας ενεργειακό κέντρο παραγωγής της Δυτικής Μακεδονίας. Από την περιοχή αυτή, όπου παράγεται η ηλεκτροπαραγωγή στη συνέχεια μεταφέρεται στα μεγάλα κέντρα κατανάλωσης της Κεντρικής και Νότιας Ελλάδας.

Στην εικόνα (Εικόνα 8) που ακολουθεί γίνεται η κατανοητή η διαδικασία που περιγράφηκε.

Το Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς διαθέτει επιπλέον γραμμές των 400 kV καθώς επίσης εναέριες, υπόγειες γραμμές και υποβρύχια καλώδια των 150 kV που συνδέουν την Άνδρο και τα νησιά της Δυτικής Ελλάδας, την Κέρκυρα, τη Λευκάδα, την Κεφαλονιά και τη Ζάκυνθο με το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς, καθώς και μία υποβρύχια διασύνδεση της Κέρκυρας με την Ηγουμενίτσα στα 66 kV[10].



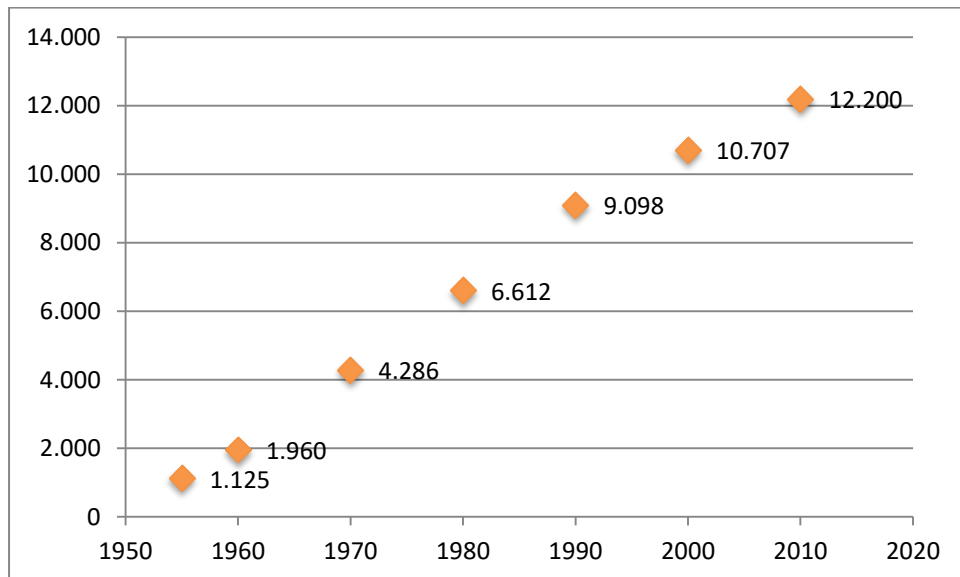
Εικόνα 8: Διασυνδεδεμένο σύστημα[2]

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4) παρουσιάζονται τα χιλιόμετρα των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος ανά κατηγορία αλλά και συνολικά.

Πίνακας 4: Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος (χλμ. όδευσης)

	400kV	Σ.Π. (D.C.) 400kV	150 kV	66 kV	ΣΥΝΟΛΟ
ΕΝΑΕΡΙΕΣ	2.647	107	8.152	39	10.945
ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ	0,58		140	15	155
ΥΠΟΓΕΙΕΣ	30		101		131
ΣΥΝΟΛΟ	2.677	107	8.393	54	11.232

Στη συνέχεια στο Διάγραμμα 5 αποτυπώνονται οι μεταβολές των γραμμών μεταφοράς με το πέρασμα των ετών.



Διάγραμμα 5: Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος (χλμ.) τις τελευταίες δεκαετίες [4]

Στο σημείο αυτό χρησιμοποιήθηκε ένας χάρτης (Εικόνα 9) ώστε να φανούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο οι γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος στον ελλαδικό χώρο.



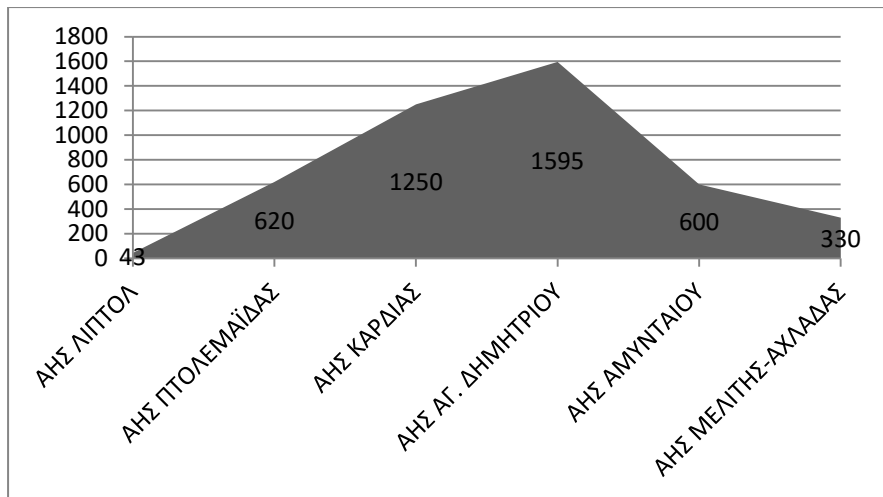
Εικόνα 9: Χάρτης γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος και μονάδων στην Ελλάδα[4]

3. Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας

Η ΔΕΗ κατέχει περίπου το 60% της εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα συμπεριλαμβάνοντας στο ενεργειακό της μείγμα λιγνιτικούς, υδροηλεκτρικούς και πετρελαϊκούς σταθμούς, καθώς και σταθμούς φυσικού αερίου, αλλά και μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σήμερα, οι 8 λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ αποτελούν το 42% της εγκατεστημένης ισχύος της και παράγουν το 56% περίπου της καθαρής ηλεκτρικής παραγωγής της. Οι 6 εκ των 8 βρίσκονται στους νομούς Κοζάνης και Φλώρινας με συνολική ισχύ που απεικονίζεται στον παρακάτω Πίνακα 5 και γραφικά στο Διάγραμμα 6[4].

Πίνακας 5: Λιγνιτικοί σταθμοί και η εγκατεστημένη ισχύς τους στους νομούς Κοζάνης και Φλώρινας

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)
ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ	$10+33 = 43$
ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ	$70 + 2 \times 125 + 300 = 620$
ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ	$2 \times 300 + 2 \times 325 = 1.250$
ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	$2 \times 300 + 2 \times 310 + 375 = 1.595$
ΑΗΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ	$2 \times 300 = 600$
ΑΗΣ ΜΕΛΙΤΗΣ-ΑΧΛΑΔΑΣ	$1 \times 330 = 330$
ΣΥΝΟΛΟ	4.438



Διάγραμμα 6: Λιγνιτικοί σταθμοί και η εγκατεστημένη ισχύς τους στους νομούς Κοζάνης και Φλώρινας

3.1 ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου

Ο ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου είναι ένας ατμοηλεκτρικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο λιγνίτη εκ του Νοτίου Πεδίου, με ετήσια κατανάλωση 21.000kt. Στον ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου είναι εγκατεστημένες και λειτουργούν πέντε λιγνιτικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με όλο τον απαιτούμενο βοηθητικό εξοπλισμό, συνολικής ονομαστικής ισχύος 1.595 Mwe.

Η ισχύς των μονάδων διαμορφώνεται ως εξής:

- Ισχύς Μονάδος I (STEIN ALSTHOM ΕΡΓΑΣ,1984) 300 Mwe
- Ισχύς Μονάδος II (STEIN ALSTHOM ΕΡΓΑΣ,1984) 300 Mwe
- Ισχύς Μονάδος III (EVT ΤΡΕ ΕΡΓΑΣ,1985) 310 MWe με δυνατότητα παροχής θερμικής ενέργειας στο δίκτυο τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης απόδοσης έως και 67 MWth
- Ισχύς Μονάδος IV (EVT ΤΡΕ ΕΡΓΑΣ,1986) 310 MWe με δυνατότητα παροχής θερμικής ενέργειας στο δίκτυο τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης απόδοσης έως και 67 MWth
- Ισχύς Μονάδος V (WAGNER ANSALDO ΑΕΓΕΚ,1997) 375 MWe και παροχή θερμικής ενέργειας στο δίκτυο τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης απόδοσης έως και 70 MWth

Ο ΑΗΣ αποτελείται από τα εξής κύρια τμήματα και εγκαταστάσεις:

- Υπαίθρια αυλή αποθήκευσης λιγνίτη
- Μονάδα πρόθραυσης λιγνίτη (σύστημα σπαστήρων τύπου σφυρόμυλοι για τη μείωση του μεγέθους των τεμαχίων του λιγνίτη σε διαστάσεις κάτω των 4 cm)
- Πέντε Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη (H/Z) εκτάκτου ανάγκης (3x2,5 MWth για την εκκίνηση των Μονάδων I-II-V και 2x3 MWth για την εκκίνηση των Μονάδων III-IV από νεκρό δίκτυο όταν δεν υπάρχει άλλη διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον ΑΗΣ) και ένα H/Z Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος

εκτάκτου ανάγκης για τη λειτουργία του Συγκροτήματος Υγρής Αποθείωσης (όταν δεν υπάρχει άλλη διαθέσιμη πηγή ενέργειας)

- Πέντε συστήματα συλλογής και αποκομιδής ιπτάμενης και υγρής τέφρας, τα οποία περιλαμβάνουν τα ηλεκτροστατικά φίλτρα, τα σιλό αποθήκευσης της ιπτάμενης τέφρας, τις διατάξεις ύγρανσης και εκφόρτωσής της σε ταινιόδρους, το σύστημα αποκομιδής της υγρής τέφρας από τις τεφρολεκάνες των λεβήτων και τα συστήματα μεταφοράς (ταινιόδρομοι) της τέφρας προς το χώρο απόθεσης
- Τρεις μονάδες παραγωγής αποσκληρυσμένου νερού (σύστημα αποσκλήρυνσης I – II με τρεις δεξαμενές καθίζησης δυναμικότητας 850m³/h εκάστη, σύστημα αποσκλήρυνσης III – IV με δύο δεξαμενές καθίζησης δυναμικότητας 900m³/h εκάστη, σύστημα αποσκλήρυνσης V με μία δεξαμενή καθίζησης δυναμικότητας 1400 m³/h)
- Τρεις Μονάδες παραγωγής αφαλατωμένου νερού με τη μέθοδο της ιοντοεναλλαγής (σύστημα αφαλάτωσης I – II με δύο συστοιχίες δυναμικότητας 50 m³/h εκάστη, σύστημα αφαλάτωσης III – IV με δύο συστοιχίες δυναμικότητας 50 m³/h εκάστη, σύστημα αφαλάτωσης V με μία συστοιχία 90 m³/h)
- Μία κινητή μονάδα παραγωγής αφαλατωμένου νερού δυναμικότητας 50 t/h, η οποία εξυπηρετεί περιοδικά εκτός από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και τους ΑΗΣ Καρδιάς και Αμυνταίου
- Πέντε συστήματα εξευγενισμού συμπυκνώματος (τέσσερα συστήματα με τρεις συστοιχίες συνολικής παροχής 900t/h για τις Μονάδες I, II, III, IV και ένα σύστημα με δύο συστοιχίες συνολικής παροχής 1050t/h για τη Μονάδα V)
- Δεξαμενές αποθήκευσης νερού βιομηχανικής χρήσης (8 δεξαμενές αποσκληρυσμένου νερού (2x400m³, 3x800m³, 2x1600m³, 1x2600m³), 6 δεξαμενές αφαλατωμένου νερού (5x1000m³, 1x2000m³) και 3 δεξαμενές (1x350m³, 2x40m³) νερού καθαριότητας, άρδευσης και βοηθητικών χρήσεων
- Μία δεξαμενή αποθήκευσης πετρελαίου diesel χωρητικότητας 5000m³, τρεις δεξαμενές ημερησίας κατανάλωσης καυσίμου (πετρέλαιο diesel) χωρητικότητας 160m³ εκάστη (3x160)
- Οκτώ δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου diesel χωρητικότητας 10 m³ εκάστη (πέντε για τη λειτουργία των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών εκτάκτου ανάγκης για τις Μονάδες του ΑΗΣ (5x10), τρεις για τη λειτουργία αντλιών πυρόσβεσης, αφαλατωμένου και ακατέργαστου

νερού (3x10)) και μία χωρητικότητας 5 m³ για τη λειτουργία του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους του Συγκροτήματος Υγρής Αποθείωσης

- Συγκρότημα υγρής αποθείωσης στη Μονάδα V (σύστημα παραλαβής & αποθήκευσης ασβεστολίθου, σύστημα παρασκευής & τροφοδοσίας υδατικού αιωρήματος ασβεστολίθου, σύστημα ανάμιξης - προώθησης & απαγωγής καυσαερίων, πύργος απορρόφησης μίας βαθμίδας με τα απαραίτητα βοηθητικά συστήματα (καταιονισμοί, ανακυκλοφορίες γαλακτώματος, προσαγωγή αέρα οξείδωσης, αναδευτήρες, κατακρατητές σταγονιδίων), σύστημα αφύγρανσης, αποθήκευσης & αποκομιδής γύψου (υδροκυκλώνες, ταινιοφιλτρόπρεςσες, καλυμμένοι ταινιόδρομοι, σιλό γύψου, δεξαμενή νερού διεργασίας, φρεάτιο συλλογής αποβλήτων), δεξαμενή νερού γενικής χρήσης
- Συγκρότημα ξηρής αποθείωσης καυσαερίων στις Μονάδες I-IV με έγχυση υλικού με βάση το υδροξείδιο του ασβεστίου στους αγωγούς καυσαερίων και στο λέβητα (σιλό τροφοδοσίας για έγχυση σε αγωγό-λέβητα-οικονομητήρα, σιλό ανακύκλωσης για έγχυση σε αγωγό, εξοπλισμός έγχυσης, εξοπλισμός ανακύκλωσης για κάθε μονάδα, δεξαμενή νερού)
- Μονάδα άλεσης ιπτάμενης τέφρας δυναμικότητας 500 t /ημέρα
- Συγκρότημα κατεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (δίκτυο συλλογής και εγκαταστάσεις κατεργασίας)
- Συγκρότημα κατεργασίας αστικών λυμάτων (δίκτυο συλλογής και εγκαταστάσεις κατεργασίας)
- Κτήρια ελέγχου της λειτουργίας των εγκαταστάσεων κατεργασίας νερού, υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λοιπών εγκαταστάσεων του ΑΗΣ
- Χημικό εργαστήριο
- Δίκτυο συλλογής ομβρίων
- Κάθε μία από τις πέντε κύριες εγκαταστάσεις περιλαμβάνει:
 - Σύστημα ξήρανσης (ανάμιξη του λιγνίτη με καυσαέρια), άλεσης(μέσω οκτώ μύλων) και προώθησης του λιγνίτη στο λέβητα(Κάθε λέβητας διαθέτει 8 σιλό και ο γεωμετρικός όγκος εκάστου είναι 350 m³ για τις Μονάδες I-IV και 600 m³ για τη Μονάδα V)
 - Λέβητα ατμοποίησης με τον ατμοστρόβιλο και την γεννήτρια (Λέβητες τύπου ξηρού πυθμένα, εξαναγκασμένης κυκλοφορίας με

διαχωριστήρα για τις Μονάδες I-IV, λέβητας εξαναγκασμένης κυκλοφορίας για τη Μονάδα V και εφαπτομενική διάταξη των καυστήρων σε όλες τις Μονάδες)

- Συμπυκνωτή/κύριο ψυγείο (συμπύκνωση του ατμού που εξέρχεται από τον ατμοστρόβιλο με τη βοήθεια ψυκτικού νερού και επιστροφή του συμπυκνώματος στο λέβητα)
- Πύργο ψύξης (ύψους 95m για τις Μονάδες I, II, III, IV και ύψους 123m για τη Μονάδα V)
- Βαρυτικό φίλτρο άμμου αυτόματης λειτουργίας για τη Μονάδα V (καθαρισμός του ψυκτικού νερού πριν την είσοδο στον Πύργο Ψύξης)
- Κύκλωμα αέρα καύσης και καυσαερίων (προθερμαντής και ανεμιστήρες αέρα καύσης, ανεμιστήρες αναρρόφησης καυσαερίων)
- Εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων (μόνο για τις Μονάδες I – IV)
- Συστήματα μεταφοράς θερμικής ενέργειας (αφορούν μόνο στις Μονάδες I – IV) από τους εναλλάκτες θερμότητας καυσαερίων – νερού των Μονάδων I και II στα συστήματα ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων των Μονάδων III και IV (συστήματα κυκλοφορίας ζεστού νερού, πλήρωσης νερού, διατήρησης της πίεσης, έγχυσης αμμωνίας και δειγματοληψίας, ελέγχου, αυτοματισμών και μετρήσεων, ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός)
- Καπνοδόχους (μία κοινή για τις Μονάδες I-II ύψους 200m, μία κοινή για τις Μονάδες III – IV ύψους 200m, μία για τη Μονάδα V ύψους 200m)
- Όλο τον αναγκαίο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό
- Συστήματα λίπανσης
- Μετασχηματιστές ανύψωσης της τάσης
- Εγκαταστάσεις σύνδεσης/σύζευξης των μετασχηματιστών με τον υποσταθμό των 400 KV, από όπου ξεκινούν οι γραμμές μεταφοράς

- Συστήματα ελέγχου και λειτουργίας της Μονάδας

3.1.1 Χρήση νερού

Η τροφοδοσία του ΑΗΣ με ακατέργαστο νερό για βιομηχανική χρήση εξασφαλίζεται από τη λίμνη Πολυφύτου μέσω αντλιοστασίου.

Η μέγιστη αντλούμενη ποσότητα ύδατος βάσει νόμου δεν υπερβαίνει τα 30.000.000 m³ ετησίως και τα 3.500 m³ ανά ώρα. Οι ανάγκες των Μονάδων I – V του ΑΗΣ εξυπηρετούνται από τα συγκροτήματα αποσκλήρυνσης, αφαλάτωσης και εξευγενισμού συμπυκνώματος. Για τις ανάγκες του συγκροτήματος υγρής αποθείωσης χρησιμοποιούνται οι εξαγωγές των πύργων ψύξης της Μονάδας V ή των Μονάδων III και IV, καθώς και τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα του ΣΚΥΒΑ, εναλλακτικά χρησιμοποιείται ακατέργαστο νερό από τη λίμνη Πολυφύτου τηρουμένου του προαναφερόμενου ορίου αντλούμενης ποσότητας. Για τις ανάγκες του συγκροτήματος ξηρής αποθείωσης χρησιμοποιείται νερό από το σύστημα ψύξης των αεροσυμπιεστών πνευματικής μεταφοράς της ιπτάμενης τέφρας των ηλεκτροστατικών φίλτρων.

Η τροφοδοσία νερού καθαριότητας, άρδευσης και εφεδρικά βιομηχανικής χρήσης εξασφαλίζεται από την εσωτερική (εντός του γηπέδου του ΑΗΣ) γεώτρηση II και την εξωτερική (εκτός του γηπέδου του ΑΗΣ) γεώτρηση I, οι οποίες λειτουργούν εφεδρικά η μία της άλλης. Η μέγιστη ετήσια απόληψη νερού και από τις δύο γεωτρήσεις δεν υπερβαίνει τα 175.000 m³.

Στον πίνακα (Πίνακας 6) παρακάτω παρουσιάζεται η χρήση νερού στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Πίνακας 6: Χρήση νερού ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου κατά το έτος 2016

Ακατέργαστο Νερό m ³ /yr (λίμνη)	Γενική Χρήση m ³ /yr (πότισμα- πυρόσβεση)	Προς Αποσκλήρυνση m ³ /yr (make-up ψύξης και πύργων ψύξης)	Αφαλατωμένο Νερό m ³ /yr (make up λεβήτων και εκπλύσεις φίλτρων, ρητινών)
17.503.542	61.542	17.442.000	1.089.699

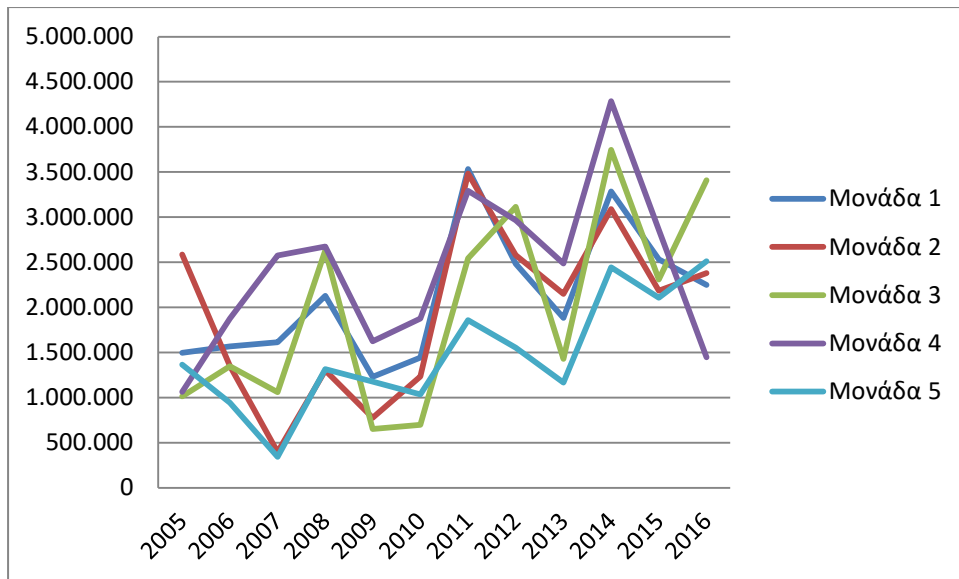
3.1.2 Χρήση ενέργειας

Όπως ήδη αναφέρθηκε ο σταθμός διαθέτει δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου για τη λειτουργία των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών εκτάκτου ανάγκης, για τη λειτουργία αντλιών πυρόσβεσης, αφαλατωμένου και ακατέργαστου νερού, για τη λειτουργία του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους του Συγκροτήματος Υγρής Αποθείωσης αλλά και στις περιπτώσεις εκκίνησης των μονάδων ή ανάγκης υποβοήθησης/συντήρησης της καύσης λόγω κακής ποιότητας λιγνίτη.

Στον πίνακα 7 που ακολουθεί καθώς και στο διάγραμμα 7 παρουσιάζεται η κατανάλωση πετρελαίου ανά έτος σε λίτρα.

Πίνακας 7: Κατανάλωση πετρελαίου ανά έτη σε λίτρα

	Μονάδα 1	Μονάδα 2	Μονάδα 3	Μονάδα 4	Μονάδα 5
2005	1.494.202	2.584.943	1.011.800	1.061.200	1.363.700
2006	1.565.541	1.350.680	1.346.400	1.876.186	940.600
2007	1.612.307	396.390	1.060.000	2.575.900	341.850
2008	2.127.349	1.300.900	2.629.880	2.672.900	1.313.300
2009	1.231.319	776.910	652.550	1.621.826	1.176.532
2010	1.442.063	1.234.566	696.100	1.875.377	1.033.700
2011	3.534.131	3.483.700	2.541.700	3.289.800	1.859.400
2012	2.483.436	2.578.600	3.113.804	2.963.400	1.553.000
2013	1.882.974	2.148.700	1.428.300	2.486.746	1.167.100
2014	3.284.834	3.087.600	3.745.478	4.286.700	2.441.650
2015	2.532.292	2.185.200	2.309.200	2.858.400	2.105.170
2016	2.246.359	2.380.568	3.408.476	1.446.500	2.511.300



Διάγραμμα 7: Κατανάλωση πετρελαίου ανά έτη σε λίτρα

3.1.3 Μεταφορά, πρόθραυση και αποθήκευση του λιγνίτη

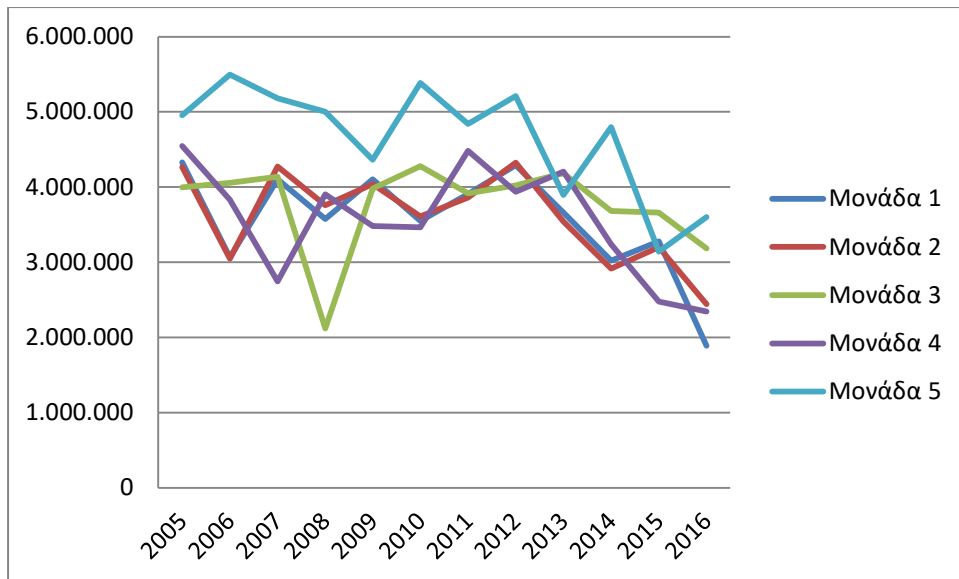
Για το βασικό καύσιμο λοιπόν, η υγρασία είναι σε ποσοστό 48-52% κ.β., η τέφρα 17-21% κ.β., το θείο 0.41-0.80% κ.β. και η κατώτερη θερμογόνος δύναμη 5.500-5.780 kcal/kg.

Για λόγους εμπλουτισμού του βασικού καυσίμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και λιγνίτης ιδιωτικών ορυχείων σε ποσοστό έως 5% κ.β. επί του χρησιμοποιούμενου λιγνίτη.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8) και διάγραμμα (Διάγραμμα 8) αναφέρεται η κατανάλωση του λιγνίτη από τον σταθμό ανά έτη σε τόνους.

Πίνακας 8: Κατανάλωση λιγνίτη ανά έτη σε τόνους

	Μονάδα 1	Μονάδα 2	Μονάδα 3	Μονάδα 4	Μονάδα 5
2005	4.327.143	4.264.835	3.997.085	4.547.251	4.953.061
2006	3.064.850	3.047.438	4.056.586	3.832.185	5.496.347
2007	4.104.060	4.272.162	4.135.554	2.746.537	5.178.368
2008	3.576.400	3.759.900	2.118.992	3.904.626	5.002.240
2009	4.102.463	4.039.726	3.980.863	3.482.594	4.363.947
2010	3.548.702	3.607.693	4.277.460	3.465.592	5.383.509
2011	3.906.577	3.859.493	3.916.113	4.483.879	4.841.427
2012	4.291.519	4.325.849	4.022.604	3.937.627	5.210.402
2013	3.658.077	3.541.923	4.184.171	4.205.100	3.895.814
2014	3.021.166	2.913.627	3.680.869	3.237.558	4.796.810
2015	3.277.687	3.201.734	3.658.378	2.474.466	3.139.759
2016	1.888.913	2.444.335	3.183.492	2.342.234	3.600.138



Διάγραμμα 8: Κατανάλωση λιγνίτη ανά έτη σε τόνους

Ο λιγνίτης μεταφέρεται από τα ορυχεία στην αυλή αποθήκευσης λιγνίτη κυρίως μέσω καλυμμένων ταινιοδρόμων και συμπληρωματικά με φορτηγά οχήματα. Επίσης μέσω ταινιοδρόμων γίνεται και η μεταφορά του από την αυλή προς τα κτήρια των σπαστήρων αλλά και από τους σπαστήρες προς τα σιλό αποθήκευσής του. Έπειτα μέσω κλειστών μεταλλικών τροφοδοτών οδηγείται στους μύλους λιγνίτη.

Στην αυλή λιγνίτη αναμιγνύονται οι παραλαμβανόμενες ποσότητες του καυσίμου για την κατά το δυνατόν καλύτερη ομογενοποίηση και μείωση των ποιοτικών διακυμάνσεών του. Σωροί καυσίμου καλύπτουν την αποτιθέμενη, στην αυλή του λιγνίτη, ιλύ από το σύστημα αποσκλήρυνσης νερού και κατεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ) και γίνεται ανάμιξη των δύο με χρήση μηχανικών μέσων. Με σκοπό τη βέλτιστη διαχείριση του λιγνίτη (ομογενοποίηση) γίνεται χρήση αυτόματων δειγματοληπτών λιγνίτη, επί των ταινιοδρόμων μεταφοράς του από τους σπαστήρες στα σιλό λιγνίτη των Μονάδων. Στο σημείο αυτό να επισημάνουμε ότι απαγορεύεται η ανάμιξη του καυσίμου με την ιλύ από το συγκρότημα κατεργασίας αστικών λυμάτων και η μεταφορά της τελευταίας στην αυλή του λιγνίτη.

3.1.4 Καύση λιγνίτη

Από τα σιλό αποθήκευσης, ο λιγνίτης οδηγείται με κλειστούς μεταλλικούς τροφοδότες στους 8 μύλους των λεβήτων της κάθε Μονάδας. Οι μύλοι κάθε Μονάδας έχουν σχεδιαστεί ειδικά για τη θραύση του λιγνίτη της περιοχής και έχουν τριπλή αποστολή: αλέθουν, ξηραίνουν το υλικό και συγχρόνως προωθούν το καύσιμο στην εστία του λέβητα. Η ξήρανση του λιγνίτη επιτυγχάνεται με την ανάμιξή του με θερμά καυσαέρια που αναρροφώνται από την εστία του λέβητα, μειώνοντας έτσι την υγρασία του λιγνίτη που αλέθεται.

Στην κατάθλιψη των μύλων δημιουργείται μίγμα σκόνης λιγνίτη, καυσαερίων και υγρασίας. Μέρος του μίγματος αυτού οδηγείται στους πρωτογενείς καυστήρες του λέβητα για καύση. Το υπόλοιπο με συστήματα αναρρόφησης/κατακράτησης σκόνης οδηγείται στα Ηλεκτροστατικά Φίλτρα (Η/Φ), υψηλής απόδοσης για την κατακράτηση της ιπτάμενης τέφρας και των βαρέων μετάλλων. Σ' αυτά τα φίλτρα συλλέγεται η σκόνη του λιγνίτη ενώ το μίγμα υδρατμών – καυσαερίων που καταθλίβεται από τους μύλους άλεσης, οδηγείται στην ατμόσφαιρα από τις καμινάδες των Η/Φ λιγνίτη.

Η συλλεγόμενη σκόνη λιγνίτη στα Η/Φ ιπτάμενης τέφρας, οδηγείται μέσω πνευματικού συστήματος σε κλειστά σιλό εφοδιασμένα με συστήματα αποκονίωσης και συστήματα αυτόματης διαβροχής με νερό. Τέλος, πραγματοποιείται η αποκομιδή της απο κοινού με την υγρή τέφρα μέσω καλυμμένων ταινιοδρόμων, στους χώρους απόθεσης.

Στην εστία κάθε λέβητα, καταθλίβεται τελικά και αέρας καύσης σε περίσσεια 28% περίπου της θεωρητικά απαιτούμενης ποσότητας για τη στοιχειομετρική καύση του λιγνίτη που προωθείται από τους μύλους. Ο λιγνίτης καίγεται σε θερμοκρασία περίπου 1.100 °C και αποδίδει τη θερμότητα καύσης του.

3.1.5 Στερεά παραπροϊόντα – Ιλύες – Απορρίμματα

Τα κυριότερα στερεά απόβλητα που προκύπτουν κατά τη λειτουργία του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, είναι τα ακόλουθα:

- Ιπτάμενη και υγρή τέφρα
- Ιλύς από το Συγκρότημα Αποσκληρυμένου Νερού
- Ιλύς από το Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων

- Ιλύς από το Συγκρότημα Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων
- Εξαντλημένες ρητίνες
- Μεταχειρισμένα ορυκτέλαια
- Τυχόν ελαιώδη απόβλητα
- Υλικά συσκευασίας
- Απορρίμματα αστικού τύπου
- Μπαταρίες
- Λάμπες φωτισμού
- Ηλεκτρονικός –Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Η κατακρατούμενη στα ηλεκτροστατικά φίλτρα (Η/Φ) ιπτάμενη τέφρα οδηγείται σε κλειστά σιλό από σκυρόδεμα εφοδιασμένα με συσκευή αποκονίωσης και με αυτόματο σύστημα διαβροχής, διαβρέχεται με νερό έως περίπου 30% κ.β., ακολούθως εκφορτώνεται σε ταινιοδρόμους στους οποίους έχει ήδη αποθεθεί η υγρή τέφρα των λεβήτων και διατίθεται σε αδειοδοτημένο χώρο.

Για τη διαβροχή της ιπτάμενης τέφρας χρησιμοποιείται και η υδαρής ιλύς από τα συγκροτήματα αποσκλήρυνσης νερού με την προϋπόθεση ότι από τη συγκεκριμένη διαδικασία δεν θα δημιουργούνται διάχυτες εκπομπές τέφρας. Η διατιθέμενη στο εμπόριο ιπτάμενη τέφρα μετά από επεξεργασία στη μονάδα άλεσης αποκομίζεται με σιλοφόρα οχήματα.

Η υγρή τέφρα από τις τεφρολεκάνες των λεβήτων απομακρύνεται με αλυσσοταινίες και ταινιοδρόμους συνεχούς αποκομιδής, μεταφέρεται σε σιλό αποθήκευσης από όπου εκφορτώνεται στους ταινιοδρόμους αποκομιδής της ιπτάμενης τέφρας και διατίθεται σε αδειοδοτημένο χώρο.

Οι ταινιόδρομοι μεταφοράς ιπτάμενης τέφρας διαθέτουν σύστημα επαρκούς ψεκασμού με νερό της μεταφερόμενης τέφρας για περιορισμό των διάχυτων εκπομπών της εντός των ορίων του γηπέδου του ΑΗΣ. Ως νερό διαβροχής χρησιμοποιούνται και τα προς διάθεση επεξεργασμένα υγρά απόβλητα του ΑΗΣ καθώς και τα υγρά απόβλητα του συστήματος υγρής αποθείωσης.

Οι παραγόμενες ποσότητες γύψου (ένυδρος και ανυδρίτης από τα συστήματα υγρής και ξηρής αποθείωσης, αντίστοιχα) απευθείας ή ενδιάμεσως μετά από αποθήκευση σε σιλό οδηγούνται μέσω καλυμμένων ταινιοδρόμων στους καλυμμένους ταινιοδρόμους αποκομιδής τέφρας και στη συνέχεια καταλήγουν σε αδειοδοτημένο χώρο.

Ιλύες από τα συγκροτήματα αποσκλήρυνσης νερού και το σύστημα κατεργασίας υγρών αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ) που συγκεντρώνονται στις δεξαμενές απόθεσης, μεταφέρονται με φορτηγά αυτοκίνητα και αποτίθενται στην αυλή του λιγνίτη. Εναλλακτικά κατόπιν ξήρανσης, διατίθενται περιοδικά σε εγκεκριμένο χώρο.

Η μεταφορά της ξηράς ιλύος σε εγκεκριμένους χώρους απόθεσης πραγματοποιείται με φορτηγά οχήματα τα οποία εφόσον κινούνται σε δρόμους εκτός αυτών που εξυπηρετούν αποκλειστικά και μόνον τη σύνδεση των ορυχείων με τον ΑΗΣ, φέρουν κατάλληλο σκέπαστρο. Η ιλύς από το συγκρότημα κατεργασίας αστικών λυμάτων, κατόπιν ξήρανσης, διατίθεται περιοδικά σε εγκεκριμένο χώρο.

Το σύνολο των υγρών αποβλήτων της παραγωγικής διαδικασίας (συμπεριλαμβανομένων και των υγρών αποβλήτων της αυλής λιγνίτη) και των αστικών λυμάτων (εκτός των προερχομένων από τις εγκαταστάσεις υγιεινής του συγκροτήματος υγρής αποθείωσης) του ΑΗΣ υφίστανται επεξεργασία στα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που διαθέτει.

Μετά το πέρας της επεξεργασίας τους τα υγρά απόβλητα διοχετεύονται στο ρέμα Σουλού και μέσω αυτού στην τεχνητή λίμνη Σουλού έναντι του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας, με τελικό αποδέκτη τη λίμνη Βεγορίτιδα.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9) παρουσιάζονται οι ποσότητες των στερεών αποβλήτων κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Πίνακας 9: Στερεά απόβλητα του σταθμού κατά το έτος 2016

Περιγραφή αποβλήτου βάσει ΕΚΑ	Ποσότητα αποβλήτων(t)
100101 τέφρα κλιβάνου, σκωρία και σκόνη λέβητα	102.908
100102 πτητική τέφρα άνθρακα	2.692.806
100121 λάσπες από επιτόπου επεξεργασία υγρών εκροής	5.541,97
100126 απόβλητα από την επεξεργασία υδάτων ψύξεως	2.301,24
130205 μη χλωριωμένα έλαια μηχανής, κιβωτίου ταχυτήτων και λίπανσης με βάση τα ορυκτά	19,54
130206 συνθετικά έλαια μηχανής, κιβωτίου ταχυτήτων και λίπανσης	51,56
150101 συσκευασία από χαρτί και χαρτόνι	4,00
150102 πλαστική συσκευασία	2,50
150104 μεταλλική συσκευασία	6,68
160601 μπαταρίες μολύβδου	0,10
170601 μονωτικά υλικά που περιέχουν αμίαντο	0,76
170604 μονωτικά υλικά	42,9
200121 σωλήνες φθορισμού και άλλα απόβλητα περιέχοντα υδράργυρο	1,31
200135 απορριπτόμενος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός	0,42
100121 λάσπες από επιτόπου επεξεργασία υγρών εκροής	3.830,2
200133 μπαταρίες και συσσωρευτές	0,04
150202 απορροφητικά υλικά, υλικά φίλτρων (περιλαμβανομένων των φίλτρων ελαίου που δεν προδιαγράφονται άλλως), υφάσματα σκουπίσματος, προστατευτικός ρουχισμός που έχουν μολυνθεί επικίνδυνες ουσίες	0,3
160605 άλλες μπαταρίες και συσσωρευτές	0,06

Αξίζει να αναφερθεί ότι την διαχείριση των στερεών αποβλήτων αναλαμβάνουν κατάλληλες εταιρείες.

- ❖ Οι ιλύες από τις δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου diesel και λιπαντικών, καθώς και χρησιμοποιημένα-ρυπασμένα απορροφητικά υλικά (στουπιά, φίλτρα κ.ά.) επιβαρυμένα με πετρελαιοειδή συγκεντρώνονται σε δοχεία, φυλάσσονται σε συγκεκριμένο χώρο και παραδίδονται περιοδικά σε αδειοδοτημένο φορέα που διαθέτει άδεια συλλογής και μεταφοράς επικίνδυνων αποβλήτων και σύμβαση με τον αποδέκτη των αποβλήτων.

- ❖ Τα απόβλητα λιπαντικά έλαια παραδίδονται, μέσω κατάλληλα αδειοδοτημένου συλλέκτη υλικών του είδους αυτού, σε εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης προς περαιτέρω επεξεργασία, με προτεραιότητα την αναγέννησή τους.

- ❖ Οι συσκευασίες διαφόρων υλικών που χρησιμοποιούνται κατά τη λειτουργία των μονάδων, παραδίδονται σε κατάλληλα αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις προς περαιτέρω διαχείριση και κατά το δυνατόν προς αξιοποίηση, μέσω εγκεκριμένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης.

- ❖ Η συλλογή των προς απόσυρση ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, των χρησιμοποιημένων ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών γίνεται μέσω εγκεκριμένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης.

- ❖ Η συλλογή των προς απόσυρση μεταχειρισμένων ελαστικών οχημάτων γίνεται μέσω εγκεκριμένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης.

- ❖ Τα αστικά απορρίμματα και τα προσομοιάζονται με αστικού τύπου στερεά απόβλητα συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένους χώρους εντός του γηπέδου του ΑΗΣ και παραδίδονται περιοδικά σε αδειούχο φορέα διαχείρισης.

3.1.6 Κατεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ)

Τα Υγρά Βιομηχανικά Απόβλητα που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία, συλλέγονται και οδηγούνται για επεξεργασία στο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων και τέλος για απόρριψη στον αποδέκτη. Αποδέκτης των Κατεργασμένων Υγρών Αποβλήτων του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου είναι το υδατόρεμα Σουλού, το οποίο απέχει από τα όρια του ΑΗΣ 5.160m. Μέσω του υδατορέματος τα απόβλητα καταλήγουν στην τεχνητή λίμνη Σουλού, η οποία βρίσκεται απέναντι από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας σε απόσταση 22,5km από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και τελικά στη λίμνη Βεγορίτιδα, σε απόσταση δηλαδή 47,5km από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου.

Το συγκρότημα για την κατεργασία των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ), ωριαίας δυναμικότητας 1950 m³/h, περιλαμβάνει τρία βασικά τμήματα:

- Σύστημα εξουδετέρωσης όξινων ή αλκαλικών αποβλήτων
- Σύστημα πρωτογενούς καθίζησης
- Κυρίως σύστημα φυσικοχημικής κατεργασίας(S3)

Ειδικότερα:

(α) Τρεις υπόγειες δεξαμενές εξουδετέρωσης (η μία εφεδρική) από σκυρόδεμα, επενδυμένες με κατάλληλο αντιδιαβρωτικό υλικό, ωφέλιμης χωρητικότητας 350 m³ εκάστη.

β) Δύο υπόγειες δεξαμενές πρωτογενούς καθίζησης από σκυρόδεμα, ωφέλιμης χωρητικότητας 240 m³ και 190 m³, η λειτουργία των δύο δεξαμενών στοχεύει στη προκαταρκτική απομάκρυνση των ευμεγεθών και βαρέων στερεών.

γ) Σύστημα δύο φρεατίων (W5 και W2) συγκέντρωσης αποβλήτων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

δ) Μία δεξαμενή καταιγίδας (υπερχείλισης αποβλήτων) από σκυρόδεμα, ωφέλιμης χωρητικότητας 5000 m³.

ε) Δύο υπόγειες δεξαμενές απομάκρυνσης στερεών και ελαίων από σκυρόδεμα, ωφέλιμης χωρητικότητας 200 m³ εκάστη.

στ) Μία δεξαμενή κροκίδωσης από σκυρόδεμα με αντιδιαβρωτική επένδυση, ωφέλιμης χωρητικότητας 346 m³. Στη δεξαμενή αυτή εγχέεται διάλυμα θειικού αργιλίου για την απογαλακτωματοποίηση των κολλοειδών ή ψευδοκολλοειδών αιωρούμενων στερεών, τα οποία πρέπει να αποσταθεροποιηθούν και να συσσωματωθούν σε μεγαλύτερου όγκου και βαρύτερα σωματίδια, έτσι ώστε να είναι εύκολη η καθίζησή τους.

- ζ) Τρεις δεξαμενές διαύγασης δυναμικότητας 650 m³/h εκαστη, από σκυρόδεμα.
- η) Τρεις δεξαμενές απόθεσης λύου, ωφέλιμης χωρητικότητας 30.000 m³, 12.000 m³ και 1.000 m³.
- θ) Μία δεξαμενή κατεργασμένων αποβλήτων από σκυρόδεμα, ωφέλιμης χωρητικότητας 2000 m³.
- ι) Συστήματα παρασκευής και έγχυσης χημικών(θειικού οξέος και θειικού αργιλίου), αντλίες, παροχόμετρα (στην έξοδο του ΣΚΥΒΑ).

Στο ΣΚΥΒΑ οδηγούνται:

- Οι υπερχειλίσεις των τεφρολεκανών των λεβήτων και τα συστήματα αποκομιδής και διαβροχής της ιπτάμενης τέφρας, δηλαδή ακατέργαστο ή ψυκτικό (αποσκληρυμένο) νερό επιβαρυμένο με αδρανή αιωρήματα (τέφρα)
- Οι αναγεννήσεις ρητινών των συστημάτων αφαλάτωσης νερού και εξευγενισμού συμπυκνώματος, τα απόβλητα αυτά είναι επιβαρημένα με θειικά ανιόντα,κατιόντα νατρίου και ανόργανα άλατα. Το pH τους είναι όξινο ενώ μέση χημική σύσταση των αποβλήτων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.
- Οι εξαγωγές των πύργων ψύξης, τα απόβλητα αυτά είναι αποσκληρυμένο νερό(έχει υποστεί κατεργασία με την προσθήκη ασβέστη και αλάτων σιδήρου για τη μείωση της αρχικής σκληρότητας)
- Υγρά απόβλητα από τον χημικό καθαρισμό των λεβήτων μετά από μερική εξουδετέρωση
- Όμβρια από τα κτίρια και τους υπαίθριους χώρους του ΑΗΣ
- Ρυπασμένα νερά πυρόσβεσης
- Υγρά απόβλητα από τους χώρους αποθήκευσης χημικών
- Διαρροές και εκπλύσεις από τους χώρους παραλαβής και διακίνησης υγρών καυσίμων
- Υγρά απόβλητα από την αυλή λιγνίτη και τους χώρους σπαστήρων λιγνίτη
- Υγρά απόβλητα από μηχανοστάσια, αντλιοστάσια, εκπλύσεις εξοπλισμού και δαπέδων, διαρροές αντλιών και σωληνώσεων, νεροτζίφαρα
- Υγρά απόβλητα από το συγκρότημα κατεργασίας αστικών λυμάτων (μετά τη χλωρίωση τους οδηγούνται στις δεξαμενές απομάκρυνσης στερεών και ελαίων του ΣΚΥΒΑ)

Τα απόβλητα από τις αναγεννήσεις ρητινών του συστήματος απιονισμού, του συστήματος εξουγενισμού συμπυκνώματος καθώς και τα τυχόν όξινα ή αλκαλικά απόβλητα οδηγούνται στο σύστημα εξουδετέρωσης όξινων ή αλκαλικών αποβλήτων αποτελούμενο από τρεις υπόγειες Δεξαμενές Εξουδετέρωσης για τη ρύθμιση του pH με προσθήκη H_2SO_4 ή $NaOH$ ώστε να κυμαίνεται μεταξύ 6,5-8,5. Τα απόβλητα, μετά την εξουδετέρωση, οδηγούνται στο κυρίως σύστημα κατεργασίας (S3).

Οι υπερχειλίσεις των τεφρολεκανών των λεβήτων, τα απόβλητα από τις περιοδικές εκπλύσεις των προθερμαντών αέρα, τα απόβλητα από το συγκρότημα διαβροχής και αποκομιδής της ιπτάμενης τέφρας, τα απόβλητα από τα μηχανοστάσια-λεβητοστάσια καθώς και τα όμβρια από την περιοχή των φίλτρων, των καπνοδόχων και των βασικών κτηρίων του Σταθμού, οδηγούνται στις Δεξαμενές Πρωτογενούς Καθίζησης. Πρόκειται για δύο παρόμοιες ανεξάρτητες δεξαμενές, κάθε μία με σύστημα υπερχειλίσεως και σύστημα by-pass. Σε μια από τις δύο δεξαμενές, συγκεντρώνονται τα απόβλητα από τη Μονάδα V και τα όμβρια των περιοχών των Μονάδων IV και V. Στην άλλη δεξαμενή, συλλέγονται και κατεργάζονται τα απόβλητα από τις Μονάδες I-IV καθώς και τα όμβρια των περιοχών των Μονάδων I-III. Στη συνέχεια, οδηγούνται με υπερχειλίση στο κεντρικό αποχετευτικό αγωγό του ΑΗΣ που καταλήγει στο S3.

Στο S3, μέγιστης δυναμικότητας $1950m^3/h$ καταλήγουν επίσης οι συνεχείς εξαγωγές των πύργων ψύξης των Μονάδων, τα επεξεργασμένα αστικά λύματα από το σύστημα S2, απόβλητα μηχανοστασίων καθώς και τα όμβρια από την περιοχή των σπαστήρων της αυλής λιγνίτη και όλης της υπόλοιπης περιοχής του σταθμού. Τα απόβλητα από τις δεξαμενές πρωτογενούς καθίζησης, τις υπερχειλίσεις των πύργων ψύξης καθώς και τα όμβρια από την περιοχή λιγνίτη οδηγούνται στο φρεάτιο W5 ενώ σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης στη δεξαμενή καταιγίδας. Το σύνολο των υγρών αποβλήτων του ΑΗΣ καταλήγουν στο φρεάτιο W2 και από εκεί στις δύο Δεξαμενές Απομάκρυνσης Στερεών και Ελαίων. Σε περίπτωση πλεονάζουσας ποσότητας οδηγούνται από το W2 με υπερχειλίση στη δεξαμενή Καταιγίδας.

Οι Δεξαμενές Απομάκρυνσης Στερεών και Ελαίων, είναι δύο όμοιες, υπόγειες, παραλληλόγραμμες, παράλληλα συνδεδεμένες δεξαμενές όπου γίνεται ο διαχωρισμός και η απομάκρυνση των ελαιωδών ενώ τα βαρύτερα σωματίδια καθιζάνουν στον πυθμένα. Διαθέτουν κοινό σύστημα κινητής γέφυρας με προσαρμοσμένες αεραντλίες οι οποίες αναρροφούν και απομακρύνουν την καθιζάνουσα ιλύ σε παρακείμενο φρεάτιο ενώ τα ελαιώδη συλλέγονται σε παρακείμενη δεξαμενή, αντλούνται περιοδικά και αποθηκεύονται είτε σε ειδικό τροχοφόρο μεταλλικό δοχείο είτε σε μεταλλικά βαρέλια.

Στη συνέχεια η ιλύς καταλήγει στις Δεξαμενές Απόθεσης Ιλύος ενώ η υδατική φάση, με υπερχειλίση οδηγείται στη Δεξαμενή Κροκίδωσης όπου με προσθήκη

διαλύματος θειικού αργιλίου επιτυγχάνεται συσσωμάτωση και καθίζηση των σωματιδίων. Στη δεξαμενή κροκίδωσης γίνεται επίσης ρύθμιση του pH με έγχυση H_2SO_4 .

Μετά τη ρύθμιση του pH, οδηγούνται σε τρεις κυλινδρικούς διαυγαστήρες, δυναμικότητας $650m^3/h$ έκαστος. Η λειτουργία τους είναι παράλληλη, όχι όμως απαραίτητα ταυτόχρονη. Από την υπερχειλίση, εξέρχεται διαυγασμένη και εξουδετερωμένη η υδατική φάση ενώ η ιλύς που κατακάθεται στον πυθμένα οδηγείται με δύο αντλίες ή με φυσική ροή στις τρεις Δεξαμενές Απόθεσης Ιλύος. Το υπερκείμενο υγρό συλλέγεται σε μικρή τσιμεντένια δεξαμενή και από εκεί στην είσοδο της Δεξαμενής Κροκίδωσης για κατεργασία ενώ η ιλύς παραμένει στον πυθμένα από όπου απομακρύνεται όποτε αυτό κριθεί απαραίτητο και οδηγείται για απόθεση σε εξαντλημένα ορυχεία λιγνίτη.

Τα κατεργασμένα απόβλητα στην έξοδο των τριών διαυγαστήρων, μέσω ανοικτού καναλιού οδηγούνται στη Δεξαμενή Κατεργασμένων Αποβλήτων και είτε ανακυκλώνονται είτε οδηγούνται στον αποδέκτη.

Η μέση ποσότητα των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων που διατίθενται στο ρέμα Σουλού ανέρχεται περίπου σε $900 m^3/h$ περίπου και η αντίστοιχη μέγιστη σε $2000 m^3/h$.

Στον επόμενο πίνακα(Πίνακας 10) παρουσιάζεται το δελτίο ανάλυσης νερών ενός 24ώρου του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου.

Πίνακας 10: Δελτίο ανάλυσης νερών

	Μονάδες	Ακατέργαστο	Πόσιμο	Ψυκτικό I	Ψυκτικό II	Ψυκτικό III	Ψυκτικό IV	Ψυκτικό V	Απόβλητα S3	Διαυγ. I/II	Διαυγ. III/IV	Διαυγ. V
pH (Ενεργός Οξύτητα)		8,42	8,13		8,80	8,74		8,74	8,10	10,53	8,42	10,29
p-Αлкаλικότητα	ppm	5	5		13	10		10	3	18	5	15
m-Αлкаλικότητα	ppm	193	165		148	135		135	70	30	170	30
ΤΗ (Ολική Σκληρότητα)	ppm CaCO ₃	206	214		365	406		365	384	75	221	69
CH (Ανθρακική Σκληρότητα)	ppm CaCO ₃	141	120		108	99		99	51	15	125	17
NCH (Μη Ανθρ. Σκληρότητα)	ppm CaCO ₃	65	94		257	307		266	333	60	96	52
CaH (Σκληρότητα Ασβεστίου)	ppm CaCO ₃	106	128		196	218		136	246	46	94	28
MgH (Σκληρότητα Μαγνησίου)	ppm CaCO ₃	100	86		169	188		229	138	29	127	41
Fe+++	ppm	0,050	0,053		0,049	0,157		0,070	0,173	0,019	0,022	0,003
SiO ₂	ppm	3,4	27,1		9,7	10,9		12,5	7,4	2,2	3,6	2,4
F-	ppm	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cl-	ppm	4,4	14,5		94,9	105,7		96,4	72,2	20,6	21,7	22,7
NO ₂ -	ppm	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NO ₃ -	ppm	1,2	16,9		3,1	0,0		2,1	6,1	1,2	0,8	0,8
PO ₄ -3	ppm	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SO ₄ -2	ppm	26,6	47,9		152,1	178,5		161,6	525,4	32,3	36,4	34,1
CO ₃ -2	ppm	1,4	0,6		2,6	2,1		2,1	0,3	11,1	1,3	8,7
HCO ₃ -	ppm	229,9	196,6		174,1	159,8		159,8	83,3	14,0	203,1	18,9
Ανιόντα	ppm	263,5	276,5		426,8	446,1		422,0	687,3	79,2	263,2	85,2
Ανιόντα	gr-eq	4,5	4,9		8,8	9,4		8,8	14,4	1,9	4,8	2,0
Na+	ppm											
NH ₄ ⁺	ppm											
K+	ppm											
Mg ⁺⁺	ppm	24,3	20,9		41,1	45,7		55,7	33,5	7,1	30,9	10,0
Ca ⁺⁺	ppm	42,5	51,3		78,6	87,4		54,5	98,6	18,4	37,7	11,2
Κατιόντα	ppm	0,0										
Κατιόντα	gr-eq	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ιόντα	ppm	263,5										
T.D.S. (Διαλυμένα Στερεά)	ppm	238,0	310,0		686,0	784,0		754,0	1052,0	127,0	308,0	120,0
T.S.S.(Αδιάλυτα Στερεά)	ppm	2,0	2,0		3,0	4,0		2,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Κατανάλωση KMnO ₄ (Οργανικά)	mg KMnO ₄ /L	11,1	3,2		15,2	14,2		16,4	11,4	7,0	6,3	5,7
Αγωγιμότητα	μS/cm	419	483		889	974		932	1442	249	461	217
Ιόντα Χαλκού (Cu)	ppm	0,019	0,019		0,024	0,021		0,026	0,022	0,002	0,002	0,001
Θολερότητα	NTU	2,8	2,3	2,3	2,3	2,7	2,7	2,2	9,5	0,7	0,4	0,6

Στους πίνακες που ακολουθούν αναφέρονται οι τιμές παραμέτρων που αφορούν το ΣΚΥΒΑ κατά τη διάρκεια ενός έτους καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά υδάτων του ρέματος Σουλού κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Πίνακας 11: Σύσταση αποβλήτων από τις αναγεννήσεις ρητινών(ΣΚΥΒΑ)

Παράμετρος	Τιμή(mg/l)
Ασβέστιο	350
Μαγνήσιο	40
Κάλιο	30
Νάτριο	680
Μαγγάνιο	0,3
Θειικά	2800
Χλώριο	210
Νιτρικά	15
Διοξείδιο του πυριτίου	60
Αιωρούμενα	200

Πίνακας 12: Τιμές λοιπών παραμέτρων ενός έτους(ΣΚΥΒΑ)

Παράμετρος	Τιμή(mg/l)
Νάτριο	66,44
Κάλιο	6,79
Ασβέστιο	136,99
Μαγνήσιο	46,52
Χλωριοντα	94,33
Θειικά	350,62
Νιτρικά	4,15
Όξινα ανθρακικά	77,01

Πίνακας 13: Αναλύσεις κατεργασμένων υγρών αποβλήτων ενός έτους(ΣΚΥΒΑ)

Παράμετρος	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Μέση παροχή (m ³ /h)	858	267
Ενεργός οξύτητα(pH)	7,97	0,37
Θερμοκρασία(°C)	23,6	4,32
Χρώμα(Pt/Co)	0-5	
Αγωγιμότητα(μs/cm)	1037,86	223,76
Αιωρούμενα στερεά(TSS)(ppm)	14,94	7,45
Ολικά διαλυμένα στερεά(TDS)(ppm)	824,4	222
Βαθμός απόδοσης(%)	96,06	2,04

Πίνακας 14: Μέση χημική σύσταση νερών από τις εξαγωγές των πύργων ψύξης(ΣΚΥΒΑ)

Παράμετρος	Τιμή
Ασβέστιο(mg/l)	115
Μαγνήσιο(mg/l)	13
Κάλιο(mg/l)	10
Νάτριο(mg/l)	31
Μαγγάνιο(mg/l)	0,1
Θειικά(mg/l)	99
Χλώριο(mg/l)	70
Νιτρικά(mg/l)	5
Διοξείδιο του πυριτίου(mg/l)	19
Πεντοξείδιο του φωσφόρου(mg/l)	3
pH	8.8±0.4

Πίνακας 15: Ενδεικτικές τιμές για τα βαρέα μέταλλα ενός έτους(ΣΚΥΒΑ)

Παράμετρος	Μέση τιμή(mg/l)
Αρσενικό	$0,39 \cdot 10^{-3}$
Βάριο	$29,6 \cdot 10^{-3}$
Χρώμιο	$4,79 \cdot 10^{-3}$
Κοβάλτιο	$5 \cdot 10^{-3}$
Χαλκός	$4,39 \cdot 10^{-3}$
Μόλυβδος	$6,04 \cdot 10^{-3}$
Νικέλιο	$5,44 \cdot 10^{-3}$
Αργίλιο	0,201
Σίδηρος	0,312
Μαγγάνιο	$11,8 \cdot 10^{-3}$
Ψευδάργυρος	$5,9 \cdot 10^{-3}$

Σύμφωνα με τον πίνακα του παραρτήματος (βλ. Παράρτημα 2) δεν παρατηρείται καμία υπέρβαση.

Πίνακας 16: Ποιοτικά χαρακτηριστικά υδάτων ρέματος Σουλού ενός έτους

Παράμετρος	min	max	μέσος όρος
Ph	7,17	8,1	7,6
Θερμοκρασία(°C)	1	27	12,53
Αγωγιμότητα(μs/cm)	646	2306	857
Ολική σκληρότητα(CaCo3)(mg/	890	1080	950
DO(mg/l)	0,04	6	2,19
TDS(mg/l)	448	2201	481
SS(mg/l)	0,8	316	38,05
BOD5(mg/l)	0	28	5,34
COD(mg/l)	9	42	22,41
Ολικά κολοβακτηρίδια/100ml	1600	2456	1935
Κολοβακτηρίδια/100ml	1600	1600	1600
Έντερόκοκκοι/100ml	230	230	230
Σαλμονέλες/100ml	0	0	0
Ca+2(mg/l)	332	332	332
Mg+2(mg/l)	61	61	61
Na+2(mg/l)	26,9	26,9	26,9
K+(mg/l)	6,6	6,6	6,6
Cl-(mg/l)	14	46	17,4
SO4-2(mg/l)	73	128	92,18
NH4+(mg/l)	0	0,38	0,16
NO2-(mg/l)	0,002	0,407	0,01
NO3-(mg/l)	3,4	43,98	14,45
SiO2(mg/l)	15,1	15,1	15,1
Fe(μg/l)	24	1384	340,95
Mn(μg/l)	5	1150	112,22
As(μg/l)	0,2	50	8,2
Cd(μg/l)	1	5	2,33
Pb(μg/l)	10	20	11,43
Hg(μg/l)	0,2	10	1,69
Ni(μg/l)	5	44,5	11,99
Cr(μg/l)	2	11	5,96
Cu(μg/l)	2	8,8	4,97
Zn(μg/l)	1	11,8	4,7
V(μg/l)	5	11,7	8,37
Al(μg/l)	10	681	117,54
Sb(μg/l)	5	5	5
Ba(μg/l)	24	500	69,19
Be(μg/l)	5	5	5
Bi(μg/l)	10	10	10
B(μg/l)	25	448	89,57
Co(μg/l)	5	10	6,25
Mo(μg/l)	10	20	13
Se(μg/l)	0,49	50	11,58
Ag(μg/l)	5	10	9,17
Sr(μg/l)	0,21	1,04	0,51
Tl(μg/l)	5	5	5
Sn(μg/l)	50	50	50
Φαινόλες(μg/l)	0	0	0

Σύμφωνα με τον πίνακα του παραρτήματος (βλ. παράρτημα 1) παρατηρούνται υπερβάσεις στα Se, As και B.

3.1.7 Κατεργασία αστικών λυμάτων

Τα αστικά λύματα είναι πλούσια σε οργανικό φορτίο και θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα να μπορούν να συντηρούν μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών.

Η διαδικασία κατεργασίας που ακολουθείται αποτελείται από τρία στάδια :

1. Επιτάχυνση του πολλαπλασιασμού των μικροοργανισμών σε κατάλληλους χώρους με τη χρήση του ίδιου του λύματος και προσθήκη οξυγόνου.
2. Απομάκρυνση των νεκρών κυττάρων και λοιπών στερεών με καθίζηση.
3. Καταστροφή των μικροβίων και διάθεση των καθαρών νερών σε φυσικούς αποδέκτες.

Το συγκρότημα για την κατεργασία των αστικών λυμάτων (βιολογικός καθαρισμός) δύο ανεξάρτητων κλάδων ημερησίας δυναμικότητας $50 \text{ m}^3/\text{d}$ έκαστος, περιλαμβάνει:

- α) Ένα φρεάτιο συγκέντρωσης αστικών λυμάτων
- β) Δύο δεξαμενές (κανάλια) απομάκρυνσης ευμεγεθών υλικών
- γ) Δύο δεξαμενές αερισμού από σκυρόδεμα, ωφέλιμου όγκου 60 m^3 εκάστη
- δ) Δύο δεξαμενές καθίζησης – ηρεμίας
- ε) Δύο μαιάνδρους χλωρίωσης
- στ) Μία δεξαμενή απενεργοποίησης ιλύος, ωφέλιμου όγκου 35 m^3
- ζ) Τρεις κλίνες ξήρανσης ιλύος
- η) Αντλίες, συμπιεστές

Τα αστικά λύματα, από τους χώρους υγιεινής των διαφόρων κτηρίων του ΑΗΣ και των μαγειρείων, συλλέγονται και οδηγούνται στο συγκρότημα κατεργασίας αστικών λυμάτων όπου αρχικά απομακρύνονται τα ευμεγέθη υλικά. Αυτό αποτελείται από δύο δεξαμενές – κανάλια τα οποία διαθέτουν αυτοκαθαριζόμενες σχάρες. Εκεί, γίνεται η παρακράτηση των ευμεγεθών στερεών (σκουπίδια, φλοιοί, πέτρες, ξύλινα τεμάχια, κ.λπ.). Στη συνέχεια, τα

λύματα υπερχειλίζουν σε δύο φρεάτια για τη μέτρηση της παροχής και στη συνέχεια οδηγούνται στα φρεάτια ανάμιξης και τέλος στις δεξαμενές αερισμού όπου μέσω φυσητήρων διοχετεύεται το απαιτούμενο οξυγόνο στους μικροοργανισμούς. Ο παρατεταμένος αερισμός εξασφαλίζει την πλήρη απουσία ανεπιθύμητων οσμών, αλλά και την παρεμπόδιση του φαινομένου της διόγκωσης λύος στη δεξαμενή καθίζησης.

Μετά την αερόβια ζώνη τα λύματα εισάγονται στις δεξαμενές καθίζησης - ηρεμίας όπου διαχωρίζεται η ενεργός ιλύς από την υγρή φάση η οποία υπερχειλίζει και οδηγείται στην τρίτη φάση κατεργασίας, η δε ιλύ επιστρέφει στα φρεάτια ανάμιξης πριν την αερόβια ζώνη.

Η υπερχείλιση από τη δεξαμενή καθίζησης οδηγείται αρχικά στους μαιάνδρους χλωρίωσης, όπου εγχέεται υποχλωριώδες νάτριο και τέλος στο σύστημα S3.

Η ενεργός ιλύς από τις δεξαμενές αερισμού οδηγείται στη δεξαμενή απενεργοποίησης λύος και τέλος στις κλίνες ξήρανσης ενώ η υδατική φάση οδηγείται στο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων και τέλος για απόρριψη στον αποδέκτη.

Τα αστικά απόβλητα από τους χώρους του ΑΗΣ οδηγούνται στο βιολογικό καθαρισμό εκτός αυτών από το συγκρότημα υγρής αποθείωσης, τα οποία οδηγούνται σε στεγανό βόθρο καταλλήλων διαστάσεων και από εκεί στον Βιολογικό Καθαρισμό Κοζάνης με βυτιοφόρα οχήματα.

Τα υγρά απόβλητα από το σύστημα αποσκλήρυνσης του νερού ανακυκλώνονται εντός του συστήματος αυτού.

Τα υγρά απόβλητα από το σύστημα υγρής αποθείωσης οδηγούνται στο σύστημα διαβροχής της ιπτάμενης τέφρας.

Τα κατεργασμένα υγρά απόβλητα του ΑΗΣ οδηγούνται μέσω ανοικτού καναλιού στο ρέμα Σουλού. Τα κατεργασμένα υγρά απόβλητα του ΑΗΣ ανακυκλώνονται είτε στο σύστημα υγρής αποθείωσης είτε στο σύστημα διαβροχής της τυχόν περιστασιακά αποθηκευμένης ιπτάμενης τέφρας εντός του ΑΗΣ.

Η ιλύς από τα συγκροτήματα αποσκλήρυνσης νερού και κατεργασίας υγρών αποβλήτων μεταφέρεται με φορτηγά αυτοκίνητα στην αυλή του λιγνίτη, εκεί καλύπτεται από σωρούς καυσίμου και γίνεται ανάμιξη των δύο με χρήση μηχανικών μέσων πριν την καύση του λιγνίτη προκειμένου να βελτιωθεί ο φυσικός βαθμός αποθείωσης των καυσαερίων και το σημείο ευτηκτότητας της τέφρας. Εναλλακτικά η ιλύς, κατόπιν ξήρανσης διατίθεται περιοδικά σε εγκεκριμένο χώρο.

Η ιλύς από το συγκρότημα κατεργασίας αστικών λυμάτων διατίθεται περιοδικά σε εγκεκριμένο χώρο.

3.1.8 Ατμοπαραγωγή – Ψύξη

Η θερμότητα καύσης του λιγνίτη, κατά το μεγαλύτερο ποσοστό, μεταδίδεται στον ατμό του λέβητα μέσω των διαδοχικών συστοιχιών εναλλακτών θερμότητας. Αποτέλεσμα είναι η παραγωγή υπέρθερμου ατμού θερμοκρασίας περίπου 542 °C και πίεσης 172 bar για τις Μονάδες I-IV και 540 °C και 199 bar για τη Μονάδα V. Οι αντίστοιχες ποσότητες παραγωγής ατμού υψηλής ενέργειας είναι 950 t/h για τις Μονάδες I-IV και 1.029 t/h για τη Μονάδα V σε πλήρες φορτίο.

Ο παραγόμενος ατμός εκτονωμένος αποδίδει το μέγιστο δυνατό ποσοστό της ενέργειάς του στον ατμοστρόβιλο, τον οποίο και περιστρέφει ενεργώντας πάνω στα πτερύγια του. Στη συνέχεια, ο εκτονωμένος ατμός οδηγείται στο κύριο ψυγείο του ατμοστροβίλου, όπου συμπυκνώνεται υπό κενό με χρήση νερού ψύξης.

Κατά τη λειτουργική διαδικασία υπάρχουν απώλειες νερού της τάξης των 15 m³/h για κάθε μία από τις Μονάδες I-IV και 15 m³/h για τη Μονάδα V, είτε υπό τη μορφή υδρατμών είτε υπό τη μορφή νερού, οι οποίες αναπληρώνονται με προσθήκη αφαλατωμένου νερού που παράγεται στις εγκαταστάσεις αφαλάτωσης του ΑΗΣ.

Τα κυκλώματα ψύξης των Μονάδων είναι τύπου ανοιχτής κυκλοφορίας φυσικού ελκυσμού και χρησιμοποιούν ως μέσο ψύξης αποσκληρωμένο νερό, το οποίο παράγεται στις εγκαταστάσεις αποσκλήρυνσης του σταθμού. Το ψυκτικό νερό θερμαίνεται ψύχοντας τα διάφορα βοηθητικά μηχανήματα και τον εκτονωμένο ατμό στο ψυγείο (συμπυκνωτή) του ατμοστροβίλου και στη συνέχεια οδηγείται στο πύργο ψύξης, όπου ψύχεται με καταιονισμό και εξάτμιση. Από εκεί παραλαμβάνεται από τις αντλίες ανακυκλοφορίας και επαναχρησιμοποιείται.

Η ποσότητα του εξατμιζόμενου νερού είναι της τάξης του 1,1 – 1,6 m³/MWh. Επειδή όμως η εξάτμιση προκαλεί συμπύκνωση των διαλυμένων αλάτων στο ψυκτικό νερό, και επομένως σκλήρυνση, ένα μέρος αυτού απομακρύνεται από το κύκλωμα (blow down του πύργου ψύξης).

Οι απώλειες σε ψυκτικό νερό των Μονάδων I-IV είναι της τάξης των 711 t/h ενώ για τη Μονάδα V 616 t/h λόγω απωλειών. Οι απώλειες των κυκλωμάτων ψύξης αναπληρώνονται από το υφιστάμενο δίκτυο παραγωγής και αποθήκευσης αποσκληρωμένου νερού.

Το ψυκτικό νερό που απορρίπτεται στο δίκτυο αποχέτευσης του σταθμού από το ψυκτικό κύκλωμα κάθε μονάδας είναι της τάξης των 182 t/h για τις Μονάδες I-IV και 210 t/h για τη Μονάδα V (blow down).

3.1.9 Συγκρότημα Παραγωγής Αφαλατωμένου Νερού

Το νερό που χρησιμοποιείται στους λέβητες των Μονάδων για παραγωγή ατμού είναι αφαλατωμένο και παράγεται σε Συγκρότημα Παραγωγής Αφαλατωμένου νερού, αποτελούμενο από τρεις μονάδες παραγωγής αφαλατωμένου νερού με τη μέθοδο της ιοντοεναλλαγής. Στον ΑΗΣ υπάρχουν τρεις Μονάδες Αφαλάτωσης.

Επιπλέον υπάρχει μια κινητή Μονάδα παραγωγής αφαλατωμένου νερού δυναμικότητας 50 t/h.

Αφαλάτωση Μονάδων I-II

Αποτελείται από δύο γραμμές ιοντοεναλλαγής ρητινών, καθαρής δυναμικότητας εκάστη 40 m³/h ή ονομαστικής δυναμικότητας 55 m³/h.

Η κάθε γραμμή αποτελείται από :

- μια στήλη χαλαζιακής άμμου (φίλτρο κατακράτησης των εν αιωρήσει αλάτων)
- μια ισχυρή όξινη κατιονική ρητίνη δυναμικότητας 55 m³/h
- μια ισχυρή όξινη ανιονική ρητίνη δυναμικότητας 55 m³/h
- μια ρητίνη μικτής κλίνης δυναμικότητας 55 m³/h

Η αναγέννηση των κατιονικών ρητινών πραγματοποιείται με έκπλυση με διάλυμα HCl κ.β. και των ανιονικών αντίστοιχα με διάλυμα NaOH κ.β. Από τις αναγεννήσεις παράγονται περίπου 100 m³/ημέρα απόβλητα τα οποία οδηγούνται σε δεξαμενή εξουδετέρωσης και από εκεί στο Συγκρότημα Επεξεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων του ΑΗΣ.

Αφαλάτωση Μονάδων III-IV

Αποτελείται από δύο γραμμές ρητινών ιοντοεναλλαγής, καθαρής δυναμικότητας 40 m³/h ή ονομαστικής δυναμικότητας 50 m³/h η κάθε μία.

Η κάθε γραμμή αποτελείται από :

- μια στήλη χαλαζιακής άμμου (φίλτρο κατακράτησης των εν αιωρήσει αλάτων)
- μια ισχυρή όξινη κατιονική ρητίνη δυναμικότητας 50 m³/h
- μια ισχυρή όξινη ανιονική ρητίνη δυναμικότητας 50 m³/h
- μια ρητίνη μικτής κλίνης δυναμικότητας 50 m³/h

Η αναγέννηση των κατιονικών ρητινών πραγματοποιείται με διέλευση διαλύματος H_2SO_4 5% κ.β. και των ανιονικών αντίστοιχα με διάλυμα $NaOH$ 4% κ.β. Από τις αναγεννήσεις παράγονται περίπου 4,3 m^3/h απόβλητα τα οποία οδηγούνται σε δεξαμενή εξουδετέρωσης και από εκεί στο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων του ΑΗΣ.

Αφαλάτωση Μονάδας V

Αποτελείται από μια γραμμή ρητινών ιοντοεναλλαγής, καθαρής δυναμικότητας 70 m^3/h .

Η εγκατάσταση αποτελείται από:

- μια ισχυρή όξινη κατιονική ρητίνη δυναμικότητας 70 m^3/h
- μια ισχυρή όξινη ανιονική ρητίνη δυναμικότητας 70 m^3/h
- μια ρητίνη μικτής κλίνης δυναμικότητας 70 m^3/h

Η αναγέννηση των κατιονικών ρητινών πραγματοποιείται με διάλυμα H_2SO_4 1-4% κ.β. και των ανιονικών με διάλυμα $NaOH$ 4% κ.β. Από τις αναγεννήσεις παράγονται περίπου 2,2 m^3/h απόβλητα τα οποία οδηγούνται σε δεξαμενή εξουδετέρωσης και από εκεί στο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων του ΑΗΣ.

3.1.10 Συγκρότημα Παραγωγής Αποσκληρυμένου Νερού

Οι απώλειες σε ψυκτικό νερό του πρωτεύοντος κυκλώματος ψύξης τύπου ανοικτής ανακυκλοφορίας (πύργος ψύξης) των Μονάδων I-V του ΑΗΣ, συμπληρώνονται με νερό του οποίου έχει αφαιρεθεί η σκληρότητα. Η αποσκλήρυνση πραγματοποιείται στις τρεις Μονάδες Παραγωγής Αποσκληρυμένου Νερού.

Σύστημα αποσκλήρυνσης Μονάδων I, II

Αποτελείται από τρεις δεξαμενές – αντιδραστήρες όπου στο ακατέργαστο νερό προστίθεται υδράσβεστος ως μέσο αποσκλήρυνσης και άλατα τρισθενούς σιδήρου ως κροκκιδωτικό μέσο, στις οποίες καθιζάνει το ίζημα το ανθρακικού ασβεστίου και του υδροξειδίου του μαγνησίου με τη μορφή ιλύος. Από το άνω μέρος των δεξαμενών υπερχειλίζει το αποσκληρυμένο νερό που οδηγείται στις εγκαταστάσεις διήθησης, που αποτελούνται από ανοικτά φίλτρα με χαλαζιακή άμμο ως μέσο διήθησης. Το αποσκληρυμένο και διηθημένο νερό οδηγείται στη δεξαμενή αποθήκευσής του, χωρητικότητας 2.000 m³ και από εκεί αντλείται για συμπλήρωση των κυκλωμάτων ψύξης των δύο Μονάδων.

Η ιλύς που καθιζάνει στο κάτω μέρος των δεξαμενών, οδηγείται στον παχυντή ιλύος, όπου γίνεται συμπύκνωση αυτής με την προσθήκη μικρής ποσότητας πολυηλεκτρολύτη. Το νερό που υπερχειλίζει από τον παχυντή, συγκεντρώνεται στις δεξαμενές ηρεμίας, στις οποίες οδηγούνται και τα απόνερα από τα φίλτρα άμμου, όπου γίνεται επιπλέον διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών. Το καθαρό νερό επιστρέφει στα φίλτρα άμμου ενώ η καθιζάνουσα ιλύς οδηγείται στον παχυντή. Η συσσωματωμένη λάσπη από τον παχυντή οδηγείται στις εγκαταστάσεις διήθησης. Η ιλύς, σε ποσότητα που ανέρχονται σε 200 kg/h οδηγούνται για απόθεση μαζί με την ιπτάμενη τέφρα.

Η δυναμικότητα της μονάδας αποσκλήρυνσης των Μονάδων I και II ανέρχεται σε 2.550 m³/h.

Σύστημα αποσκλήρυνσης Μονάδων III, IV

Πρόκειται για αντίστοιχο σύστημα με αυτό των Μονάδων I, II. Η δυναμικότητά του είναι 1.800 m³/h. Αποτελείται δεξαμενές καθίζησης είναι δύο, ενώ για την συμπύκνωση της λάσπης που απομακρύνεται από τον παχυντή χρησιμοποιούνται φίλτρα κενού. Η τελική ποσότητα της ιλύος που οδηγείται για απόθεση είναι ανάλογη αυτής από τις Μονάδες I & II.

Σύστημα αποσκλήρυνσης Μονάδας V

Πρόκειται για αντίστοιχο σύστημα με αυτό των Μονάδων III & IV, με τη διαφορά ότι η δεξαμενή καθίζησης είναι μία. Η δυναμικότητά του είναι 1.400 m³/h με συνήθη παραγωγή 642 m³/h.

3.1.11 Συστήματα Εξευγενισμού Συμπυκνωμάτων Ατμού

Κατά τη διαδικασία ατμοποίησης του συμπυκνώματος μιας Μονάδας δημιουργούνται ιόντα ή ενώσεις επιβλαβείς για την ομαλή λειτουργία του κυκλώματος (π.χ. ιόντα σιδήρου ή χαλκού από διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών, ιόντα νατρίου, θειικά ιόντα και χλωριόντα από τη συμπλήρωση αφαλατωμένου νερού, κλπ.). Έτσι, στα κυκλώματα συμπυκνώματος - ατμού των Μονάδων παρεμβάλλονται διατάξεις εξευγενισμού του συμπυκνώματος, οι οποίες αποτελούνται από ιονεναλλακτικές ρητίνες κατιονικής και ανιονικής μορφής.

Το νερό των Λεβήτων των Μονάδων υπόκειται συνεχή εξευγενισμό στο 50% του όγκου του.

Στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου υπάρχουν πέντε συστήματα εξευγενισμού συμπυκνώματος. Τέσσερα συστήματα με τρεις συστοιχίες συνολικής παροχής 900 t/h για τις Μονάδες I, II, III και IV αντίστοιχα και ένα σύστημα με δύο συστοιχίες συνολικής παροχής 1050 t/h για τη Μονάδα V.

Κάθε τέτοιο σύστημα, αποτελείται από τρεις κατιονικές και τρεις μικτές στήλες. Τα απόβλητα από τις αναγεννήσεις των ρητινών των συστημάτων αυτών οδηγούνται για εξουδετέρωση στις αντίστοιχες δεξαμενές εξουδετέρωσης των Μονάδων.

3.1.12 Σύστημα Τηλεθέρμανσης

Το σύστημα Τηλεθέρμανσης για την πόλη της Κοζάνης, περιλαμβάνει:

- Τις σωληνώσεις προσαγωγής ατμού από τρεις απομαστεύσεις του στροβίλου - μία από το τμήμα χαμηλής και δύο από το τμήμα μέσης πίεσης - προς τους εναλλάκτες ατμού/νερού, με τις απαραίτητες βαλβίδες, στηρίγματα, μονώσεις, αυτοματισμούς κ.λπ.
- Δύο οριζόντιους εναλλάκτες ατμού/νερού για την μεταφορά της θερμικής ενέργειας του απομαστευομένου ατμού στο νερό του δικτύου

τηλεθέρμανσης, με τις απαραίτητες βαλβίδες, ασφαλιστικά, εκκενωτικά, όργανα, αυτοματισμούς κ.λπ.

- Το σύστημα επιστροφής συμπυκνωμάτων ατμού στο κυρίως κύκλωμα νερού/ατμού του σταθμού, που αποτελείται από δύο αντλίες επιστροφής συμπυκνώματος, σωληνώσεις, όργανα, αυτοματισμούς, κ.λπ.[11],[12].

3.1.13 Εκπομπές ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου

Τα προερχόμενα από την καύση λιγνίτη καυσαέρια και τα απαέρια από την προετοιμασία του λιγνίτη οδηγούνται στην ατμόσφαιρα έπειτα από:

- υγρή αποθείωση μέσω πύργου ψύξης (Μονάδα V) και δύο καπνοδόχων (Μονάδες I-IV)
- τρεις καπνοδόχους σε περίπτωση που δεν λειτουργεί η υγρή αποθείωση (βλάβη, συντήρηση, έναρξη και διακοπή λειτουργίας)

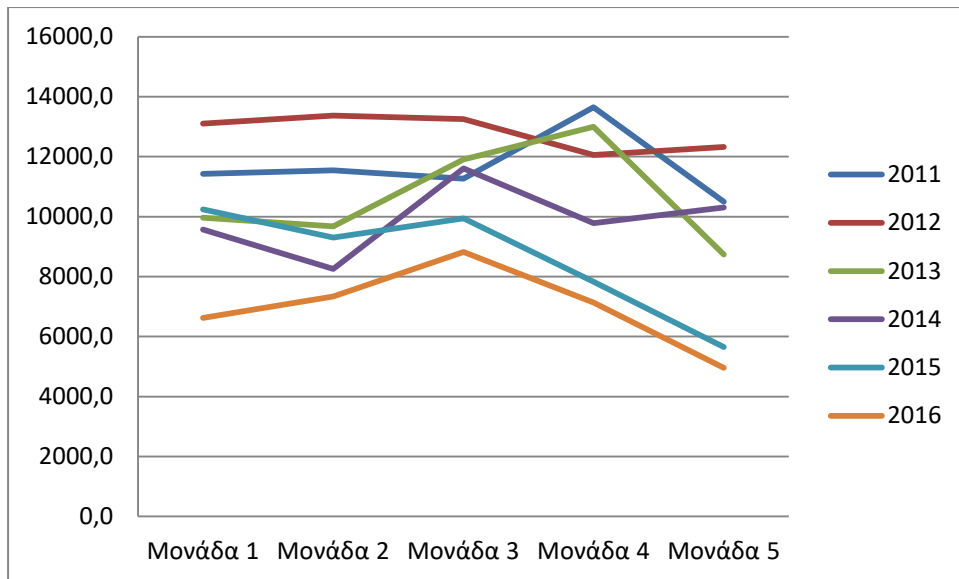
Η ταχύτητα των καυσαερίων στην έξοδο των καπνοδόχων είναι 31m/sec.

Τα καυσαέρια και τα απαέρια, πριν διοχετευθούν στην ατμόσφαιρα μέσω των καπνοδόχων ή του πύργου ψύξης, διέρχονται από δύο εν σειρά διατάξεις ηλεκτροστατικών φίλτρων (Η/Φ) για κάθε μία από τις Μονάδες I –IV (4 Η/Φ ανά Μονάδα τα οποία λειτουργούν παράλληλα) και από μία διάταξη (2 Η/Φ τα οποία λειτουργούν παράλληλα) για τη Μονάδα V.

Στους παρακάτω πίνακες αλλά και διαγράμματα παρουσιάζεται ο μέσος όρος των εκπομπών του σταθμού ανά έτη σε Kg ανά ημέρα.

Πίνακας 17: Μέσος όρος εκπομπών NOx σε Kg/ημέρα

	Μονάδα 1	Μονάδα 2	Μονάδα 3	Μονάδα 4	Μονάδα 5
2011	11430,1	11548,2	11268,3	13642,5	10500,9
2012	13099,7	13373,3	13252,1	12057,2	12326,9
2013	9958,0	9672,1	11908,2	12996,0	8738,1
2014	9572,7	8259,3	11605,6	9780,9	10299,8
2015	10242,0	9302,0	9946,0	7831,0	5650,0
2016	6622,0	7337,0	8820,0	7132,0	4955,0

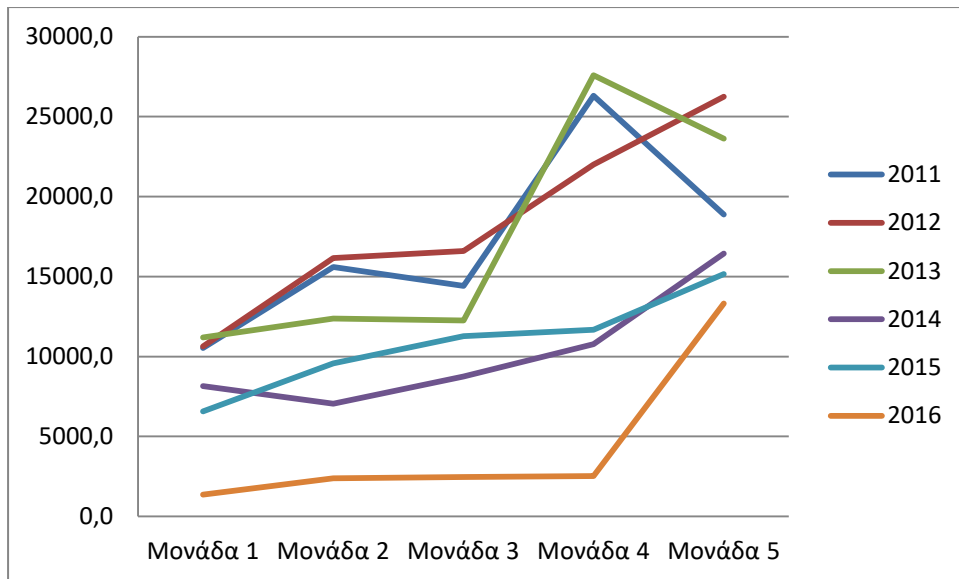


Διάγραμμα 9: Μέσος όρος εκπομπών NOx σε Kg/ημέρα

Παρατηρείται ότι για τις μονάδες 1, 2, 3 και 5 ο μέγιστος μέσος όρος εκπομπών NOx σε Kg/ημέρα είναι κατά το έτος 2012 ενώ για τη μονάδα 4 κατά το έτος 2011.

Πίνακας 18: Μέσος όρος εκπομπών SO₂ σε Kg/ημέρα

	Μονάδα 1	Μονάδα 2	Μονάδα 3	Μονάδα 4	Μονάδα 5
2011	10532,2	15592,6	14422,9	26297,3	18873,2
2012	10637,7	16165,3	16589,9	21999,2	26250,4
2013	11192,4	12383,9	12262,5	27595,9	23616,9
2014	8144,4	7047,1	8744,7	10782,7	16431,6
2015	6580,0	9571,0	11265,0	11684,0	15164,0
2016	1362,0	2386,0	2464,0	2519,0	13316,0

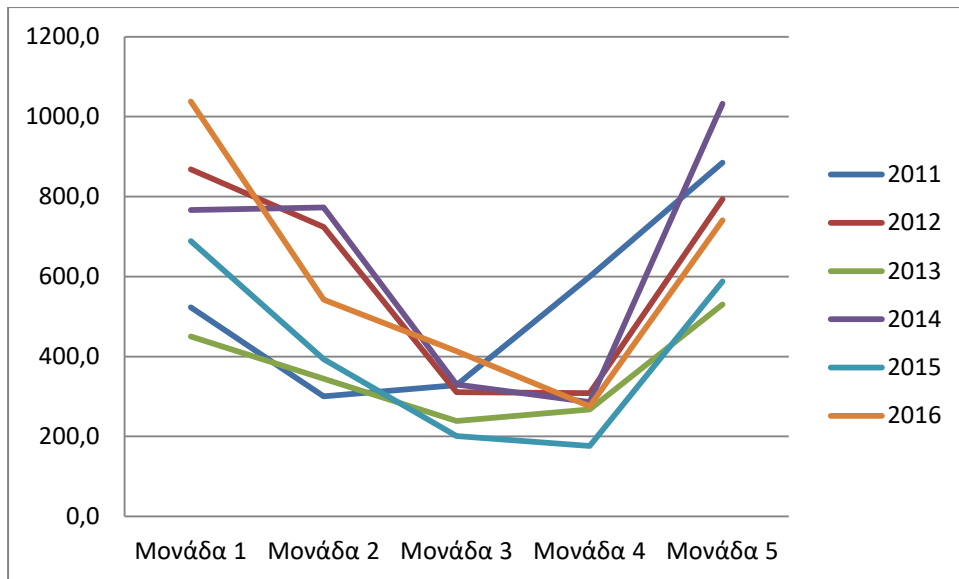


Διάγραμμα 10: Μέσος όρος εκπομπών SO₂ σε Kg/ημέρα

Παρατηρείται ότι για τις μονάδες 1, 2 και 3 ο μέγιστος μέσος όρος εκπομπών SO₂ σε Kg/ημέρα είναι κατά το έτος 2012, για τη μονάδα 4 κατά το έτος 2013 και για τη μονάδα 5 κατά το έτος 2012.

Πίνακας 19: Μέσος όρος εκπομπών σωματιδίων σε Kg/ημέρα

	Μονάδα 1	Μονάδα 2	Μονάδα 3	Μονάδα 4	Μονάδα 5
2011	522,8	300,3	328,3	600,0	885,0
2012	868,4	724,0	310,8	308,6	793,5
2013	449,9	344,2	239,0	267,7	530,3
2014	766,3	773,2	330,2	285,9	1032,1
2015	689,0	393,0	201,0	176,0	588,0
2016	1038,0	542,0	413,0	276,0	741,0

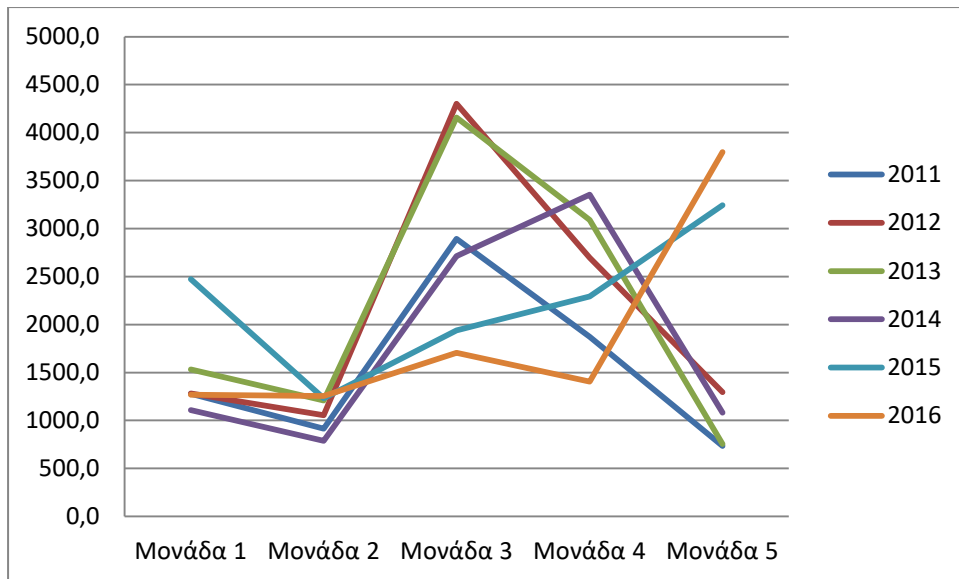


Διάγραμμα 11: Μέσος όρος εκπομπών σωματιδίων σε Kg/ημέρα

Παρατηρείται ότι για τις μονάδες 2 και 5 ο μέγιστος μέσος όρος εκπομπών σωματιδίων σε Kg/ημέρα είναι κατά το έτος 2014, για τις μονάδες 1 και 3 κατά το έτος 2016 και για τη μονάδα 4 κατά το έτος 2011.

Πίνακας 20: Μέσος όρος εκπομπών CO σε Kg/ημέρα

	Μονάδα 1	Μονάδα 2	Μονάδα 3	Μονάδα 4	Μονάδα 5
2011	1278,7	916,0	2892,5	1871,7	733,8
2012	1283,0	1053,7	4302,8	2695,6	1295,8
2013	1531,3	1208,7	4157,4	3088,5	753,9
2014	1108,6	788,9	2712,4	3355,1	1080,5
2015	2472,0	1231,0	1938,0	2294,0	3243,0
2016	1270,0	1255,0	1707,0	1404,0	3798,0

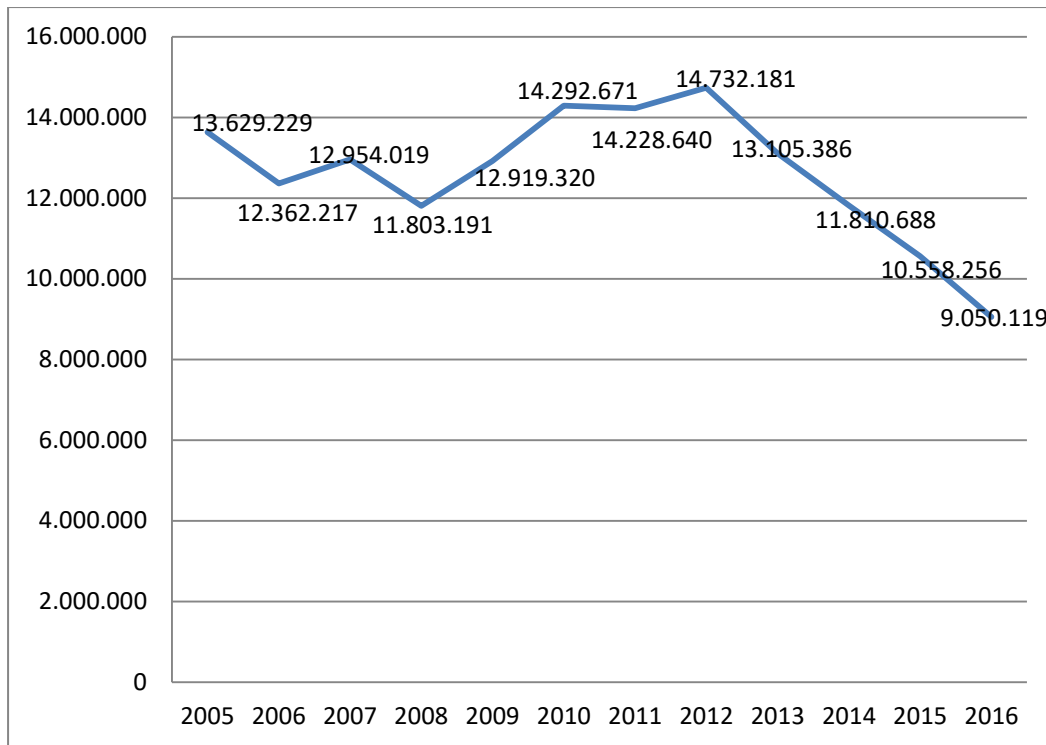


Διάγραμμα 12: Μέσος όρος εκπομπών CO σε Kg/ημέρα

Παρατηρείται ότι για τη μονάδα 1 ο μέγιστος μέσος όρος εκπομπών CO σε Kg/ημέρα είναι κατά το έτος 2015, για τη μονάδα 2 κατά το έτος 2013, για τη μονάδα 3 κατά το έτος 2012, για τη μονάδα 4 κατά το έτος 2014 και για τη μονάδα 5 κατά το έτος 2016.

Σύμφωνα με τον πίνακα του παραρτήματος (βλ.Παράρτημα 3) παρατηρούνται υπερβάσεις στις εκπομπές σωματιδίων που όμως δεν ξεπερνούν τις 35 επιτρεπόμενες για αυτή την κατηγορία.

Για την μετατροπή των mg/m^3 χρησιμοποιείται η μέση παροχή καυσαερίων ώστε να υπολογισθούν οι εκπομπές σε $\text{kg}/\text{ημέρα}$.



Διάγραμμα 13: Σύνολο εκπομπών CO₂ (τόνοι/χρόνο) σύμφωνα με την επίσημη μέθοδος

Παρατηρείται ότι οι μέγιστες εκπομπές CO₂ εντοπίζονται κατά το έτος 2012.

Όμως αξίζει να αναφερθεί ότι ένα από τα σημαντικότερα μέτρα του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι η εμπορία εκπομπών σε διεθνή κλίμακα ώστε να μειωθούν οι εκπομπές με οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών επιτρέπει την αγορά ή πώληση δικαιωμάτων εκπομπών CO₂ παρέχοντας τη δυνατότητα συμμόρφωσης με το λιγότερο κόστος. Το κόστος ενός προστίμου μιας περίπτωσης μη συμμόρφωσης είναι αρκετά μεγαλύτερο από το κόστος συμμόρφωσης. Κάθε δικαίωμα αντιστοιχεί στην άδεια εκπομπής ενός τόνου διοξειδίου του άνθρακα ή ισοδύναμης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για καθορισμένη περίοδο. Η εφαρμογή του συγκεκριμένου συστήματος πραγματοποιείται στην Ελλάδα με βάση την ΚΥΑ 54409/2632(ΦΕΚ 1931/Β/2004) με την οποία εναρμονίστηκε η οδηγία 2003/87/ΕΚ στο εθνικό δίκτυο και τροποποιήθηκε η οδηγία 96/61/ΕΚ.

Από την ανάλυση της τέφρας προκύπτουν οι παρακάτω μετρήσεις στο εργαστήριο του σταθμού, καθώς και μετρήσεις παραμέτρων από τοποθετημένους σταθμούς μετρήσεων σε περιοχές της περιφέρειας.

Πίνακας 21: Μέσος όρος δειγμάτων ιπτάμενης τέφρας προς απόθεση ενός έτους

Στοιχείο	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	V
Μονάδες	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	μg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
ΜΟ	26,4	2,4	446,2	47,0	10,3	336,2	34,6	76,5	200,5

Πίνακας 22: Μέσος όρος δειγμάτων υγρής τέφρας προς απόθεση ενός έτους

Στοιχείο	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	V
Μονάδες	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	μg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
ΜΟ	10,2	0,7	464,7	41,0	2,9	350,1	21,8	100,4	144,8

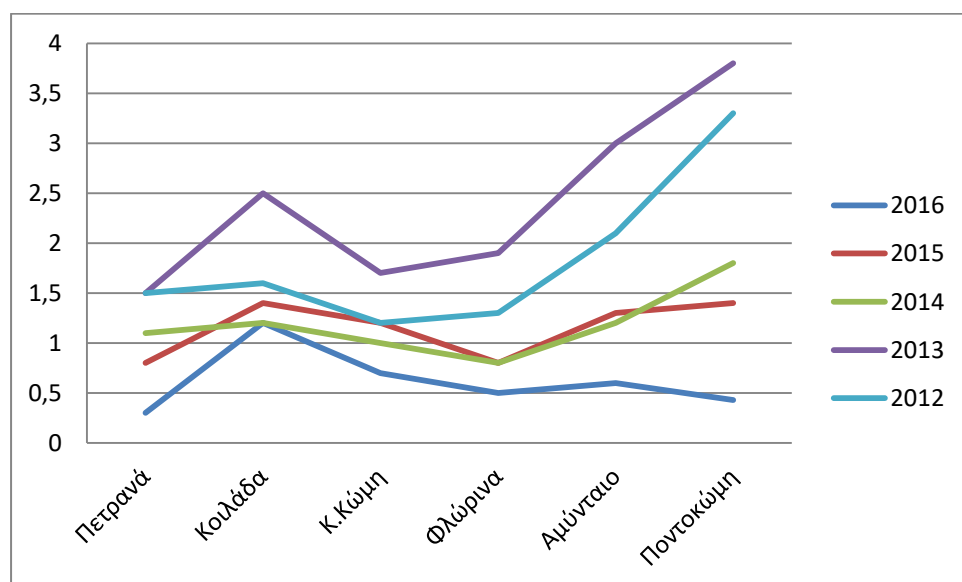
Πίνακας 23: Ποσοστά παραμέτρων τέφρας

	Υγρή τέφρα(%)	Ιπτάμενη τέφρα(%)
Διοξείδιο του πυριτίου (SiO ₂)	46,97	33,31
Οξείδιο του αργιλίου (Al ₂ O ₃)	16,11	11,91
Οξείδιο του σιδήρου (Fe ₂ O ₃)	4,85	4,44
Διοξείδιο του τιτανίου (TiO ₂)	0,75	0,55
Πεντοξείδιο του φωσφόρου (P ₂ O ₅)	0,33	0,37
Οξείδιο του ασβεστίου (CaO)	19,17	34,18
Οξείδιο του μαγνησίου (MgO)	3,75	3,84
Οξείδιο του νατρίου (Na ₂ O)	0,55	0,56
Οξείδιο του καλίου (K ₂ O)	1,16	0,86
Τριοξείδιο του θείου (SO ₃)	4,67	8,14
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	1,34	1,32

Η τέφρα του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου αποτίθεται στις εξής θέσεις:

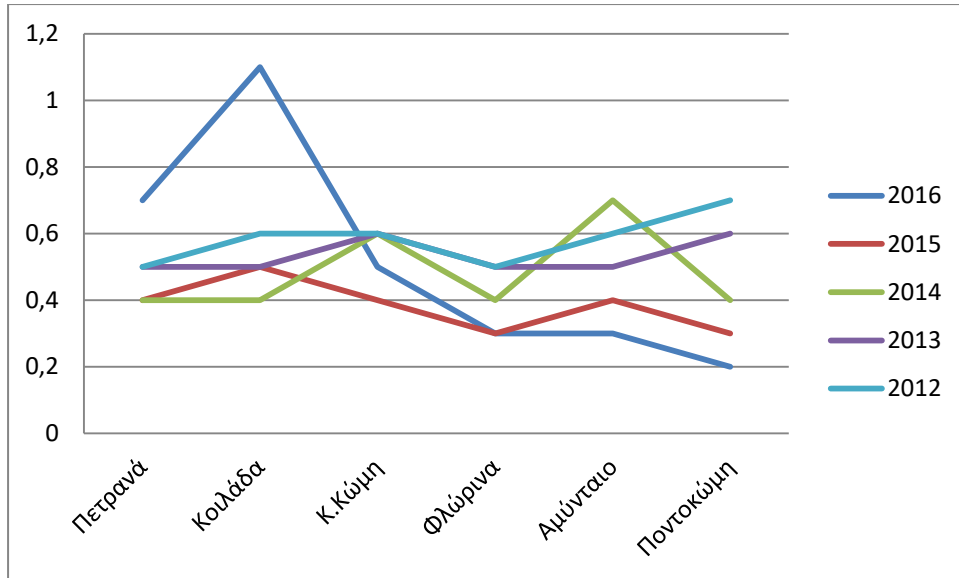
- 2010-2012 : Εντός της κοιλάτητας του εξαντλημένου ορυχείου Κομάνου,
- 2013-2017 : Κατά 50% εντός του εξαντλημένου ορυχείου Κομάνου και κατά 50% στην εσωτερική απόθεση του Νοτίου Πεδίου,
- 2017-τέλος : Στην εσωτερική απόθεση του ορυχείου Νοτίου Πεδίου.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα από τις μετρήσεις ιχνοστοιχείων σε διάφορες περιοχές.



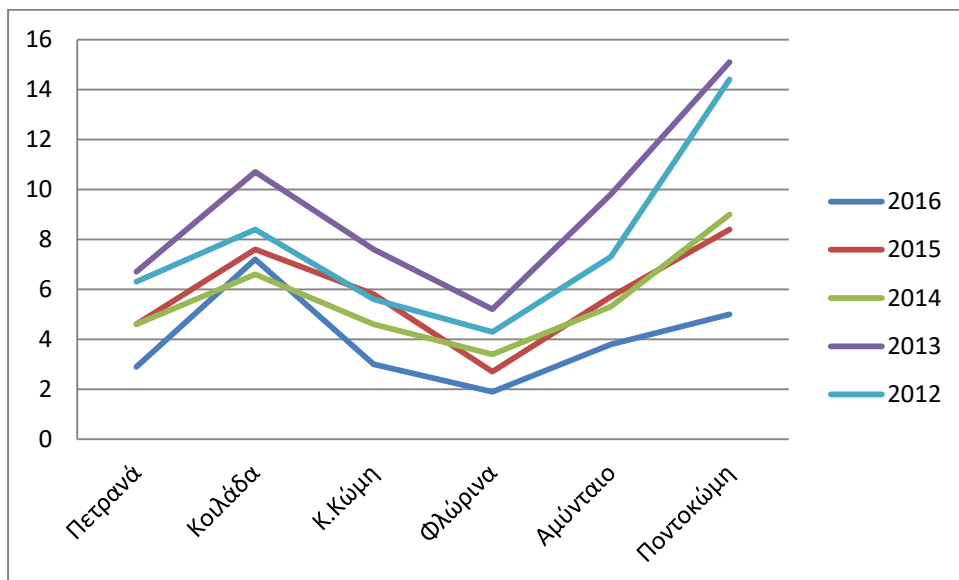
Διάγραμμα 14: Μέσος όρος Αρσενικού σε ng/m³ ανά έτος

Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Αρσενικού σε ng/m³ ανά έτος για όλες τις περιοχές μετρήσεων εντοπίστηκε κατά το έτος 2013.



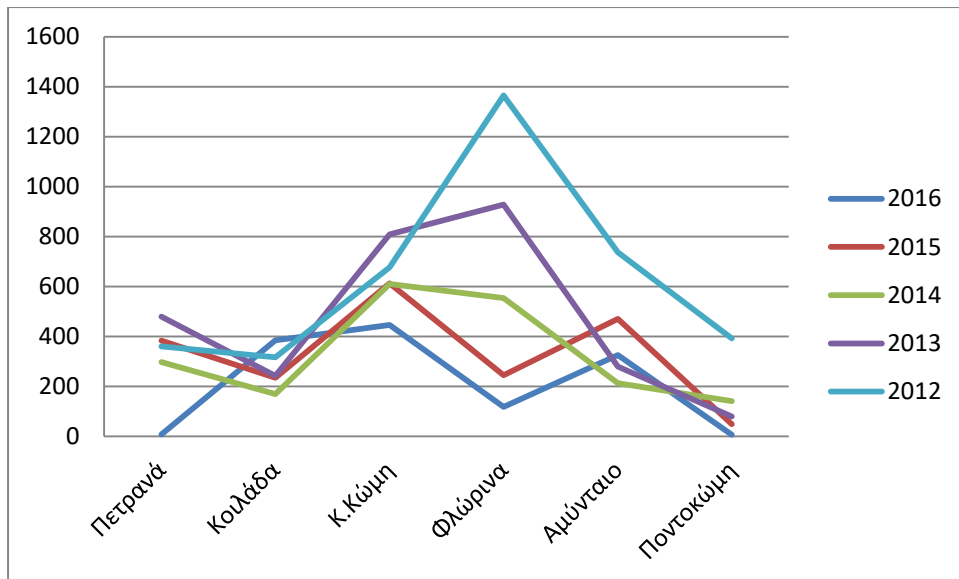
Διάγραμμα 15: Μέσος όρος Καδμίου σε ng/m³ ανά έτος

Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Καδμίου σε ng/m³ ανά έτος για τα Πετρανά και τη Κουλάδα εντοπίστηκε κατά το έτος 2016, για την Κ.Κώμη, Φλώρινα και Ποντοκώμη κατά το έτος 2012 ενώ για το Αμύνταιο κατά το έτος 2014.



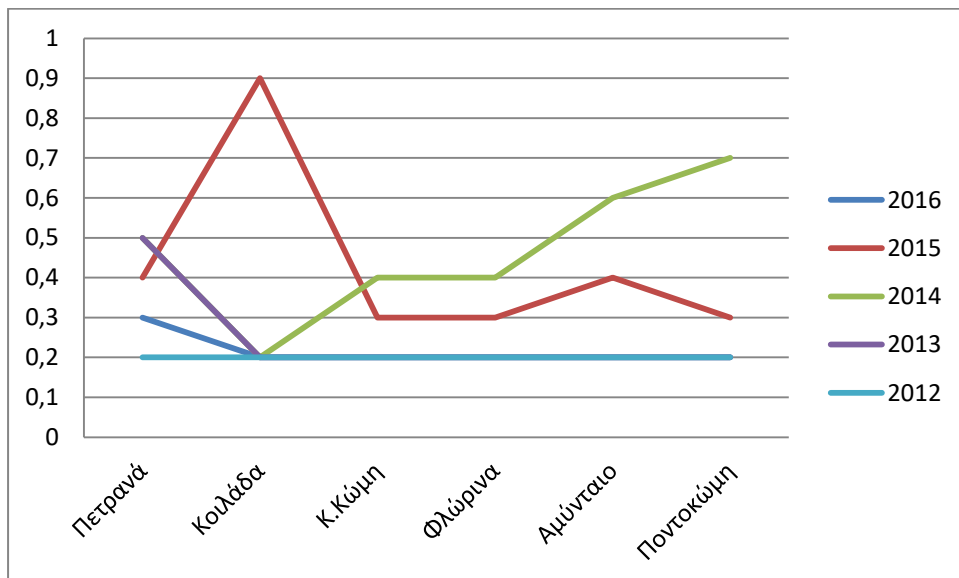
Διάγραμμα 16: Μέσος όρος Χρωμίου σε ng/m³ ανά έτος

Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Χρωμίου σε ng/m³ ανά έτος για όλες τις περιοχές μετρήσεων εντοπίστηκε κατά το έτος 2013.



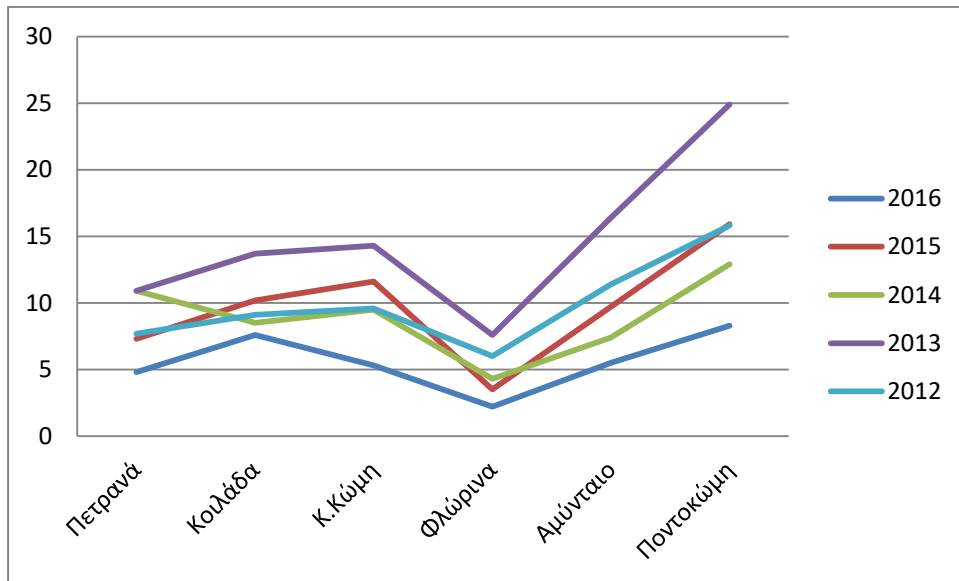
Διάγραμμα 17: Μέσος όρος Χαλκού σε ng/m³ ανά έτος

Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Χαλκού σε ng/m³ ανά έτος για τα Πετρανά και την Κ.Κώμη εντοπίστηκε κατά το έτος 2013, για την Κουλάδα κατά το έτος 2016 ενώ για το Αμύνταιο, Ποντοκώμη και Φλώρινα κατά το έτος 2012.



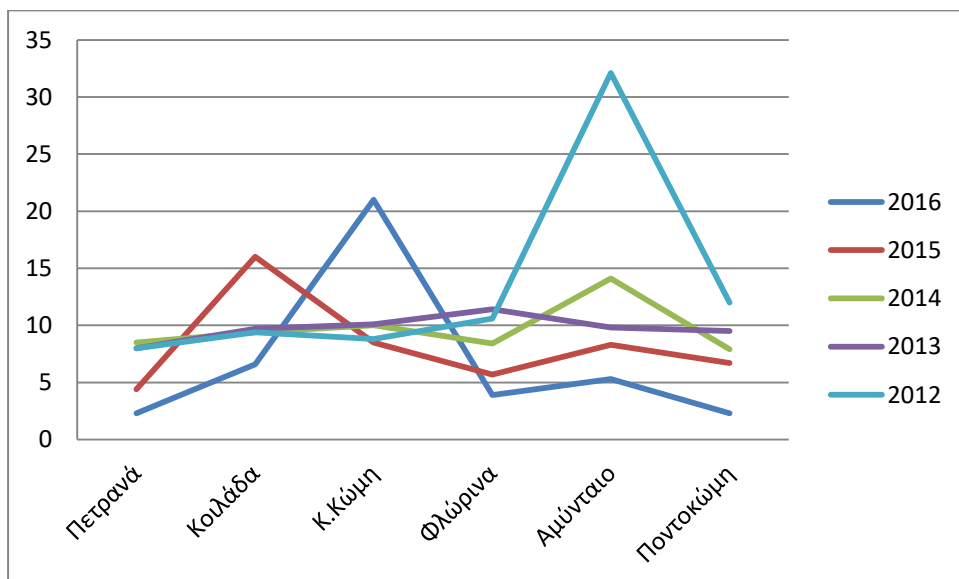
Διάγραμμα 18: Μέσος όρος Υδραργύρου σε ng/m³ ανά έτος

Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Υδραργύρου σε ng/m³ ανά έτος για τα Πετρανά εντοπίστηκε κατά το έτος 2013, για την Κουλάδα και Κ.Κώμη κατά το έτος 2015 ενώ για το Αμύνταιο, Φλώρινα και Ποντοκώμη κατά το έτος 2014.



Διάγραμμα 19: Μέσος όρος Νικελίου σε ng/m³ ανά έτος

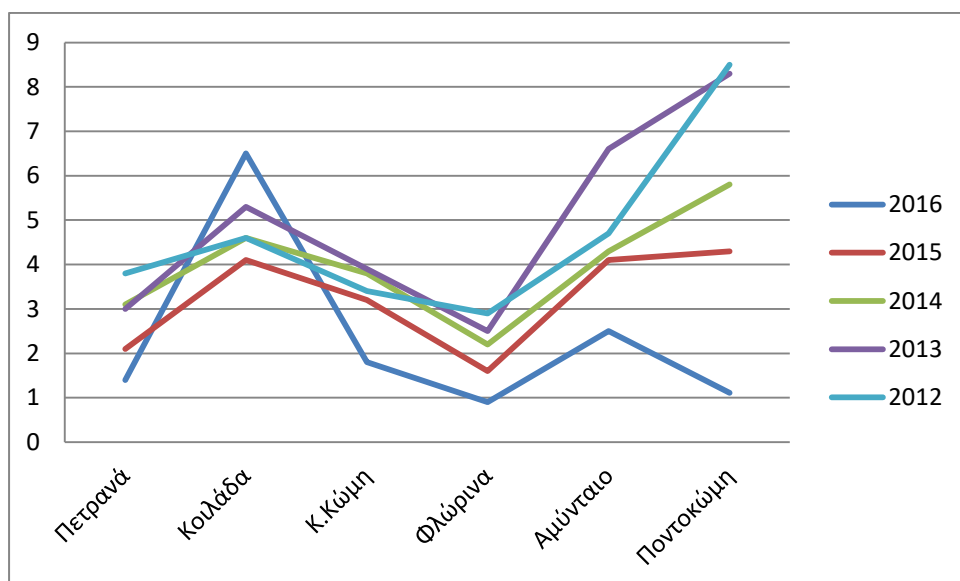
Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Νικελίου σε ng/m³ ανά έτος για όλες τις περιοχές μετρήσεων εντοπίστηκε κατά το έτος 2013.



Διάγραμμα 20: Μέσος όρος Μολύβδου σε ng/m³ ανά έτος

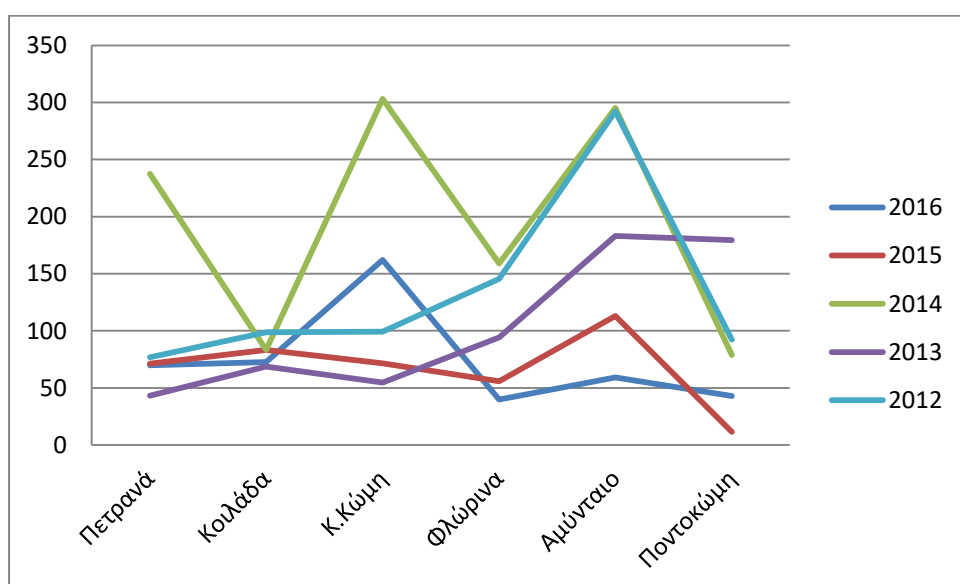
Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Μολύβδου σε ng/m³ ανά έτος για τα Πετρανά εντοπίστηκε κατά το έτος 2014, για την Κοιλάδα κατά το έτος 2015, για

το Αμύνταιο και Ποντοκώμη κατά το έτος 2012, για την Κ.Κώμη κατά το έτος 2016 ενώ για τη Φλώρινα κατά το έτος 2013.



Διάγραμμα 21: Μέσος όρος Βαναδίου σε ng/m³ ανά έτος

Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Βαναδίου σε ng/m³ ανά έτος για τα Πετρανά και την Ποντοκώμη εντοπίστηκε κατά το έτος 2012, για την Κοιλάδα κατά το έτος 2016, για το Αμύνταιο κατά το έτος 2013, για την Κ.Κώμη κατά το έτος 2013 ενώ για τη Φλώρινα κατά το έτος 2012.



Διάγραμμα 22: Μέσος όρος Ψευδαργύρου σε ng/m³ ανά έτος

Παρατηρείται ότι ο μέγιστος μέσος όρος Ψευδαργύρου σε ng/m^3 ανά έτος για τα Πετρανά, Κ.Κώμη, Αμύνταιο και Φλώρινα εντοπίστηκε κατά το έτος 2014 ενώ για την Κοιλιάδα και Ποντοκώμη κατά το έτος 2012.

Σύμφωνα με τον πίνακα του παραρτήματος (βλ. Παράρτημα 4) παρατηρείται υπέρβαση στις εκπομπές νικελίου.

4. Ορυχεία

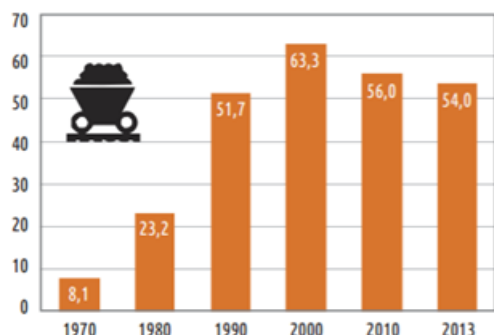
Τα λιγνιτωρυχεία της Πτολεμαΐδας και της Μεγαλόπολης εξασφαλίζουν τον λιγνίτη, ο οποίος αποτελεί το σημαντικότερο ενεργειακό καύσιμο για την ελληνική οικονομία. Τα λιγνιτωρυχεία που σήμερα βρίσκονται σε λειτουργία και οι αντίστοιχοι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί σύμφωνα με το ΤΕΕ κατά το έτος 2005 δίνονται στον Πίνακα 24.

Τα ορυχεία Πτολεμαΐδας αναπτύσσονται σε τρία πεδία, στο Κύριο Πεδίο, το οποίο περιλαμβάνει το ορυχείο Μαυροπηγής και το ορυχείο Ανατολικής επέκτασης Κομάνου, το Πεδίο Καρδιάς, το οποίο περιλαμβάνει το ορυχείο Νοτιοδυτικού Πεδίου-Υψηλάντη, το Ορυχείο Οικισμού Κομάνου καθώς και το Νότιο Πεδίο, το οποίο περιλαμβάνει το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου.

Πίνακας 24: Τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ και οι αντίστοιχοι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί που εξυπηρετούν

Στοιχεία εκμεταλλεύσεων λιγνίτη		Στοιχεία ΑΗΣ	
ΟΡΥΧΕΙΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ/ΕΤΟΣ	ΑΗΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ(MW)
Κυρίου Πεδίου (κοιτάσματα Βορείου Πεδίου, Κομάνου, Μαυροπηγής)	6-8 εκ. τόνοι	ΑΗΣ Πτολεμαΐδας και Βιομηχανικού Συγκροτήματος της τέως ΛΙΠΤΟΛ	663
Πεδίου Καρδιάς (Τομέας 6)	15-23 εκ. τόνοι	ΑΗΣ Καρδιάς και συμμετοχή στην ισοσκέλιση του ισοζυγίου του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας	1200
Νοτίου Πεδίου	18-22 εκ. τόνοι	ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου	1585
Πεδίου Αμυνταίου (κοιτάσματα Αμυνταίου και Αναργύρων)	8-9 εκ. τόνοι	ΑΗΣ Αμυνταίου-Φιλώτα	600
Αχλάδας(Φλώρινα)	0.9 εκ. τόνοι	Μελίτης-Αχλάδας	330
Χωρεμίου	9-12 εκ. τόνοι	Μεγαλόπολη(Α&Β)	850
Μαραθούσας	1-2 εκ. τόνοι	Μεγαλόπολη(Α&Β)	850
Κυπαρισίων	2-4 εκ. τόνοι	Μεγαλόπολη(Α&Β)	850

Στη συνέχεια, το Διάγραμμα 23 παρουσιάζει τις διακυμάνσεις των εκατομμυρίων τόνων λιγνίτη που εξορύχθηκαν κατά το διάστημα 1970-2013.



Διάγραμμα 23: Συνολική εξόρυξη λιγνίτη (εκατομμύρια τόνοι) στην Ελλάδα τις τελευταίες δεκαετίες [7]

4.1 Λιγνιτικά κοιτάσματα

Οι πρώτες συστηματικές έρευνες για την εντόπιση και αξιολόγηση των λιγνιτών της ευρύτερης περιοχής Πτολεμαΐδας άρχισαν μετά το 1938. Το 1955 συστάθηκε η εταιρία ΛΙΠΤΟΛ που είχε ως αντικείμενο την εκμετάλλευση του λιγνίτη και τη χρησιμοποίησή του για την παραγωγή μπρικετών, αζωτούχων λιπασμάτων, ημικώκ και ηλεκτρικής ενέργειας. Το 1975 συγχωνεύθηκε η ΛΙΠΤΟΛ στη ΔΕΗ. Η παραγωγή λιγνίτη που ήταν το 1959 1,3 εκ. Τόνους, έφθασε το 2006 σε 49 εκ. τόνους.

Το λιγνιτικό κοιτάσμα Μεγαλόπολης μελετήθηκε επιστημονικά για πρώτη φορά το 1957 και τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά. Το 1969 άρχισε από τη ΔΕΗ η εκμετάλλευση του λιγνίτη. Το γεγονός αυτό ήταν μία ιδιαίτερη περίπτωση σε παγκόσμιο επίπεδο, επειδή για πρώτη φορά τόσο φτωχός λιγνίτης εξορύσσεται και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Το λιγνιτωρυχείο Μεγαλόπολης ξεκίνησε με μία ετήσια παραγωγή 1 εκ. τόνους και έφθασε το 2006 τους 13,5 εκ. τόνους.

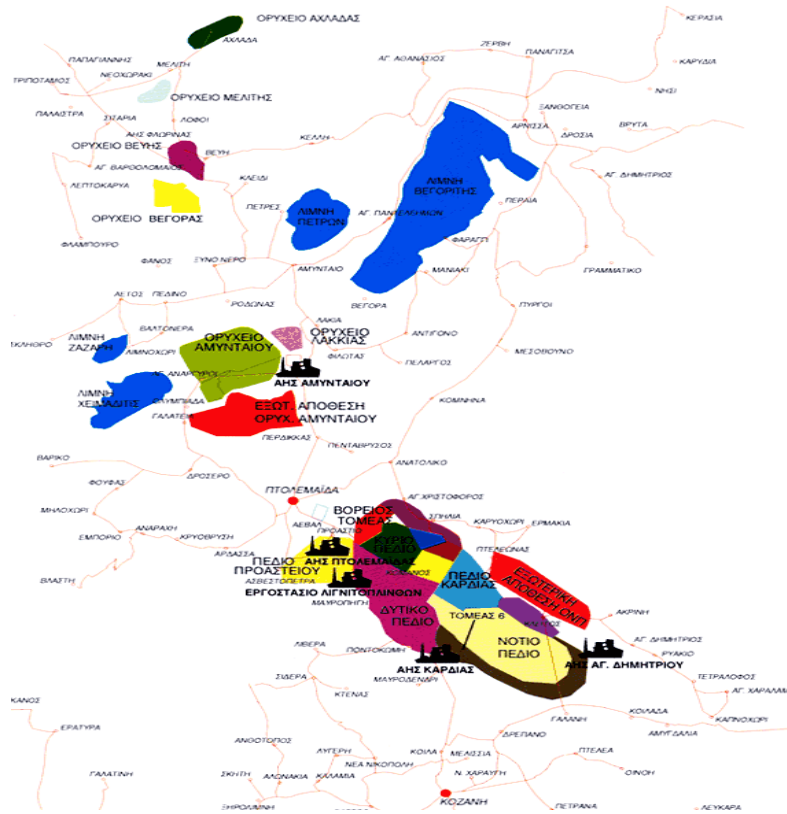
4.1.1 Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου

Σταδιακά στην περιοχή Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου δημιουργήθηκε ένα από τα μεγαλύτερα Λιγνιτικά Κέντρα στον κόσμο. Στο Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου λειτουργούν σήμερα τέσσερα λιγνιτωρυχεία: Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, το Ορυχείο Καρδιάς, το Ορυχείο Κυρίου Πεδίου και το Ορυχείο Αμυνταίου (συμπεριλαμβανομένου και του ορυχείου στη Φλώρινα). Επίσης στο Λιγνιτικό Κέντρο ανήκουν το Εργοστάσιο Λιγνιτοπλίνθων και ο ατμοηλεκτρικός σταθμός ΛΙΠΤΟΛ. Ο χάρτης που ακολουθεί παρουσιάζει τα κοιτάσματα λιγνίτη που αναφέρθηκαν παραπάνω (Εικόνα 9).

Το πάχος των υπερκειμένων υλικών κυμαίνεται από 12 μέχρι 230 μέτρα για τα Ορυχεία που βρίσκονται σε λειτουργία στην περιοχή Πτολεμαΐδας. Τα υλικά αυτά είναι, συνήθως άμμος, αμμοχάλικα, μαλακός ασβεστόλιθος και άργιλος. Αλλά και το κοίτασμα του λιγνίτη δεν είναι ενιαίο διότι μέσα στο κοίτασμα αυτό υπάρχουν λεπτά στρώματα από τα γαιώδη υλικά και τα οποία επειδή βρίσκονται μεταξύ των λιγνιτικών στρωμάτων, ονομάζονται «ενδιάμεσα». Το μέσο πάχος των απολείψιμων στρωμάτων λιγνίτη ανέρχεται σε 2 μέτρα περίπου, ο αριθμός των οποίων κυμαίνεται από 20 έως 30.

Το μεγαλύτερο λιγνιτικό δυναμικό της χώρας είναι συγκεντρωμένο σε τρεις περιοχές - λεκάνες κατά μήκος του άξονα Φλώρινα - Αμύνταιο - Πτολεμαΐδα - Κοζάνη - Σέρβια.

Για την επίτευξη του έργου αυτού χρησιμοποιούνται 42 καδοφόροι εκσκαφείς, 16 αποθέτες, 225 km περίπου ταινιόδρομοι (με πλάτος 1,0 - 2,4 μέτρα) και 1.000 περίπου πετρελαιοκίνητα μηχανήματα.



Εικόνα 10: Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου [4]

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των ορυχείων Πτολεμαΐδας σε σχέση με τον λιγνίτη.

Πίνακας 25: Χαρακτηριστικά ορυχείων Πτολεμαΐδας σε σχέση με τον λιγνίτη [14]

Ορυχείο	Εκμεταλλεύσιμα αποθέματα λιγνίτη(10 ⁶ t)	Εκσκαφές (10 ⁶ m ³)	Σχέση εκμετάλλευσης (m ³ /t)	Μέση τέφρα επί ξηρού(%)	Μέση υγρασία(%)	Μέση κατώτερη θερμογόνο δύναμη(kcal/kg)
Κύριο Πεδίο(Πεδίο	174,1	831	4,8	29,2	56,6	1280
Πεδίο Καρδιάς(Νοτιοδυτικό Πεδίο-Υψηλάντη)	324	2051	6,3	27,7	55,5	1410
Νότιο Πεδίο	339	2910	8,6	28,4	55,7	1300
Σύνολο ορυχείων Πτολεμαΐδας	837,1	5792	6,6	28,4	55,9	1330

Πίνακας 26: Χαρακτηριστικά ορυχείων Πτολεμαΐδας

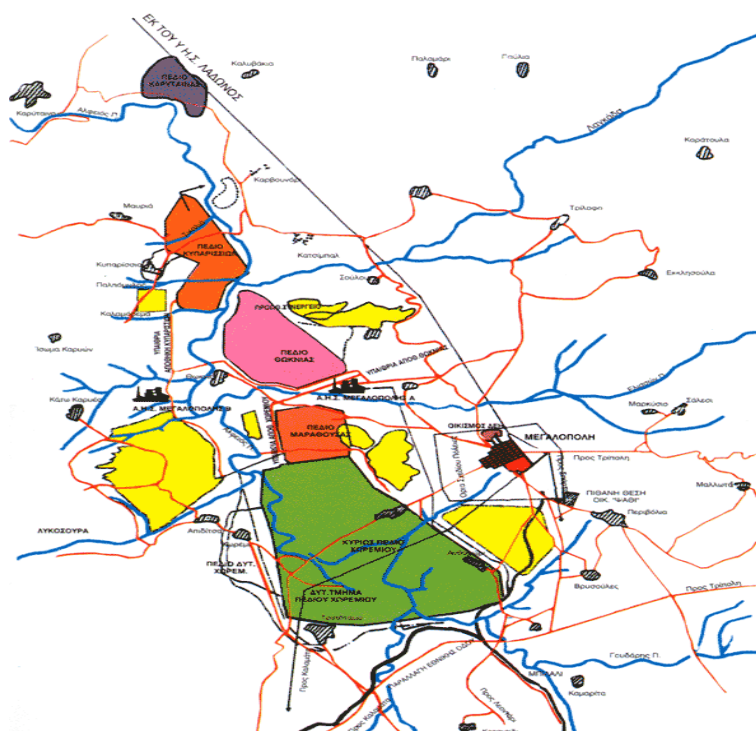
Ορυχεία	Κύριου Πεδίου	Πεδίου Καρδιάς - Νοτιοδυτικού Πεδίου	Νοτίου Πεδίου
Εγκατεστημένη ισχύς(KW)	49.354	69.948	243.465
Μέση κατανάλωση ενέργειας(KWh/ημέρα)	247.530	272.112	1.098.141
Τάση δικτύου χαμηλή(KV)	0,4	0,4	0,4
Τάση δικτύου μέση(KV)	15	15	15 & 20
Τάση δικτύου υψηλή(KV)	150	150	150

4.1.2 Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης

Στην Πελοπόννησο, στο Νομό Αρκαδίας έχει δημιουργηθεί το Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης. Συνολικά δημιουργήθηκαν τρεις λιγνιτικοί ορίζοντες με ιζήματα. Στη λεκάνη διακρίνονται τρία λιγνιτικά κοιτάσματα, πιθανόν λόγω της ύπαρξης τριών ανεξάρτητων λιμνών, με διαφορετικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Τα κοιτάσματα αυτά είναι: Χωρέμι - Μαραθούσα (ολικό βάθος 140μ.), Θωκνία - Κυπαρισσία (ολικό βάθος 20-100 μ.) και Καρύταινας (ολικό βάθος 45μ.). Το πάχος των λιγνιτικών στρωμάτων κυμαίνεται από λίγα εκατοστά έως 5 μέτρα.

Στο Λιγνιτωρυχείο υπάρχουν σήμερα 10 καδοφόροι εκσκαφείς, 6 αποθέτες αγόνων, 3 αποθέτες λιγνίτη, 43 km ταινιόδρομοι (με πλάτος 1,2 - 1,6 μέτρα) και περίπου 330 πετρελαιοκίνητα μηχανήματα[4].

Η Εικόνα 11 που ακολουθεί αποτυπώνει το Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης.



Εικόνα 11: Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης [4]

4.1.3 Η εκμεταλλευσιμότητα των λιγνιτικών κοιτασμάτων

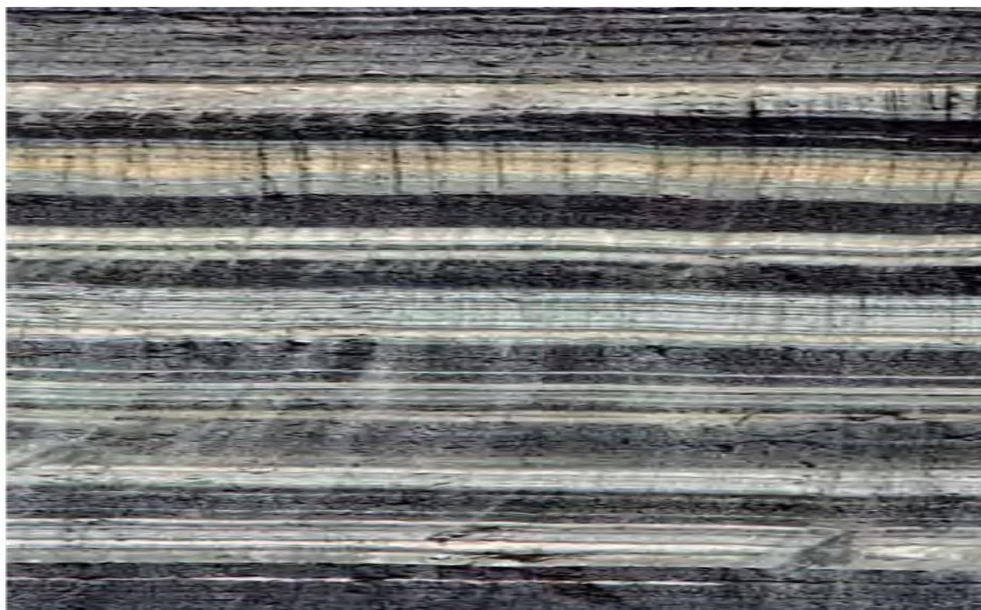
Είναι σημαντικό στο σημείο αυτό να αναφερθούμε στους παράγοντες που επηρεάζουν την εκμεταλλευσιμότητα των λιγνιτικών κοιτασμάτων.

- I. Τα χαρακτηριστικά του λιγνιτικού κοιτάσματος από τα οποία εξαρτάται ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης και κατά συνέπεια η οικονομική απόδοση της επένδυσης είναι το ύψος του αποθέματος και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος
- II. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής.

- III. Εδαφοτεχνικά χαρακτηριστικά κοιτάσματος και περιβαλλόντων αγόνων πετρωμάτων
- IV. Γεωλογικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος
- V. Γεωγραφική θέση του κοιτάσματος και του αντίστοιχου ατμοηλεκτρικού σταθμού[15].

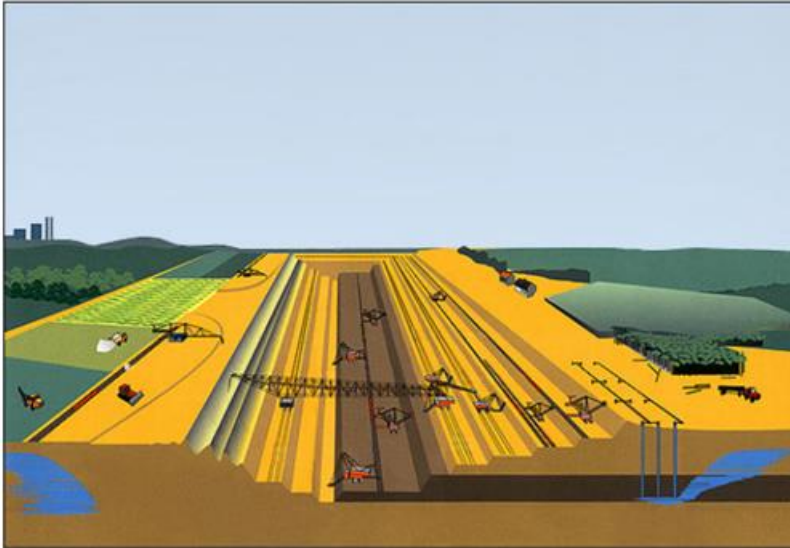
4.1.4 Μέθοδος εκμετάλλευσης των λιγνιτικών κοιτασμάτων

Το βασικό γνώρισμα των λιγνιτικών κοιτασμάτων στις περιοχές Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου και Μεγαλόπολης είναι η εναλλαγή ποικίλλοντος πάχους οριζοντίων λιγνιτικών στρωμάτων και ενδιάμεσων στείρων/άγονων υλικών. Τα μεγάλα πάχη αγόνων υλικών, δηλαδή τα υπερκείμενα, βρίσκονται πάνω από τα λιγνιτικά κοιτάσματα, τα οποία αποτελούνται κατά κύριο λόγο από μάργες, αμμοχάλικα και αργίλους. Στην εικόνα που ακολουθεί γίνεται κατανοητή η διαστρωμάτωση των κοιτασμάτων λιγνίτη που αφορά το Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας.



Εικόνα 12: Διαστρωμάτωση κοιτασμάτων λιγνίτη στο ΛΚΔΜ [4]

Η μέθοδος επιφανειακής εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων με συνεχή εκσκαφή, μεταφορά και απόθεση με σύστημα πολλών βαθμίδων είναι η μέθοδος που εφαρμόζεται κατά την εξορυκτική δραστηριότητα. Η συγκεκριμένη μέθοδος συνδυάζει τη χρήση ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων με μεγάλη δυναμικότητα και σε συνεχή λειτουργία.



Εικόνα 13: Σχηματική παράσταση μεθόδου εκσκαφής, μεταφοράς και απόθεσης

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 27) αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου.

Πίνακας 27: Βασικά χαρακτηριστικά επιφανειακής μεθόδου [14]

<u>Πεδίο εφαρμογής</u>	Κοιτάσματα πολυστρωματικά μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης για τα οποία απαιτείται εκλεκτική εξόρυξη
<u>Ανάπτυξη ορυχείου-διακινήσεις υλικών</u>	Μετατόπιση της τάφρου εκμετάλλευσης διαχρονικά
	Μετά το στάδιο της απόθεσης σε κοιλότητες άλλων εξοφλημένων ορυχείων ή σε περιοχές εξωτερικής απόθεσης, απόθεση των αγόνων εσωτερικά, παράλληλα προς την τάφρο εκμετάλλευσης
<u>Χαρακτηριστικά ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού</u>	Ο εξοπλισμός εξασφαλίζει την εκλεκτική απόληψη των κοιτασμάτων και τη συνεχή ροή του εξορυσσόμενου υλικού
<u>Βασικά μηχανήματα</u>	Καδοφόρος εκσκαφέας(εξόρυξη και φόρτωση αγόνων και λιγνίτη), ταινιόδρομος(μεταφορά αγόνων και λιγνίτη),αποθέτης(απόθεση αγόνων)

Η παραγωγική διαδικασία κατά την εκμετάλλευση των ορυχείων ακολουθεί τα εξής βήματα:

- I. Αποκάλυψη του κοιτάσματος, η οποία πραγματοποιείται με καδοφόρους εκσκαφείς και με υποβοηθητικό εξοπλισμό ώστε να γίνει η εκσκαφή των υπερκείμενων αγόνων
- II. Μεταφορά των αγόνων στην περιοχή απόθεσης με μεταφορικές ταινίες ή χωματουργικά οχήματα
- III. Επιλεκτική εξόρυξη λιγνίτη από τα άγωνα υλικά με βασική προϋπόθεση ο λιγνίτης να πληροί τα ποιοτικά κριτήρια του καυσίμου
- IV. Μεταφορά και αποθήκευση του λιγνίτη στις αυλές
- V. Τροφοδοσία των σταθμών από τις αυλές

Για την εξόρυξη του κοιτάσματος χωρίζονται τα υπερκείμενα άγωνα υλικά και τα λιγνιτικά στρώματα σε βαθμίδες ύψους 10 έως 30 μέτρων ανάλογα με τον τύπο του καδοφόρου εκσκαφέα. Το κοιτάσμα εκσκάπτεται κατά στρώσεις και τα μεν άγωνα υλικά (υπερκείμενα ή ενδιάμεσα) μεταφέρονται με τους ταινιόδρομους

στους αποθέτες, όπου μεταφέρεται και η τέφρα, το υπόλειμμα της καύσης του λιγνίτη στους σταθμούς, σε ειδικά επιλεγμένες περιοχές στις οποίες έχει προηγηθεί εξόρυξη, ώστε μετά το τέλος της εκμετάλλευσης, η επίπτωση στο τοπίο της περιοχής να είναι η ελάχιστη δυνατή, ο δε λιγνίτης και τα στείρα μεταφέρονται με ταινιόδρους (Εικόνα 13), οι οποίοι μπορούν να μεταφέρουν συνεχώς σε μακρινές αποστάσεις μεγάλες ποσότητες υλικών, στις αυλές των ατμοηλεκτρικών σταθμών ή σε άλλους καταναλωτές ή σε υπαίθριες αποθήκες των λιγνιτορυχείων. Τέλος, η απόθεση των στείρων υλικών στις περιοχές όπου έχει αποληφθεί ο λιγνίτης, γίνεται με μεγάλα ηλεκτροκίνητα μηχανήματα συνεχούς λειτουργίας που ονομάζονται αποθέτες[16].



Εικόνα 14: Εξόρυξη του λιγνίτη και μεταφορά του με ταινιόδρομο στο ορυχείο Νοτίου Πεδίου του ΛΚΔΜ [4]

Εκτός από τον κύριο εξοπλισμό στην παραγωγική διαδικασία εξόρυξης του λιγνίτη, χρησιμοποιούνται και άλλα μικρότερα χωματουργικά μηχανήματα, κυρίως φορτωτές, μπουλντόζες, εκσκαφείς (Εικόνα 14,15), φορτηγά κλπ., τα οποία υποστηρίζουν τη λειτουργία του ορυχείου και ονομάζονται βοηθητικός εξοπλισμός.



Εικόνα 15: Ο καδοφόρος εκσκαφέας απομακρύνει το χώμα για να αποκαλύψει το λιγνιτικό κοίτασμα στο ορυχείο καρδιάς στο λιγνιτικό κέντρο Πτολεμαΐδας [4]



Εικόνα 16: Τυπικός καδοφόρος εκσκαφέας [4]

Για την απόθεση των αγόνων εκτός ορυχείου (95%), επιλέγονται κοιλότητες ή περιοχές εξοφλημένων ορυχείων ενώ η απόθεση εντός του υπό ανάπτυξη ορυχείου (5%) ακολουθεί τις εκσκαφές του ορυχείου για λόγους ευστάθειας των πρανών, κάτι που ελαχιστοποιεί την απόσταση μεταξύ εκσκαφής και απόθεσης αλλά και για λόγους κατάλληλης περιβαλλοντικής αποκατάστασης παράλληλα με την εξέλιξη της εκμετάλλευσης. Για λόγους ενίσχυσης της γεωτεχνικής ευστάθειας των υπό ανάπτυξη ορυχείων συναποτίθεται τέφρα, η

οποία είναι υποπροϊόν καύσης του σταθμού και αποτελεί περίπου το 1,16% των αγόνων.

4.2 Νότιο Πεδίο

4.2.1.Χαρακτηριστικά Νοτίου Πεδίου

Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου αναπτύσσεται εντός της λιγνιτοφόρου λεκάνης της Πτολεμαΐδας και ανήκει στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας. Είναι το μεγαλύτερο λιγνιτωρυχείο της Βαλκανικής χερσονήσου και οι εργασίες ανάπτυξης του ξεκίνησαν τον Αύγουστο του 1979. Οι ετήσιες συνολικές εκσκαφές κυμαίνονται από 80×10^6 έως 90×10^6 m³, ενώ η ετήσια παραγωγή λιγνίτη κυμαίνεται από 18×10^6 έως 20×10^6 τόνους[17].

4.2.1.1 Χρήση νερού

Για την κάλυψη κάποιων αναγκών στο ορυχείο απαιτείται η χρήση νερού. Οι συγκεκριμένες ανάγκες είναι οι ακόλουθες:

- Ανάγκη για πόσιμο νερό (Κάλυψη με αντλούμενα υπόγεια νερά από τις υδρογεωτρήσεις αποστράγγισης)
- Άρδευση αγρών και συντήρηση φυτεύσεων σε αποκατεστημένες περιοχές κυρίως κατά την ξηροθερμική περίοδο. (Κάλυψη κυρίως με αντλούμενα υπόγεια νερά από τις υδρογεωτρήσεις αποστράγγισης και δευτερευόντως από τα αντλούμενα επιφανειακά νερά των αντλιοστασίων)
- Ανάγκη για περίπτωση πυρόσβεσης, καθαρισμός Η/Μ εξοπλισμού και λειτουργία του διατρητικού εξοπλισμού. (Κάλυψη με αντλούμενα υπόγεια νερά από τις υδρογεωτρήσεις αποστράγγισης)
- Ανάγκη για διαβροχή των χωμάτινων εργοταξιακών δρόμων των ορυχείων λόγω ύπαρξης σκόνης με χρήση βυτιοφόρων οχημάτων. (Κάλυψη κυρίως με αντλούμενα υπόγεια νερά από τις υδρογεωτρήσεις αποστράγγισης και δευτερευόντως από τα αντλούμενα επιφανειακά νερά των αντλιοστασίων)

Το νερό των υδρογεωτρήσεων αποστράγγισης χρησιμοποιείται για την κάλυψη αναγκών όπως ύδρευση, άρδευση αποκατεστημένων εκτάσεων, διαβροχή

δρόμων και άλλες χρήσεις στα ορυχεία, καθώς επίσης διατίθεται και στη Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης, η οποία φέρει την ευθύνη για την επεξεργασία και τη διανομή του. Η ποιότητα του αντλούμενου νερού στις υδρογεωτρήσεις αποστράγγισης των ορυχείων σχετίζεται άμεσα με τα χαρακτηριστικά του υδροφόρου ορίζοντα. Αντλήσεις επιφανειακών νερών πραγματοποιούνται από τα αντλιοστάσια αποστράγγισης που βρίσκονται στα δάπεδα όλων των εν λειτουργία ορυχείων Πτολεμαΐδας. Τα νερά των αντλιοστασίων προέρχονται από τα νερά φυσικής αποστράγγισης των πρανών των ορυχείων, από τα μετεωρολογικά κατακρημνίσματα (βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις) και από τα νερά της λεκάνης απορροής του ορυχείου. Το αντλούμενο νερό από τα οργανωμένα αντλιοστάσια διατίθεται σε ένα μικρό ποσοστό για τη διαβροχή των χωμάτινων εργοταξιακών δρόμων των ορυχείων και κατά το μεγαλύτερο μέρος στο ρέμα Σουλού.

4.2.1.2 Χρήση ενέργειας στα ορυχεία

Η ενέργεια που απαιτεί η λειτουργία των ορυχείων συναντάται στα εξής σημεία:

- Ηλεκτρική ενέργεια για τον πάγιο εξοπλισμό και για τις βοηθητικές εγκαταστάσεις των ορυχείων
- Καύσιμα για τον συμβατικό εξοπλισμό

Αναλυτικότερα, το σύνολο του πάγιου εξοπλισμού όπως οι εκσκαφείς, οι αποθέτες, οι ταινιόδρομοι λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια. Έπειτα, ηλεκτρική ενέργεια απαιτείται για τη λειτουργία των αντλιοστασίων, των βοηθητικών εγκαταστάσεων όπως ο φωτισμός. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται στοιχεία για τη χρήση ενέργειας τόσο του Νοτίου Πεδίου όσο και των υπολοίπων ορυχείων.

Πίνακας 28: Ηλεκτρική ενέργεια ενός έτους σε KWh

Ορυχεία	Κύριου Πεδίου	Πεδίου Καρδιάς - Νοτιοδυτικού Πεδίου	Νοτίου Πεδίου
Εκσκαφή	11.200.596	17.941.992	39.930.761
Μεταφορά	62.763.501	74.017.157	251.436.420
Απόθεση αγόνων	7.323.250	6.020.206	49.009.605
Βοηθητικές εγκαταστάσεις	9.061.387	1.341.537	60.444.987

Πίνακας 29: Κατανάλωση καυσίμων Νοτίου Πεδίου σε λίτρα/μήνα

Είδος καυσίμου	Παραγωγική διαδικασία	Άλλες χρήσεις	Σύνολο
Βενζίνη	30.000		30.000
Πετρέλαιο	2.183.000	16.831	2.199.831

Στα ορυχεία λειτουργούν δίκτυα υψηλής, μέσης και χαμηλής τάσης, τα οποία είναι απαραίτητα για την λειτουργία των ορυχείων και των βοηθητικών εγκαταστάσεων. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του Νοτίου Πεδίου ανέρχεται σε 243.465 kW και τροφοδοτείται από τον ΑΗΣ Λ.Κ.Δ.Μ. (ΛΙΠΤΟΛ) μέσω του δικτύου μέσης τάσης, δηλαδή 15 και 20kV. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στα ορυχεία Πτολεμαΐδας είναι 362.767kW.

Ο πάγιος εξοπλισμός του Νοτίου Πεδίου αναλύεται στον πίνακα(Πίνακας 30) που ακολουθεί. Επίσης εκτός από τον πάγιο εξοπλισμό χρησιμοποιούνται ακόμη δύο ηλεκτροκίνητα Shovel P&H, BLE 2100. Στη συνέχεια στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 31) παρουσιάζεται ο πετρελαιοκίνητος βοηθητικός εξοπλισμός του Νοτίου Πεδίου.

Πίνακας 30: Πάγιος εξοπλισμός Νοτίου Πεδίου

Τύπος	Κατασκευαστής	Δυναμικότητα (Lm ³ /h)	Χωρητικότητα Κάδου(Lm ³)	Αριθμός
<i>Εκσκαφείς</i>				
SRs2000/5 x 32	TAKRAF	4.170/6.050	2,10	4
SRs2000/5 x 33	TAKRAF	3.970/5.760	2,00	2
SchRs2300 /5x32	THYSSENKRUPP	4.188/6.072	2,30	1
SchRs1760 /5x32	THYSSENKRUPP	4.207/6.100	1,76	2
SchRs3700 /2,5x30	THYSSENKRUPP	7.586/11.100	3,70	1
<i>Αποθέτες</i>				
ARs2400/ (40+70 x 18)	MAN	11.000		3
A2Rs-B6700-60	TAKRAF	6.700		3
Ταινιόδρομοι: 93km T/Δ πλάτους : 1,2 - 1,8 - 2,4 m				

Πίνακας 31: Πετρελαιοκίνητος εξοπλισμός Νοτίου Πεδίου

Μηχάνημα	Τύπος	Αριθμός
Πρωθητές	CAT D11	4
	KOMATCU D11 νέοι	4
	KOMATCU D11 παλαιοί	4
	D9	27
	D8	3
	Τροχοφόροι	5
	Γερανοφόροι	7
φορτωτές	MARATHON	2
	Εργοταξίων 5 m3-Τροχοφόροι	4
	Εργοταξίων 5 m3-Ερπυστριοφόροι	1
	Καθαρισμού	12
Εκσκαπτικά	Shovels liebherr 944 παλαιά	3
	Shovels liebherr 944 νέα	1
	Τσάπα liebherr 984	1
	Shovel Demag	1
	Shovels O & K 21m3	1
Χωματοουργικά	E/H	8
	U/R	6
	TEREX 90 t	10
	TEREX 85 t	20
	TEREX 50 t	3
Διατρητικά	TAMROCK	6
Ισοπεδωτές	VOLVO	2
	Champion 750 A	2
	KOMATCU GD 823	3
Μηχανήματα καθαρισμού	Τροχοφόρα	4
	Ερπυστριοφόρα	9
Εκσκαπτικά βοηθητικών εργασιών(τσάπες)	Τροχοφόρα	8
	Ερπυστριοφόρα	7
Οχήματα μεταφοράς προσωπικού	Unimog	25
	DAG	11
Οχήματα επίβλεψης	Unimog μονής καμπίνας	40
	Unimog διπλής καμπίνας	21
	Επιβατικά(L/R-MITS-TERRANO)	35

4.2.1.3 Ανατινάξεις κατά την εξόρυξη

Στην περίπτωση που υπάρχουν σκληροί και συνεκτικοί σχηματισμοί χρησιμοποιούνται εκρηκτικές ύλες. Ο Τομέας Διακίνησης Σκληρών Σχηματισμών του Νοτίου Πεδίου πραγματοποιεί ανατινάξεις κατά την εξόρυξη των σκληρών πετρωμάτων. Στον πίνακα παρακάτω παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ανατινάξεων κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Πίνακας 32: Τεχνικά χαρακτηριστικά των ανατινάξεων κατά τη διάρκεια ενός έτους

Συνολική κατανάλωση εκρηκτικών υλών ενός έτους (t)	2.453,10
Αριθμός ανατινάξεων ανά ημέρα	2 έως 8
Αριθμός διατρημάτων ανά ανατίναξη	<100
Βάθος διατρημάτων(m)	1 έως 8
Διάμετρος διατρημάτων(m)	6,5-9
Κάνναβος διατρημάτων(m x m)	4x5-6x6
Κλίση διατρημάτων	κατακόρυφη
Δονησιομετρικός έλεγχος	Βάσει μελέτης ΕΜΠ
Δονησιογράφος	S-7 οίκου SLOPE INDICATOR Inc.

Ο τύπος της εκρηκτικής ύλης είναι το ANFO με πρώτες ύλες νιτρικό αμμώνιο και γαλακτώματα νιτρικού αμμωνίου, και για τη μεταφορά των πρώτων υλών για την επιτόπου παρασκευή του χρησιμοποιούνται τρία οχήματα γόμωσης διατρημάτων. Τα οχήματα είναι σύγχρονης τεχνολογίας και βασίζονται στην πρακτική της μεταφοράς μόνο αδρανών υλικών. Οι πρώτες ύλες αποθηκεύονται σε δύο διακριτούς χώρους του Νοτίου Πεδίου, στην περιοχή του εγκαταλελειμμένου οικισμού Χαραυγής.

Για να διεξάγονται ασφαλώς οι εξορυκτικές εργασίες στα ορυχεία πραγματοποιούνται συστηματικά αντλήσεις υπόγειων και επιφανειακών νερών, το συγκεκριμένο μέτρο συμβάλλει στην προστασία των εκσκαφών από το να εισέλθουν υπόγεια νερά στα δάπεδα των βαθμίδων αλλά και για να βελτιωθεί η ευστάθεια των πρανών των ορυχείων καθώς και για να αποφεύγονται οι κατολισθήσεις. Περιμετρικά των ορυχείων υπάρχουν υδρογεωτρήσεις αποστράγγισης, όπου πραγματοποιείται συστηματική και συνεχής άντληση των υπόγειων νερών ώστε να ελέγχεται η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα.

4.2.2 Επιπτώσεις από την λειτουργία του ορυχείου

4.2.2.1 Αέριες εκπομπές

Τον κύριο αέριο ρύπο αποτελεί η σκόνη και τα αιωρούμενα σωματίδια, τα οποία επιβαρύνουν την ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος κατά τη λειτουργία των ορυχείων. Οι υπεύθυνες πηγές της επιβάρυνσης είναι:

- I. Εκσκαφή και απόθεση αγόνων
- II. Μεταφορά υλικών
- III. Χρήση εκρηκτικών υλών, παρόλο που είναι περιορισμένη
- IV. Αιολική διάβρωση μη αποκατεστημένων περιοχών και ανοιχτών εκσκαφών
- V. Χρήση πετρελαιοκίνητου εργοταξιακού εξοπλισμού στα ορυχεία

Εκτός από τα σωματίδια (PM₁₀) σημαντικό ρόλο παίζουν και τα καυσαέρια από τη λειτουργία των πετρελαιοκίνητων μηχανημάτων.

Οι εκπομπές σωματιδίων κατά την εξόρυξη, τη φόρτωση, τη μεταφορά και την εκφόρτωση των αγόνων είναι περιορισμένες λόγω της υγρασίας των υλικών που συγκρατεί τη σκόνη. Για την μείωση της δημιουργίας εκπομπών σκόνης, η μεταφορά της τέφρας και του λιγνίτη γίνεται οδικώς με φορτηγά σκεπαστού φορτίου. Επίσης στον ταινιόδρομο τέφρας του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου υπάρχει σύστημα συνεχούς διαβροχής σε μήκος 4km όπου ανά 20m μπεκ διαβρέχουν ώστε να αποφεύγεται η διαφυγή τέφρας.

Οι εργασίες εκσκαφών και αποθέσεων, η λειτουργία του πετρελαιοκίνητου εργοταξιακού εξοπλισμού των ορυχείων, η μεταφορά υλικών και η χρήση εκρηκτικών υλών αποτελούν πηγές θορύβου κατά τη λειτουργία των ορυχείων.

Ο βενζινοκίνητος και πετρελαιοκίνητος εξοπλισμός των εργοταξίων εκλύει CO₂, όμως οι εκπομπές είναι αρκετά περιορισμένες για να προκαλέσουν κάποια μεταβολή στο κλίμα της περιοχής, καθώς από την ποσότητα που εξορύσσεται μόνο το 18% μεταφέρεται με φορτηγά και το αντίστοιχο ποσοστό για την ποσότητα αγόνων είναι 37%.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ρύποι από τον εξοπλισμό των εργοταξίων των ορυχείων.

Πίνακας 33: Ρύποι εξοπλισμού σε τόνους ανά μήνα

Ρύπος	Σύνολο(τόνοι/μήνα)
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	1645,37
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	54,15
Διοξείδιο του αζώτου (NO ₂)	71,19
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	2,991
Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC'S)	12,62
Σωματίδια PM ₁₀	5,981
Βενζόλιο (C ₆ H ₆)	0,28

Τα αποτελέσματα προκύπτουν έχοντας την ποσότητα πετρελαίου και βενζίνης σε lt/μήνα και την πυκνότητα σε kg/lt, χρησιμοποιούμε τον συντελεστή εκπομπής kg/t και προκύπτουν οι εκπομπές σε t/μήνα.

Τα ορυχεία για τους παραπάνω ρύπους ακολουθούν τα όρια που θέτονται από την Π.Υ.Σ. 34/2002 και Υ.Α. Α.Η.Π. 9238/332/2004 .

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρεται η χημική σύσταση των εδαφών στις αποθέσεις.

Πίνακας 34: Χημική σύσταση εδαφών αποθέσεων

Στοιχείο(mg/kg)	Περιοχή Α	Περιοχή Β	Περιοχή Γ
Χρώμιο (Cr)	321,5	302,5	280
Κάδμιο (Cd)	1,2	1,4	1,1
Χαλκός (Cu)	31	23,7	24,8
Νικέλιο (Ni)	198,8	201	228,8
Μόλυβδος (Pb)	23,2	22,7	19,3
Βανάδιο (V)	88,1	87,9	79,4
Ψευδάργυρος (Zn)	84,4	76,8	71,8
Μολυβδαίνιο (Mo)	2,7	2	1,2
Αρσενικό (As)	13,3	11,1	10,4
Υδράργυρος (Hg)	0,02	0,03	0,02
Βάριο (Ba)	230	212	213,3
Μαγγάνιο (Mn)	1031,8	924	992,8
Κοβάλτιο (Co)	30,8	31,2	32,2
Αντιμόνιο (Sb)	<5	<5	<5
Σελήνιο (Se)	<5	<5	<5
Στρόντιο (Sr)	71,2	76,7	83,1

4.2.2.2 Υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα των ορυχείων περιλαμβάνουν:

- Αστικά λύματα από τις εγκαταστάσεις υγιεινής των συγκροτημάτων κτηρίων και συνεργείων, αλλά και υδατικά απόβλητα από τη λειτουργία των συνεργείων χωρίς ελαιώδεις ή χημικές ουσίες και έχουν χαμηλές συγκεντρώσεις σε αιωρούμενα σωματίδια
- Υδατικά απόβλητα με ελαιώδεις ή χημικές ουσίες και συγκεντρώσεις σε αιωρούμενα σωματίδια
- Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια και λιπαντικά.

Αναλυτικότερα, τα υδατικά αστικά απόβλητα επεξεργάζονται στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων(βιολογικοί καθαρισμοί) δευτεροβάθμιας επεξεργασίας (ενεργού λύου με παρατεταμένο αερισμό), οι οποίες είναι εγκατεστημένες εντός των ορυχείων. Στο Νότιο Πεδίο λειτουργεί μια εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων 650m νοτιοδυτικά των ορυχείων, ενώ γενικότερα στα ορυχεία Πτολεμαΐδας λειτουργούν 4 Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων.

Έπειτα, τα υδατικά απόβλητα που περιέχουν ελαιώδεις και χημικές ουσίες επεξεργάζονται στην Ειδική Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων, ενώ τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια και τα λιπαντικά συλλέγονται και διατίθενται σε κατάλληλες εταιρείες για εναλλακτική διαχείριση-αναγέννηση.

Τα επεξεργασμένα υδατικά απόβλητα διατίθενται στο ρέμα Σουλού σύμφωνα με την εγκριτική απόφαση της Νομαρχίας Κοζάνης.

Η εκμετάλλευση των λιγνιτικών κοιτασμάτων έχει ως συνέπεια τη σημαντική διακίνηση μαζών το οποίο επηρεάζει τα επιφανειακά και υπόγεια νερά της περιοχής κατά τη λειτουργία των ορυχείων.

Ακολουθούν πίνακες με τη χημική σύσταση δειγμάτων υπογείων και επιφανειακών νερών.

Πίνακας 35: Μέσος όρος χημικής σύστασης επιφανειακών νερών ενός έτους

Παράμετρος	Ορυχείο Πεδίου Μαυροπηγής	Ορυχείο Πεδίου Καρδιάς	Ορυχείο Νοτίου Πεδίου
Στερεά διαλυτά στοιχεία TDS(mg/l)	503,4	614,8	519,3
S.S.(mg/l)	18,8	35,3	44,4
Αρσενικό As(μg/l)	1,2	3	2,4
Κάδμιο Cd(μg/l)	<2	<2	<2
Μόλυβδος Pb(μg/l)	<10	<10	<10
Υδράργυρος Hg(μg/l)	<0,5	<0,5	<0,5
Νικέλιο Ni(μg/l)	11,8	17,9	29,1
Χρώμιο Cr _{tot} (μg/l)	13,3	<5	17,2
Χαλκός Cu(μg/l)	<5	<5	6,7
Ψευδάργυρος Zn(μg/l)	15,9	13,2	10,2
Βανάδιο V(μg/l)	10	<10	19,8

Σύμφωνα με τον πίνακα του παραρτήματος (βλ. Παράρτημα 5) δεν παρατηρείται καμία υπέρβαση.

Πίνακας 36: Μέσος όρος χημικής σύστασης υπόγειων νερών ενός έτους

Παράμετρος	Υδρογέωτρηση 1 E 307798,73 N 4484128,53	Υδρογέωτρηση 2 E 308837,74 N 4481916,72	Υδρογέωτρηση 3 E 310249,30 N 4484088,19	Υδρογέωτρηση 4 E 310985,00 N 4481199,00	Υδρογέωτρηση 5 E 311952,00 N 4480609,00	Υδρογέωτρηση 6 E 312054,48 N 4480095,46	Υδρογέωτρηση 7 E 314749,29 N 4474019,16	Υδρογέωτρηση 8 E 316420,95 N 4474019,16	Υδρογέωτρηση 9 E 313253,93 N 4475542,99	Υδρογέωτρηση 10 E 312968,72 N 4475407,52
Ph	7,6	7,8	7,5	7,6	7,4	7,5	7,4	7,2	7,5	7,7
Cl ⁻ (mg/l)	1,6	10,0	9,3	74,8	5,5	5,4	45,3	9,3	64,8	40,0
SO ⁴ -(mg/l)	14,9	16,0	14,9	121,8	17,2	6,0	144,0	10,8	138,3	125,0
NH ⁴ -(mg/l)	0,1	0,0	0,0	0,0	2,5	4,3	0,0	0,4	0,4	0,0
NO ² -(mg/l)	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	13,4	12,0	0,2	0,0
NO ³ -(mg/l)	6,4	3,8	3,4	9,0	1,6	1,0	0,0	0,5	3,7	6,7
K ⁺ (mg/l)	9,2	2,1	1,2	0,9	1,0	1,3	4,2	2,4	1,7	2,1
Na ⁺ (mg/l)	1,5	5,1	6,1	6,1	1,3	1,1	1,7	0,9	11,3	17,2
P2O2(mg/l)	0,3	0,1	0,0	0,5	0,5	0,1	1,0	1,2	0,0	0,0
Fe(μg/l)	61,5	56,0	101,5	0,0	35,5	102,5	36,8	12,3	0,0	41,2
Mn(μg/l)	41,4	36,0	54,1	21,0	21,5	204,8	16,6	10,4	0,0	13,0
Pb(μg/l)	<10	<10	<10	<10	60,9	<10	<10	<10	<10	0,0
Ni(μg/l)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	1,1	<10	17,2	0,0
Cu(μg/l)	1,3	<5	11,5	3,7	15,1	3,7	3,4	<5	<5	0,0
Cr tot(μg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	4,4	3,1	<5	0,0
Cd(μg/l)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0,0
As(μg/l)	0,6	0,4	<0,5	0,6	0,6	<0,5	1,6	1,0	1,2	0,0
Hg(μg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,0
Zn(μg/l)	36,0	271,3	253,3	221,5	691,4	45,6	235,0	5,5	20,3	0,0

Σύμφωνα με πίνακα του παραρτήματος (βλ. Παράρτημα 6) παρατηρούνται υπερβάσεις στα NH₄, NO₂, K, Mn και Pb. Πιο συγκεκριμένα στην υδρογέωτρηση 5 και 6 εντοπίζεται υπέρβαση στην NH₄, στις υδρογεωτρήσεις 7 και 8 εντοπίζεται υπέρβαση στο NO₂, στις υδρογεωτρήσεις 1, 2, 6, 7, 8, 9 και 10 εντοπίζεται υπέρβαση στο K και στην υδρογέωτρηση 6 εντοπίζεται υπέρβαση στο Mn.

4.2.2.3 Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απορρίμματα που παράγονται κατά τη λειτουργία των ορυχείων περιλαμβάνουν:

- Ιλύες από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων
- Βιομηχανικά απόβλητα, τα οποία απαιτούν ειδική διαχείριση
- Αστικά απορρίμματα

Στον πίνακα 32 αναφέρονται αναλυτικά οι ετήσιες καταναλώσεις υλικών λειτουργίας και ανταλλακτικών στα ορυχεία Πτολεμαΐδας κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Πίνακας 37: Καταναλώσεις υλικών ενός έτους για τα ορυχεία

Ανταλλακτικά	
<i>Ιμάντες(καινούριοι)</i>	
-Αντικατάσταση κατεστραμμένων ή φθαρμένων	50.743m
-Τοποθετήσεις καινούριων	29.040m
<i>Ιμάντες(επισκευασμένοι)</i>	
Μπαταρίες Αυτοκινήτων	786τμχ.
Φορητές μπαταρίες	10683τμχ.
Ελαστικά επίσωτρα Φ<1,4m	1299τμχ.
Ελαστικά επίσωτρα Φ>1,4m	332τμχ.
<i>Ράουλα</i>	
-καινούρια	120.000τμχ.
-επισκευασμένα	25.000τμχ

Για τη διαχείριση των απορριμμάτων λειτουργούν ένας Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων και ένας εγκεκριμένος Χώρος Διάθεσης Βιομηχανικών Αποβλήτων. Ο χώρος του ΧΥΤΑ βρίσκεται εντός του λιγνιτικού κέντρου Πτολεμαΐδας πλησίον του οικισμού Κομάνου και χρησιμοποιείται για την απόθεση οικιακών και παρόμοιων αποβλήτων από εμπορικές δραστηριότητες, βιομηχανίες και ιδρύματα.

Φθαρμένα ελαστικά, τα ελαστικά μικρής διαμέτρου (<140cm) διατίθενται προς ανακύκλωση μέσω αδειοδοτημένων εταιρειών διαχείρισης ενώ τα ελαστικά μεγάλης διαμέτρου (>140cm) με ευθύνη του Λ.Κ.Δ.Μ., διατίθενται σε κατάλληλα αδειοδοτημένο εργολάβο.

Σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μηχανήματα ή εξαρτήματα που τίθενται εκτός λειτουργίας, τα εν λόγω στερεά απόβλητα που παράγονται στα ορυχεία οδηγούνται σε κατάλληλα διαμορφωμένες αυλές προσωρινής αποθήκευσης, και από εκεί εκποιοούνται σε κατάλληλα αδειοδοτημένους εργολάβους.

Απόβλητα που περιέχουν αμίαντο, τα οποία προκύπτουν από τις εργασίες κατεδάφισης/αποξήλωσης δομικών στοιχείων και αποκομιδής/διαχείρισης υλικών από αμιαντοτσιμέντο που εκτελούνται στα ορυχεία διατίθενται στο Χ.Δ.Β.Α.

Τα ορυχεία συμμετέχουν σε προγράμματα ανακύκλωσης επικίνδυνων υλικών όπως ηλεκτρονικός εξοπλισμός, δοχεία μελάνης, κλπ. αλλά και σε πρόγραμμα εναλλακτικής διαχείρισης ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών[14].

5.Ανάλυση κύκλου ζωής

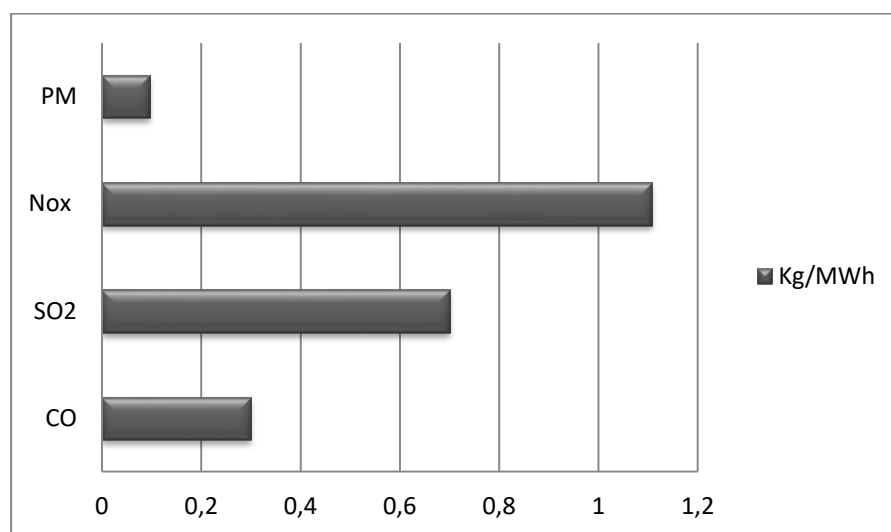
5.1 Εκπομπές από την καύση, μεταφορά και εξόρυξη

Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι της τάξης των 11.500.000 MWh με ετήσια κατανάλωση λιγνίτη 21.000kt.Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η ενέργεια του καυσίμου σε MWh.

Πίνακας 38: Ενέργεια καυσίμου σε MWh

Καύσιμο	Ποσότητα(t)	ΚΘΔ(MJ/Kg)	Ενέργεια καυσίμου (MWh)
Λιγνίτης	21000000	5,13	107730000

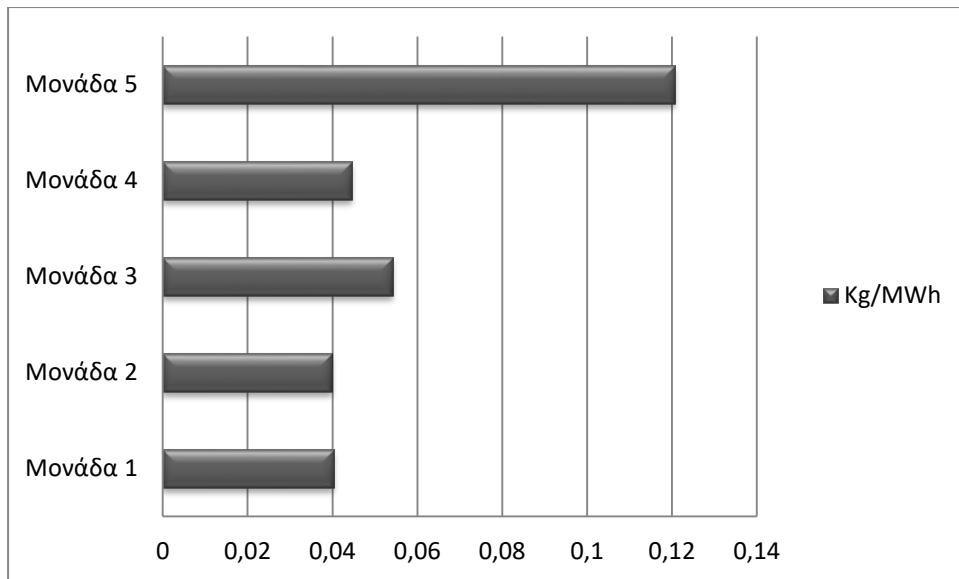
Για το έτος 2016, παρουσιάζονται παρακάτω οι εκπομπές σε Kg ανά MWh σε ένα χρόνο, ουσιαστικά έχοντας τις εκπομπές σε Kg/χρόνο και διαιρώντας με την ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 24: Σύνολο εκπομπών όλων των μονάδων για το έτος 2016 σε Kg/MWh

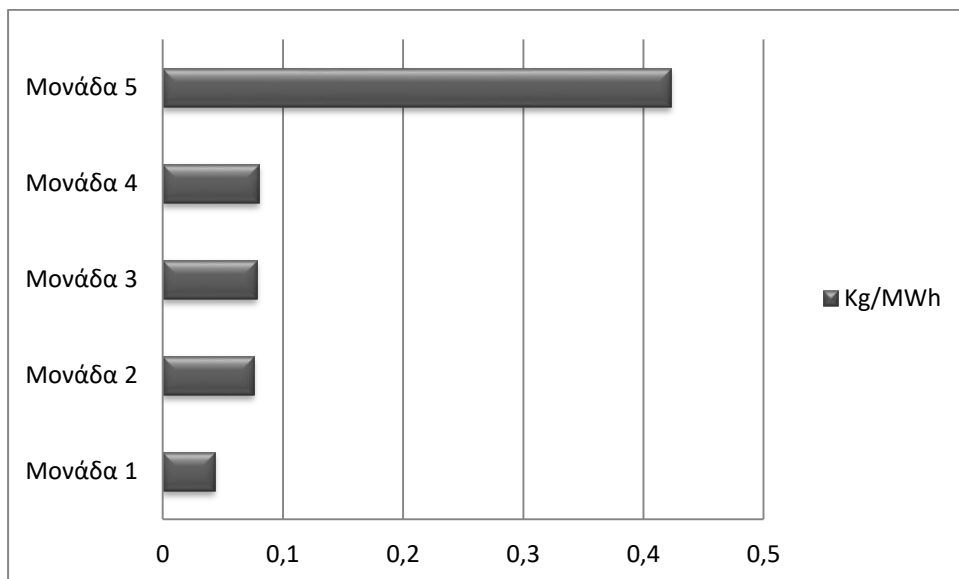
Παρατηρείται ότι οι εκπομπές NOx κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών κατά το έτος 2016 σε Kg/MWh.

Πιο αναλυτικά, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι εκπομπές ανά στοιχείο ανά μονάδα για το έτος 2016.



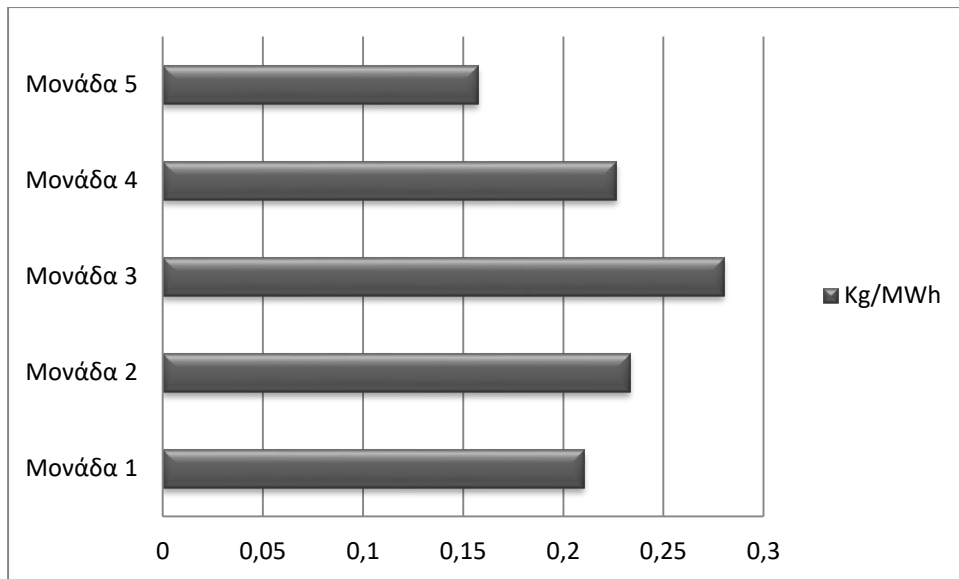
Διάγραμμα 25: Σύνολο εκπομπών CO σε Kg/MWh για το έτος 2016

Παρατηρείται ότι η μονάδα 5 εκπέμπει την μεγαλύτερη ποσότητα CO σε Kg/MWh κατά το έτος 2016.



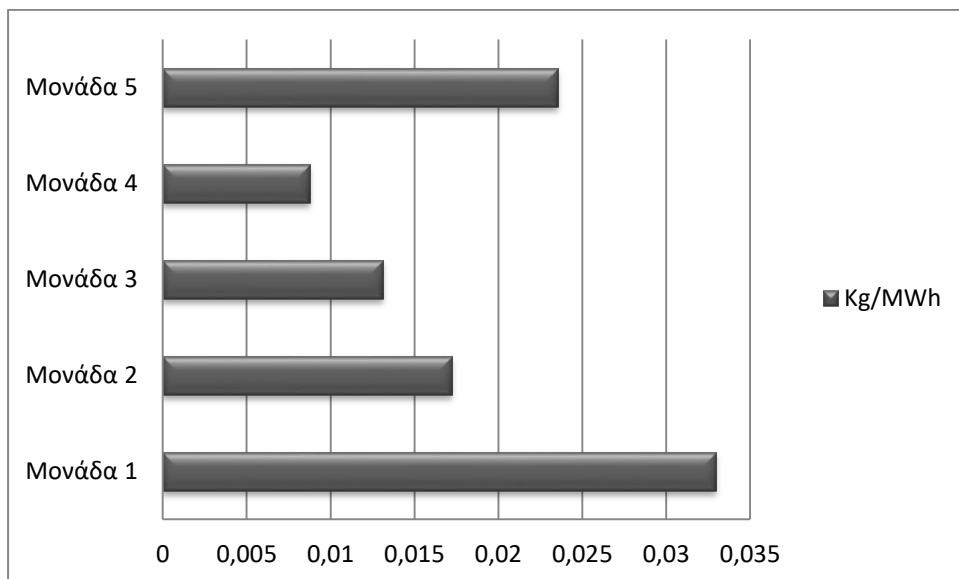
Διάγραμμα 26: Σύνολο εκπομπών SO₂ σε Kg/MWh για το έτος 2016

Παρατηρείται ότι η μονάδα 5 εκπέμπει την μεγαλύτερη ποσότητα SO₂ σε Kg/MWh κατά το έτος 2016.



Διάγραμμα 27: Σύνολο εκπομπών NOx σε Kg/MWh για το έτος 2016

Παρατηρείται ότι η μονάδα 3 εκπέμπει την μεγαλύτερη ποσότητα NOx σε Kg/MWh κατά το έτος 2016.



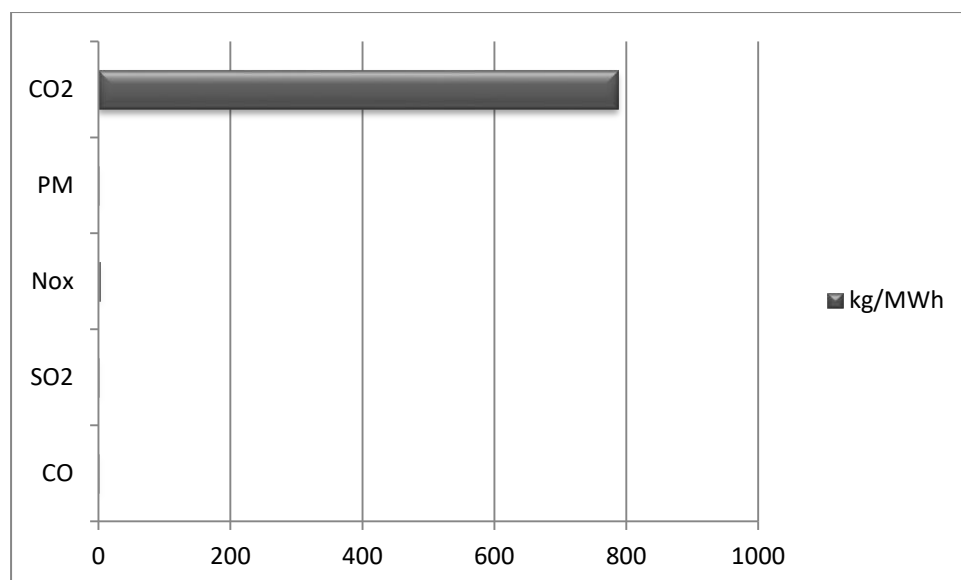
Διάγραμμα 28: Σύνολο εκπομπών σωματιδίων σε Kg/MWh για το έτος 2016

Παρατηρείται ότι η μονάδα 1 εκπέμπει την μεγαλύτερη ποσότητα σωματιδίων σε Kg/MWh κατά το έτος 2016.

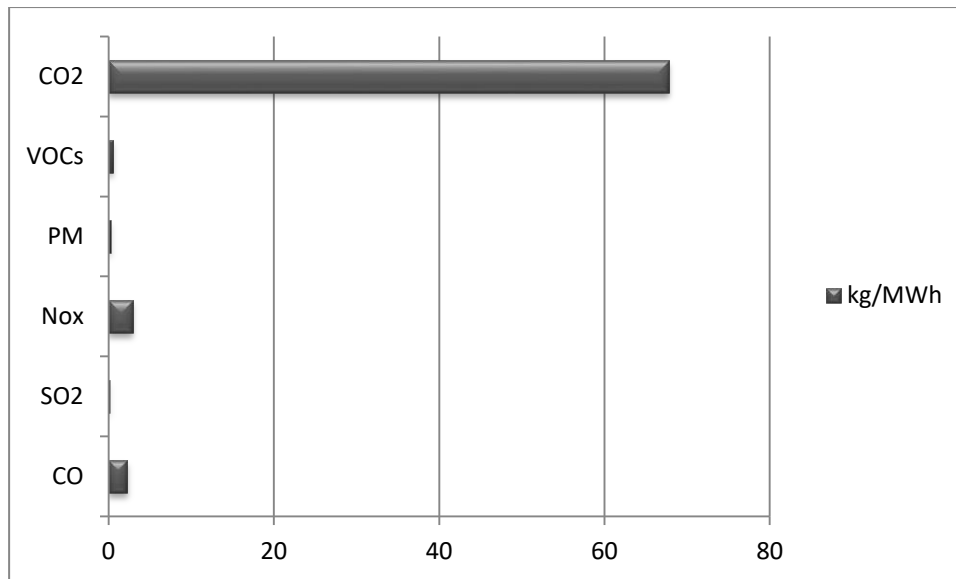
Οι ρύποι που προκύπτουν κατά την εξόρυξη, μεταφορά και καύση παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα και στα διαγράμματα που ακολουθούν.

Πίνακας 39: Ρύποι κατά την εξόρυξη, μεταφορά και καύση του λιγνίτη

Ρύποι	Εξόρυξη&μεταφορά		ΑΗΣ		Σύνολο	
	t/year	kg/MWh	t/year	kg/MWh	t/year	kg/MWh
CO	649,8	2,230176	3443,41	0,299427	4093,21	2,529603
SO ₂	35,892	0,123185	8047,155	0,6997526	8083,047	0,8229376
Nox	854,28	2,931971	12726,09	1,1066165	13580,37	4,0385875
PM ₁₀	71,772	0,246328	1098,65	0,0955348	1170,422	0,3418628
VOCs	151,44	0,519757				
CO ₂	19744,44	67,7648	9050119	786,96687	9069863,4	854,73167



Διάγραμμα 29: Ρύποι κατά την καύση του λιγνίτη σε Kg/MWh



Διάγραμμα 30: Ρύποι κατά την εξόρυξη και μεταφορά του λιγνίτη σε Kg/MWh

Παρατηρείται ότι το CO₂ κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό τόσο κατά την εξόρυξη και μεταφορά όσο και κατά την καύση του λιγνίτη.

5.2 Διαδικασία ανάλυσης κύκλου ζωής

Η Αξιολόγηση κύκλου ζωής είναι μέθοδος που προσδιορίζει τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις που προκύπτουν από ένα προϊόν ή μια διεργασία.

Η μέθοδος εφαρμόστηκε αρχικά την δεκαετία του 1960 ώστε να εκτιμά την ενεργειακή αποδοτικότητα, τις πρώτες ύλες που καταναλώνονται και λιγότερο ενδιαφέρον ως προς την δημιουργία αποβλήτων και τη διάθεση τους κατά τη διάρκεια ενός κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή μιας διεργασίας. Από την δεκαετία του 1990 η Αξιολόγηση κύκλου ζωής άρχισε να χρησιμοποιείται με τον τρόπο που χρησιμοποιείται και σήμερα.

Η Αξιολόγηση κύκλου ζωής περιλαμβάνει τα εξής τέσσερα στάδια:

- *Προσδιορισμός στόχου*
Στο στάδιο αυτό ορίζουμε τον στόχο αλλά και τις υποθέσεις και τις τυχόν απλοποιήσεις που επιλέξαμε, καθώς και τα όρια που ορίζουν το σύστημα που επιλέχθηκε. Η Αξιολόγηση κύκλου ζωής περιλαμβάνει όλα τα στάδια από την αρχική μορφή ενός συστήματος και τις πρώτες ύλες μέχρι και το τελικό στάδιο. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που με βάση το στόχο δεν συμπεριλαμβάνονται όλα τα στάδια.

- *Ανάλυση κύκλου ζωής*
Το στάδιο αυτό αποτελεί μια ποσοτική περιγραφή του συστήματος, στο σημείο αυτό διακρίνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και από πού προέρχονται ώστε να επιτρέπεται ο εντοπισμός των σημείων που απαιτούν αλλαγές και βελτιώσεις. Το συγκεκριμένο στάδιο είναι σημαντικό διότι τα συμπεράσματα θα εξέλθουν από αυτό.
- *Αξιολόγηση των επιπτώσεων*
Στο σημείο αυτό με βάση τις επιπτώσεις που βρέθηκαν παραπάνω πραγματοποιείται η αξιολόγηση με τη βοήθεια τριών διαδικασιών.
 - I. Ταξινόμηση
Είναι μια ποιοτική διαδικασία κατά την οποία τα παραπάνω περιβαλλοντικά θέματα κατατάσσονται βάσει των πιθανών επιπτώσεων στον άνθρωπο και το περιβάλλον.
 - II. Χαρακτηρισμός
Είναι μια ποσοτική διαδικασία κατά την οποία υπολογίζεται η συνολική επίπτωση που προέρχεται από τις επιπτώσεις που περιεγράφηκαν στο στάδιο της ανάλυσης κύκλου ζωής.
 - III. Εκτίμηση
Η διαδικασία αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα του ποια είναι η πιο σοβαρή επίπτωση βάσει περιβαλλοντικών, οικονομικών ή και κοινωνικών κριτηρίων.
- *Αξιολόγηση βελτιώσεων*
Στο στάδιο αυτό αναφέρονται οι πιθανές βελτιώσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν βάσει των δεδομένων που αξιολογήθηκαν παραπάνω.

Ο στόχος της μεθόδου είναι να συγκρίνει τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των προϊόντων ή των διεργασιών προκειμένου να είναι σε θέση να επιλέξει το λιγότερο βλαβερό. Ο όρος κύκλος ζωής αναφέρεται στην αξιολόγηση που γίνεται κατά την παραγωγή, την διανομή, τη χρήση και τη διάθεση των πρώτων υλών σε όλη τη διάρκεια ζωής τους. Η Αξιολόγηση κύκλου ζωής χρησιμοποιείται επίσης και για τη βελτιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων ενός προϊόντος ή μιας διεργασίας.

Ουσιαστικά η συγκεκριμένη μέθοδος ποσοτικοποιεί τις επιπτώσεις κατά την εξόρυξη, μεταφορά και καύση του λιγνίτη.

Οι αρχές που υπακούει η μέθοδος προσδιορίζονται από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης με τα παρακάτω πρότυπα:

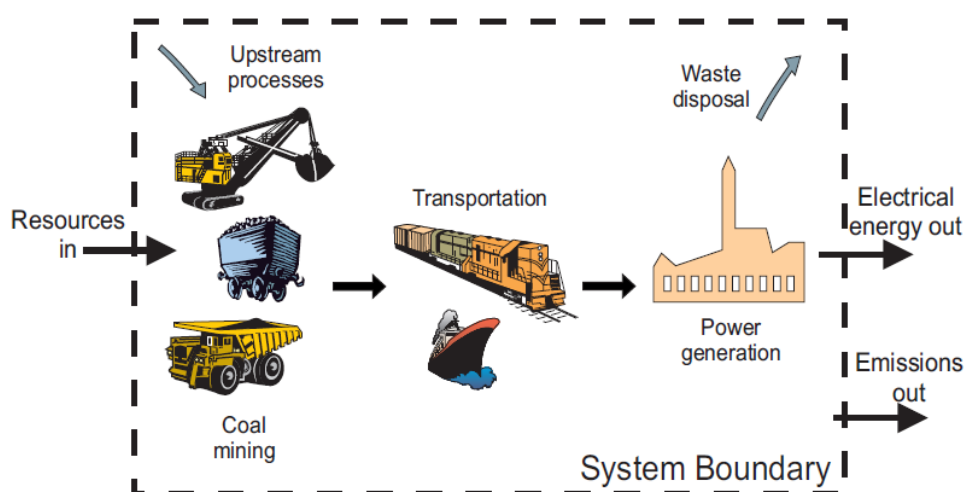
- ISO 14040: Αξιολόγηση κύκλου ζωής - Αρχές και πλαίσιο
- ISO 14041: Αξιολόγηση κύκλου ζωής - Ορισμός στόχου, πεδίο εφαρμογής και απογραφή
- ISO 14042: Αξιολόγηση κύκλου ζωής - Αξιολόγηση επιπτώσεων κύκλου ζωής
- ISO 14043: Αξιολόγηση κύκλου ζωής-Ερμηνεία κύκλου ζωής

Για την διαδικασία ποσοτικοποίησης των επιπτώσεων χρησιμοποιούνται οι συντελεστές της μεθόδου Eco Indicator 99, βάσει αυτής γίνεται αρχικά και ο διαχωρισμός των κατηγοριών επιπτώσεων. Πολλαπλασιάζοντας κάθε εκπομπή με τον αντίστοιχο συντελεστή από την μέθοδο, έπειτα ανάγονται στην ισοδύναμη ποσότητα Kg ενός εκ των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο και έτσι αθροίζονται. Αυτό το άθροισμα αποτελεί τη συνολική τιμή για το φαινόμενο. Όλοι οι συντελεστές είναι ανά Kg εκπομπής.

Κατά τη διαδικασία της κανονικοποίησης, όπου συσχετίζονται οι τιμές των επιπτώσεων της μονάδας με την κατάσταση αναφοράς που επιλέχθηκε. Ως κατάσταση αναφοράς επιλέγεται ένα σύστημα σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η κανονικοποίηση δείχνει σε ποια προβλήματα το σύστημα συμβάλλει στο μέγιστο.

Η αξιολόγηση δείχνει τη σημασία και τη σπουδαιότητα της κάθε επίπτωσης.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση το σύστημα μπορεί να γίνει κατανοητό από την παρακάτω εικόνα.



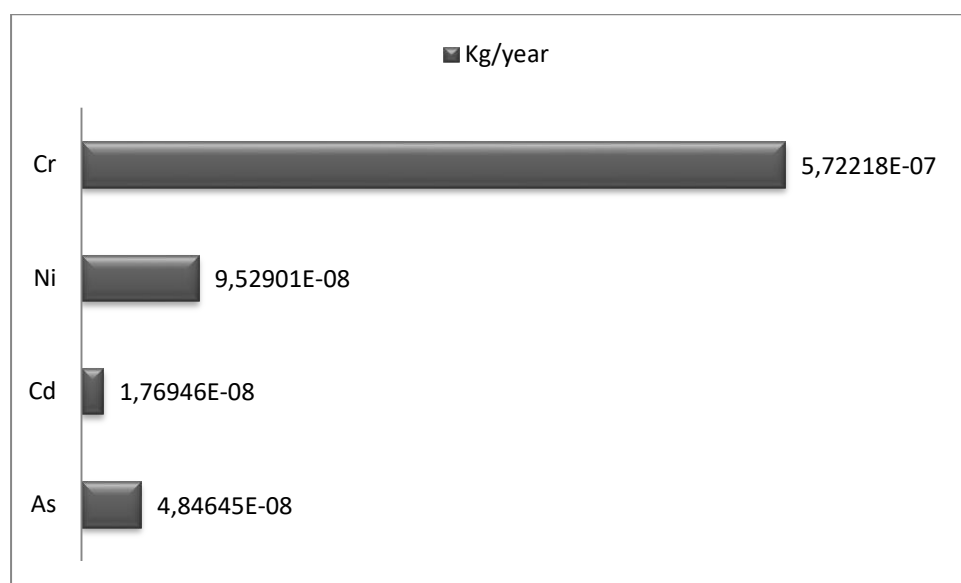
Εικόνα 17: Σύστημα εφαρμογής ανάλυσης κύκλου ζωής [18]

Οι κατηγορίες επιπτώσεων που θα μελετηθούν στην συγκεκριμένη διπλωματική είναι οι εξής:

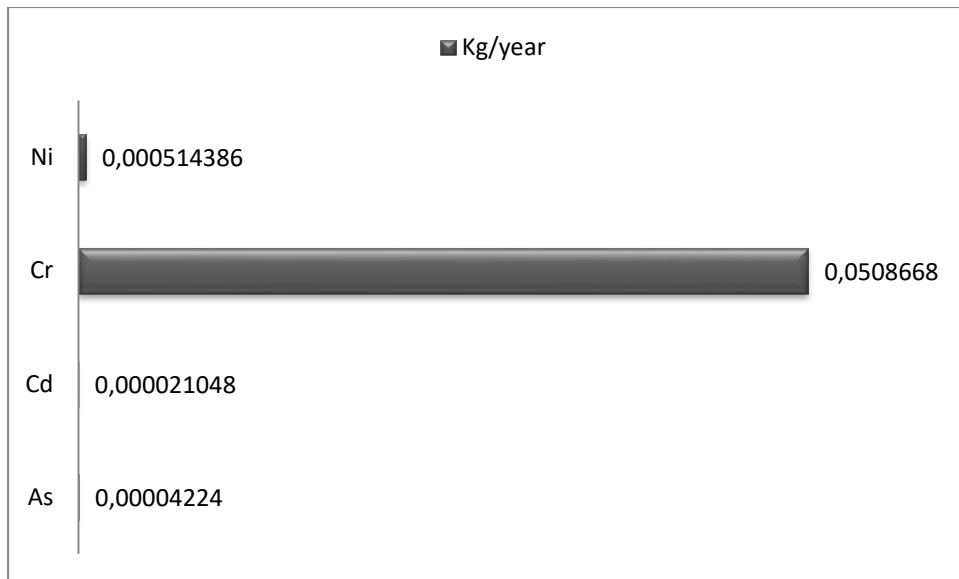
- Καρκινογόνος επίδραση στους ανθρώπους
- Αναπνευστικά προβλήματα στους ανθρώπους
- Κλιματική Αλλαγή
- Οικολογική τοξικότητα
- Φαινόμενο όξινης βροχής
- Φαινόμενο ευτροφισμού

5.2.1 Καρκινογόνος επίδραση στους ανθρώπους

Τα παρακάτω στοιχεία που παρουσιάζονται στο διάγραμμα συνεισφέρουν στην καρκινογόνο επίδραση στους ανθρώπους. Οι συντελεστές των στοιχείων αυτών κατηγοριοποιούνται σε νερό και αέρα, οπότε υπολογίζονται και παρουσιάζονται ξεχωριστά.



Διάγραμμα 31: Στοιχεία που συνεισφέρουν στην καρκινογόνο επίδραση στους ανθρώπους μέσω του νερού

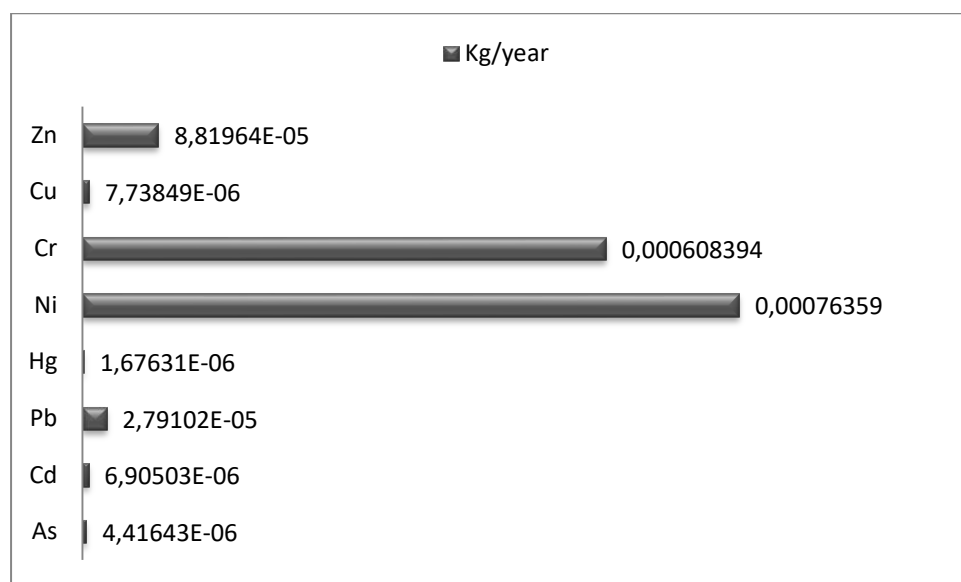


Διάγραμμα 32: Στοιχεία που συνεισφέρουν στην καρκινογόνο επίδραση στους ανθρώπους μέσω του αέρα

Παρατηρείται ότι το Cr συνεισφέρει περισσότερο στην καρκινογόνο επίδραση στους ανθρώπους σε σύγκριση με το Ni, Cd και As όπως προέκυψε κατά τη διαδικασία υπολογισμού με βάση τις εκπομπές και τους αντίστοιχους συντελεστές τους για το συγκεκριμένο φαινόμενο.

5.2.2 Οικολογική τοξικότητα

Τα παρακάτω στοιχεία που παρουσιάζονται στο διάγραμμα συνεισφέρουν στην οικολογική τοξικότητα. Βάσει των συντελεστών προκύπτουν τα αποτελέσματα του διαγράμματος που ακολουθεί.

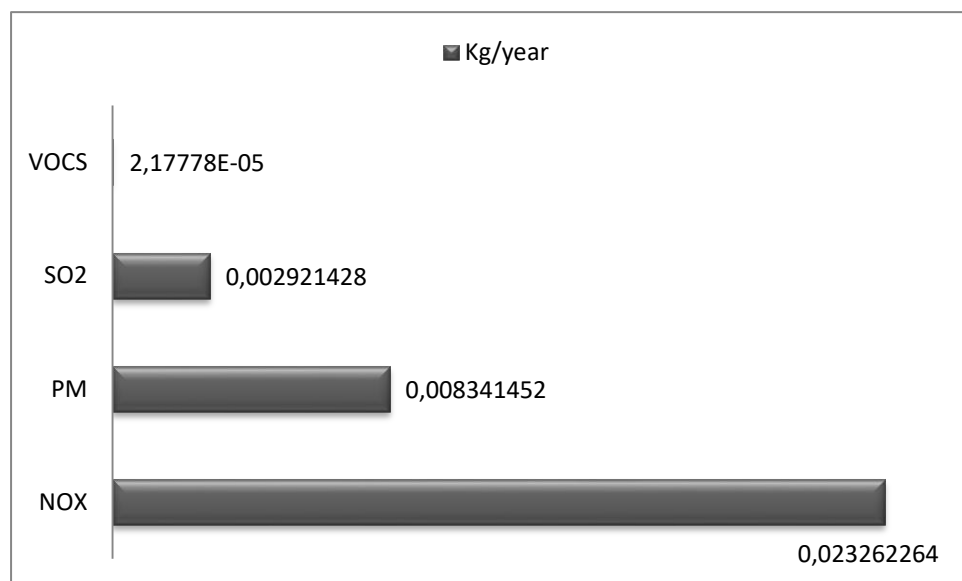


Διάγραμμα 33: Στοιχεία που συνεισφέρουν στην οικολογική τοξικότητα

Παρατηρείται ότι το Ni και το Cr με βάση την ποσότητά τους συνεισφέρουν περισσότερο στο φαινόμενο της οικολογικής τοξικότητας σε σύγκριση με τα Zn, Cu, Hg, Pb, Cd και As όπως προέκυψε κατά τη διαδικασία υπολογισμού με βάση τις εκπομπές και τους αντίστοιχους συντελεστές τους για το συγκεκριμένο φαινόμενο.

5.2.3 Αναπνευστικά προβλήματα στους ανθρώπους

Τα παρακάτω στοιχεία που παρουσιάζονται στο διάγραμμα συνεισφέρουν στα αναπνευστικά προβλήματα στους ανθρώπους. Βάσει των συντελεστών προκύπτουν τα αποτελέσματα του διαγράμματος που ακολουθεί.

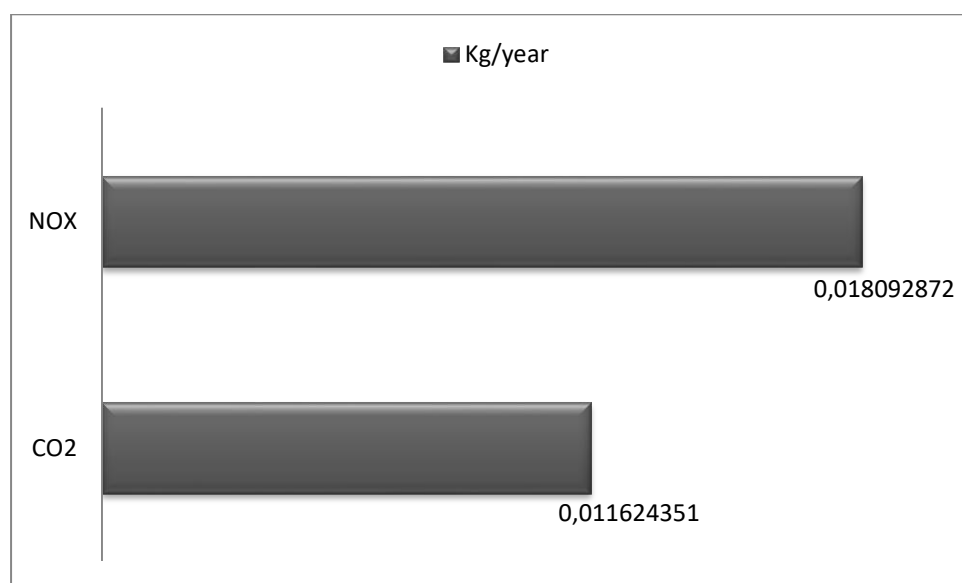


Διάγραμμα 34: Στοιχεία που συνεισφέρουν στα αναπνευστικά προβλήματα στους ανθρώπους

Παρατηρείται ότι τα NOx συνεισφέρουν περισσότερο στα αναπνευστικά προβλήματα των ανθρώπων σε σύγκριση με τα SO₂, VOCS, PM όπως προέκυψε κατά τη διαδικασία υπολογισμού με βάση τις εκπομπές και τους αντίστοιχους συντελεστές τους για το συγκεκριμένο φαινόμενο.

5.2.4 Κλιματική αλλαγή

Τα παρακάτω στοιχεία που παρουσιάζονται στο διάγραμμα συνεισφέρουν στην κλιματική αλλαγή. Βάσει των συντελεστών προκύπτουν τα αποτελέσματα του διαγράμματος που ακολουθεί.

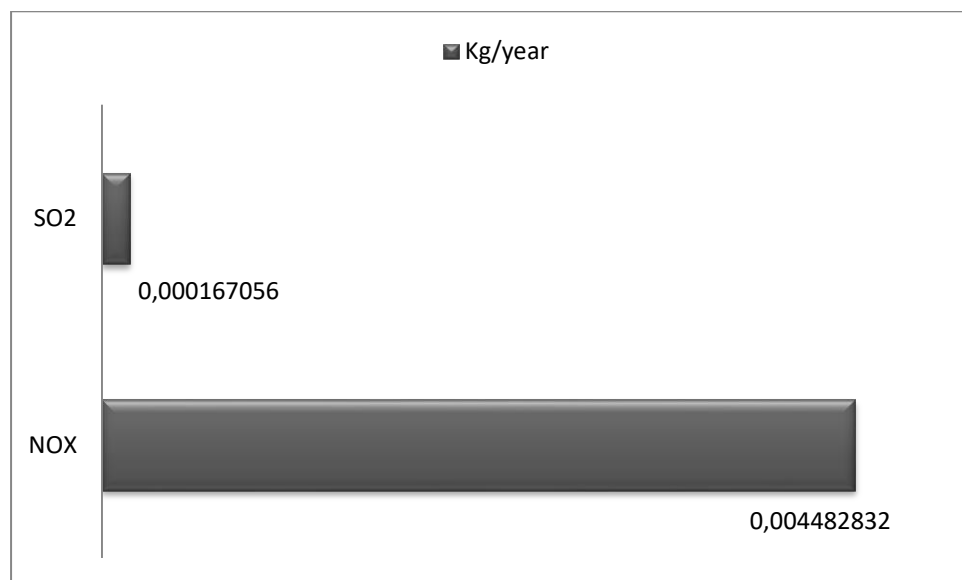


Διάγραμμα 35: Στοιχεία που συνεισφέρουν στην κλιματική αλλαγή

Παρατηρείται ότι τα NOx συνεισφέρουν περισσότερο στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής σε σύγκριση με το CO₂ όπως προέκυψε κατά τη διαδικασία υπολογισμού με βάση τις εκπομπές και τους αντίστοιχους συντελεστές τους για το συγκεκριμένο φαινόμενο.

5.2.5 Όξινη βροχή

Τα παρακάτω στοιχεία που παρουσιάζονται στο διάγραμμα συνεισφέρουν στην όξινη βροχή. Βάσει των συντελεστών προκύπτουν τα αποτελέσματα του διαγράμματος που ακολουθεί.

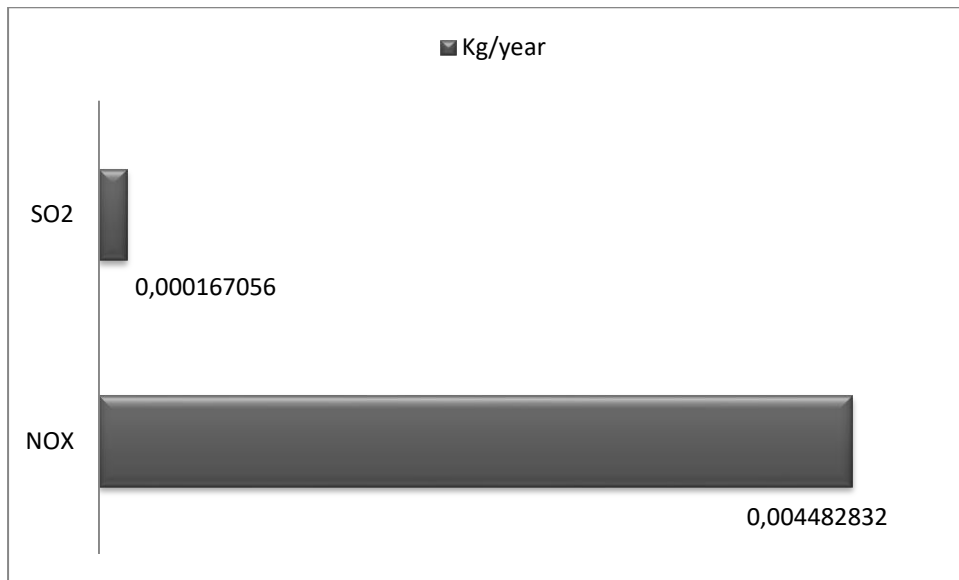


Διάγραμμα 36: Στοιχεία που συνεισφέρουν στο φαινόμενο της όξινης βροχής

Παρατηρείται ότι τα NO_x συνεισφέρουν περισσότερο στο φαινόμενο της όξινης βροχής σε σύγκριση με το SO₂ όπως προέκυψε κατά τη διαδικασία υπολογισμού με βάση τις εκπομπές και τους αντίστοιχους συντελεστές τους για το συγκεκριμένο φαινόμενο.

5.2.6 Ευτροφισμός

Τα παρακάτω στοιχεία που παρουσιάζονται στο διάγραμμα συνεισφέρουν στο φαινόμενο του ευτροφισμού. Βάσει των συντελεστών προκύπτουν τα αποτελέσματα του διαγράμματος που ακολουθεί.



Διάγραμμα 37: Στοιχεία που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του ευτροφισμού

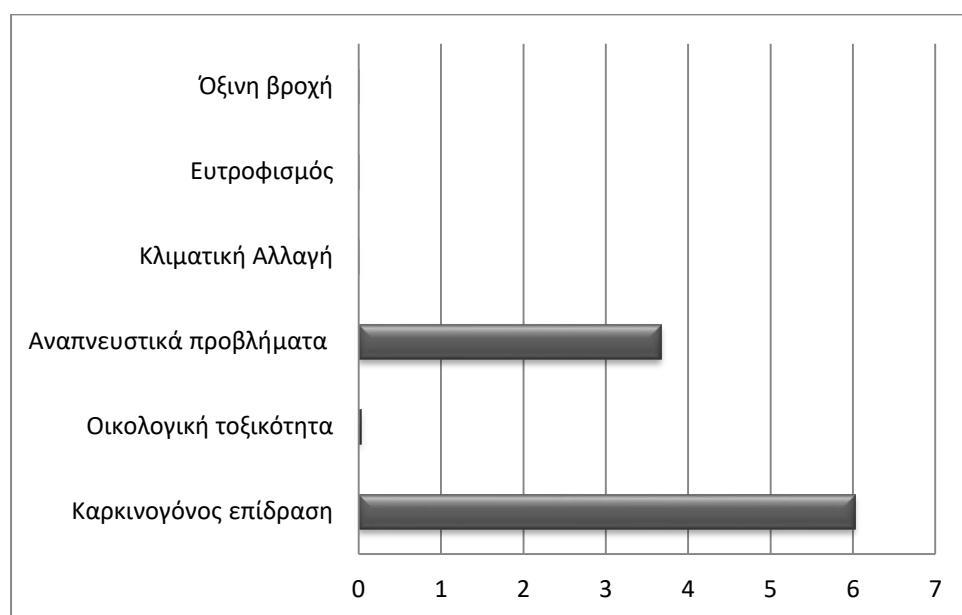
Παρατηρείται ότι τα NO_x συνεισφέρουν περισσότερο στο φαινόμενο του ευτροφισμού σε σύγκριση με το SO₂ όπως προέκυψε κατά τη διαδικασία υπολογισμού με βάση τις εκπομπές και τους αντίστοιχους συντελεστές τους για το συγκεκριμένο φαινόμενο.

Στη συνέχεια, θεωρώντας ότι τα παραπάνω στοιχεία συνεισφέρουν με τον ίδιο βαθμό στα φαινόμενα που αναφέρθηκαν, πραγματοποιείται αναγωγή και έτσι προκύπτουν οι συνολικές εκπομπές που συνεισφέρουν στο κάθε φαινόμενο, έπειτα υπολογίζονται οι τιμές κανονικοποίησης και αξιολόγησης βάσει κατάλληλων συντελεστών. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές κανονικοποίησης και αξιολόγησης ανά φαινόμενο.

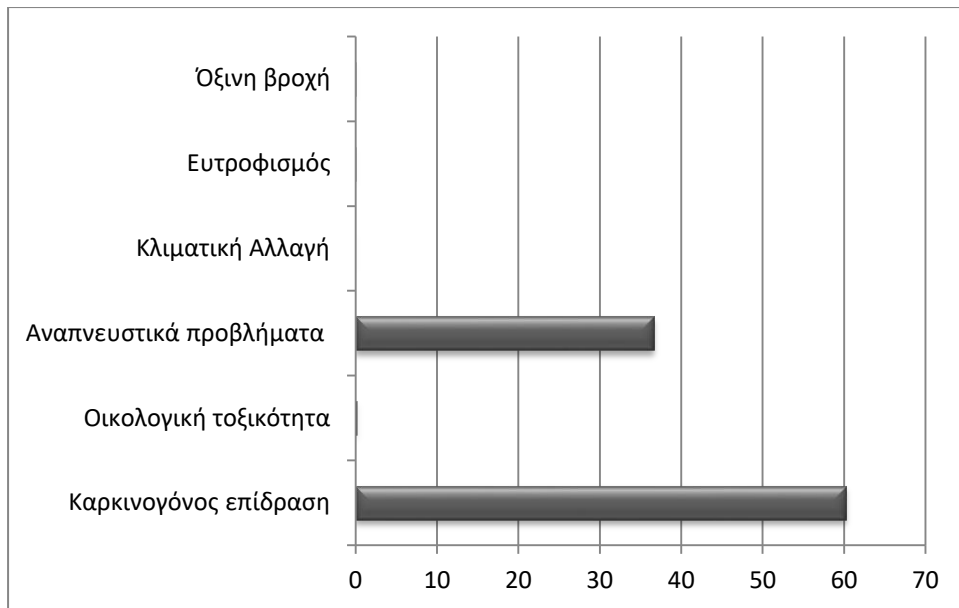
Πίνακας 40: Τιμές κανονικοποίησης και αξιολόγησης ανά φαινόμενο

Φαινόμενο	Εκπομπές	Συντελεστές κανονικοποίησης	Τιμή κανονικοποίησης	Συντελεστές αξιολόγησης	Τιμή αξιολόγησης
Καρκινογόνος επίδραση	0,056812226	106	6,022095984	10	60,22095984
Οικολογική τοξικότητα	0,001508827	17,8	0,026857117	5	0,134285586
Αναπνευστικά προβλήματα	0,034546923	106	3,661973798	10	36,61973798
Κλιματική Αλλαγή	0,029717223	0,0000742	2,20502E-06	2,5	5,51254E-06
Ευτροφισμός	0,051444474	0,0262	0,001347845	5	0,006739226
Όξινη βροχή	0,004649888	0,00888	4,1291E-05	10	0,00041291

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται τα φαινόμενα βάσει των τιμών κανονικοποίησης και αξιολόγησης, όπου προκύπτει και το φαινόμενο με την μεγαλύτερη σπουδαιότητα.



Διάγραμμα 38: Φαινόμενα βάσει των τιμών κανονικοποίησης



Διάγραμμα 39: Φαινόμενα βάσει των τιμών αξιολόγησης

Παρατηρείται ότι τα αναπνευστικά προβλήματα καθώς και η καρκινογόνος επίδραση είναι οι σοβαρότερες επιπτώσεις των εκπομπών που προκύπτουν από την εξόρυξη, μεταφορά και καύση του λιγνίτη.

6. Βελτιστοποίηση του βαθμού απόδοσης του σταθμού

Για την βελτιστοποίηση και την εξαγωγή αποτελεσμάτων απαιτείται η ακριβής προσομοίωση του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Gatecycle 6.0 της General Electric. Στο συγκεκριμένο λογισμικό πραγματοποιήθηκε η προσομοίωση του σταθμού με βάση τα πραγματικά διαγράμματα ροής (βλ. Παράρτημα 7,8) που δόθηκαν από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου για τις μονάδες 1, 2 σε φορτίο 280 MW και για τις μονάδες 3, 4 σε φορτίο 297,2MWe-67MWth.

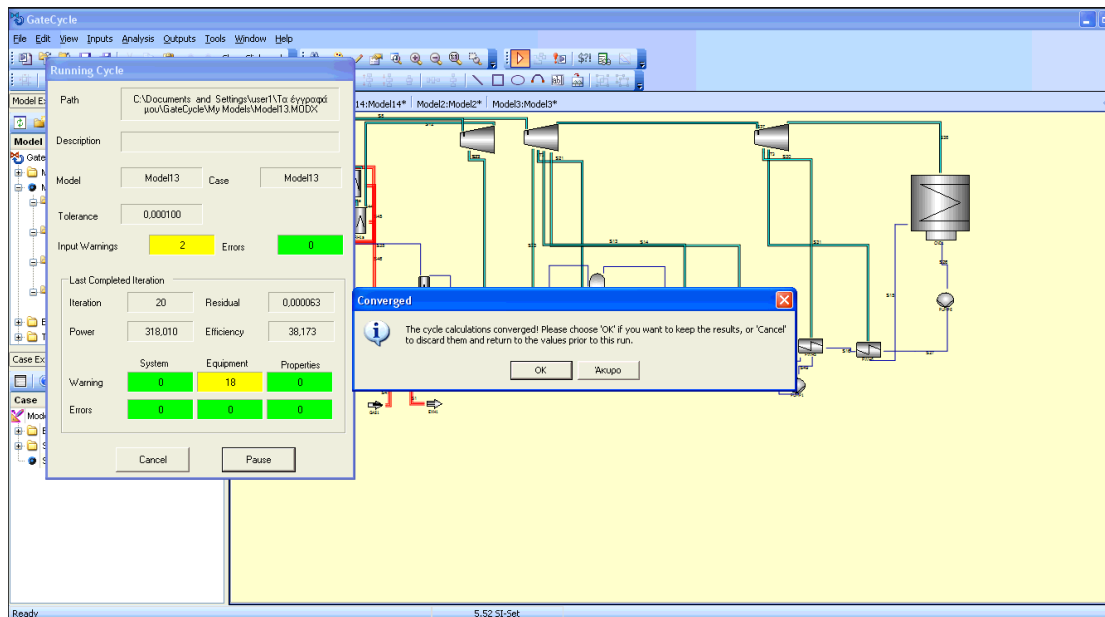
Το λογισμικό αυτό μοντελοποιεί πολύπλοκους σταθμούς παραγωγής και προσφέρει τη δυνατότητα στο χρήστη να προσομοιώσει και να πειραματιστεί σε ένα σταθμό, μελετώντας τον ή βελτιώνοντας τον. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα σχεδιάζεται αναλυτικά ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη της επιλογής ορυκτού καυσίμου, της σχεδίασης ενός απλού ατμοηλεκτρικού σταθμού παραγωγής ή ενός συνδυασμένου κύκλου και της εξαγωγής συμπερασμάτων και λεπτομερών εκτιμήσεων.

Το σενάριο που στηρίζεται η βελτιστοποίηση είναι η αλλαγή στην θερμοκρασία που παραλαμβάνει ο πύργος ψύξης, συγκεκριμένα με την μείωση της θερμοκρασίας, πίεσης και άρα αύξηση του βαθμού απόδοσης.

Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά και αυτές που προέκυψαν από την προσομοίωση παρουσιάζονται στους πίνακες του παραρτήματος(βλ. Παράρτημα 10,11).

Στο λογισμικό προσομοιώνεται το μοντέλο του σταθμού επιλέγοντας τις κατάλληλες ρυθμίσεις σε κάθε στοιχείο εξοπλισμού και τοποθετώντας τις κατάλληλες τιμές παροχής, θερμοκρασίας και πίεσης και προσέχοντας να διατηρείται το ισοζύγιο μάζας και ενέργειας τότε πραγματοποιείται η σύγκλιση.

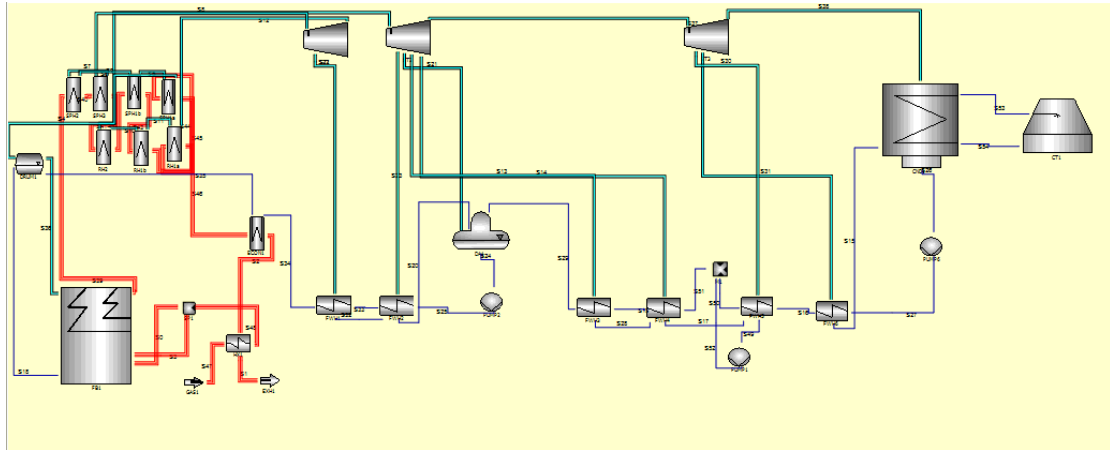
Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η σύγκλιση των μονάδων 1 και 2 με βαθμό απόδοσης 38,173.



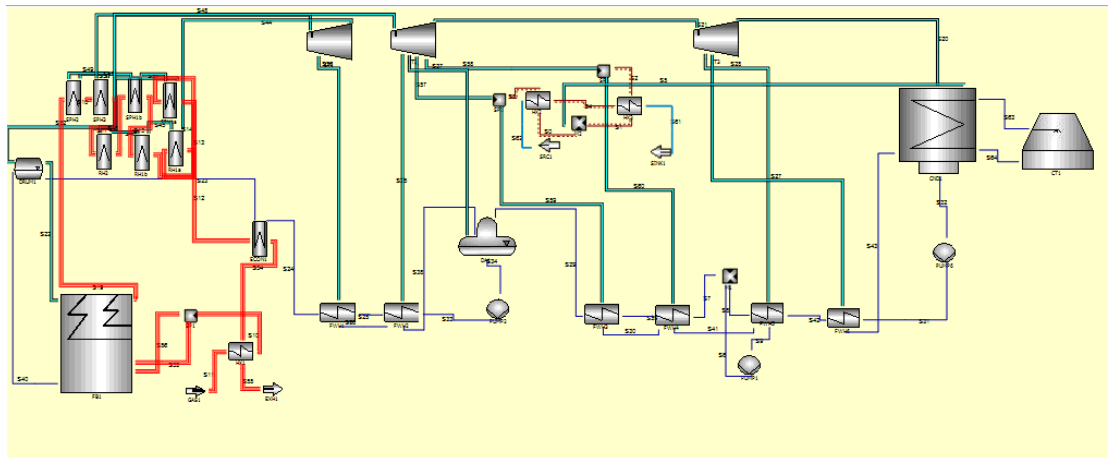
Εικόνα 18: Μοντέλο προσομοίωσης μονάδων 1 και 2

Για να εφαρμοσθεί η βελτιστοποίηση προσθέτουμε ως εξάρτημα τον πύργο ψύξης στην προσομοίωση. Ξεκινώντας τη βελτιστοποίηση με αρχική τιμή θερμοκρασίας 283,15 K και με μείωση σε κάθε αλλαγή από τον συγκεκριμένο αριθμό λαμβάνουμε την αύξηση του βαθμού απόδοσης σε σχέση πάλι με την τιμή του βαθμού απόδοσης που ξεκινάει η βελτιστοποίηση, δηλαδή αύξηση κάθε φορά βάσει του 38,173.

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα μοντέλα της προσομοίωσης με την προσθήκη του πύργου ψύξης, ο οποίος συνδέεται με τον συμπυκνωτή.



Εικόνα 19: Μοντέλο προσομοίωσης μονάδων 1 και 2 με προσθήκη πύργου ψύξης



Εικόνα 20: Μοντέλο προσομοίωσης μονάδων 3 και 4 με προσθήκη πύργου ψύξης

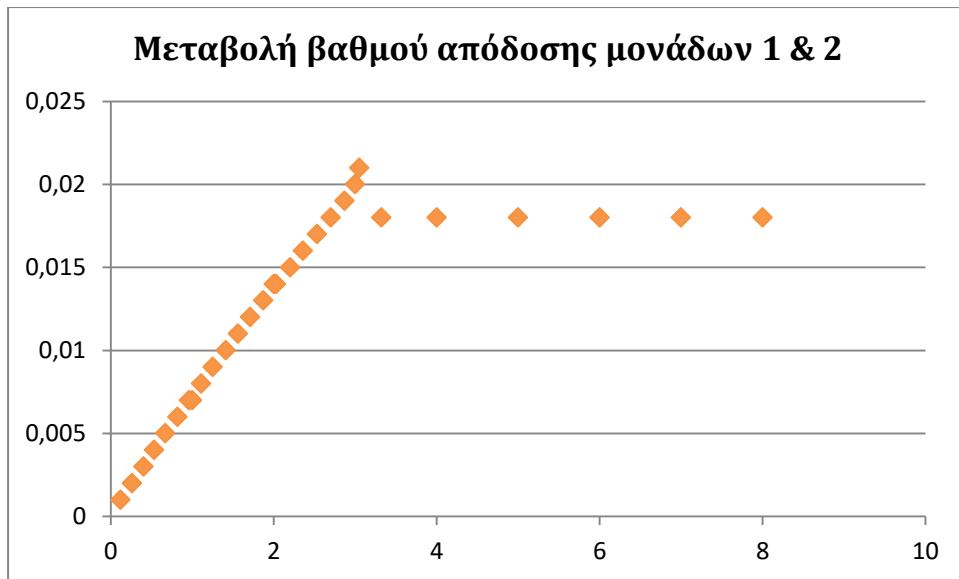
Από την εφαρμογή της διαδικασίας βελτιστοποίησης προέκυψαν οι παρακάτω πίνακες και τα αντίστοιχα διαγράμματα.

Εικόνα 21: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης μονάδων 1 και 2

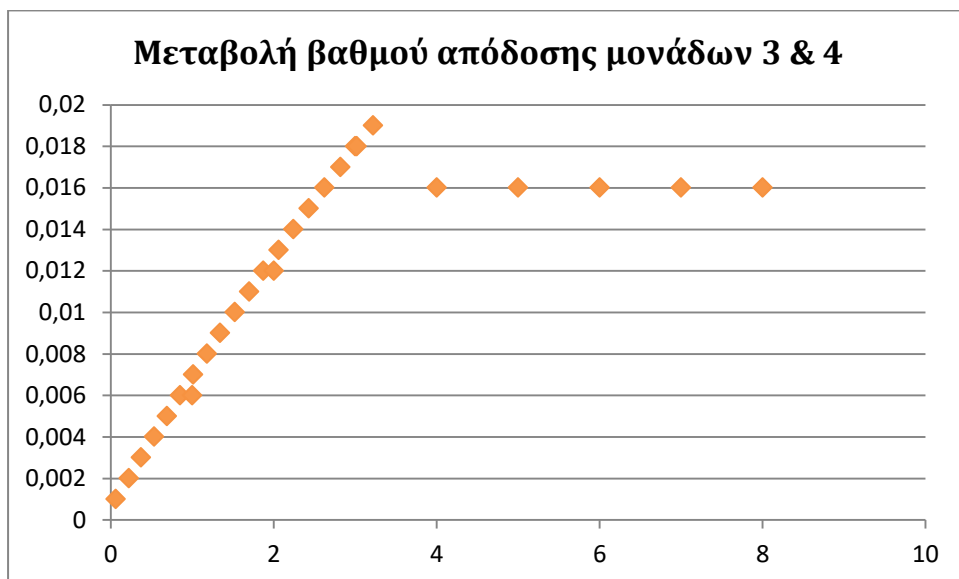
Μοντέλο μονάδων 1&2	
Μεταβολή θερμοκρασίας (μείωση κατά)	Μεταβολή βαθμού απόδοσης (αύξηση κατά)
0,12	0,001
0,26	0,002
0,4	0,003
0,53	0,004
0,67	0,005
0,82	0,006
0,96	0,007
1	0,007
1,11	0,008
1,25	0,009
1,41	0,01
1,56	0,011
1,71	0,012
1,87	0,013
2,03	0,014
2	0,014
2,2	0,015
2,36	0,016
2,53	0,017
2,7	0,018
2,87	0,019
3	0,02
3,05	0,021
3,32	0,018
4	0,018
5	0,018
6	0,018
7	0,018
8	0,018

Εικόνα 22: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης μονάδων 3 και 4

Μοντέλο μονάδων 3&4	
Μεταβολή θερμοκρασίας (μείωση κατά)	Μεταβολή βαθμού απόδοσης (αύξηση κατά)
0,06	0,001
0,22	0,002
0,37	0,003
0,53	0,004
0,69	0,005
0,85	0,006
1	0,006
1,01	0,007
1,18	0,008
1,34	0,009
1,52	0,01
1,7	0,011
1,87	0,012
2	0,012
2,06	0,013
2,24	0,014
2,43	0,015
2,62	0,016
2,82	0,017
3	0,018
3,02	0,018
3,22	0,019
4	0,016
5	0,016
6	0,016
7	0,016
8	0,016



Παρατηρείται ότι με την μείωση θερμοκρασίας του νερού ψύξης κατά 3,05 λαμβάνουμε τη μέγιστη απόδοση και έπειτα σταθεροποιείται για την οποιαδήποτε παραπάνω μείωση.



Παρατηρείται ότι με την μείωση θερμοκρασίας του νερού ψύξης κατά 3,22 λαμβάνουμε τη μέγιστη απόδοση και έπειτα σταθεροποιείται για την οποιαδήποτε παραπάνω μείωση.

7. Συμπεράσματα

Από την δραστηριότητα της ΔΕΗ αλλά και τις απαραίτητες διαδικασίες ώστε να εξασφαλιστεί το καύσιμο που χρησιμοποιείται για την λειτουργία της, προκύπτουν επιπτώσεις. Δεν προκαλείται μόνο ατμοσφαιρική ρύπανση από τις αέριες εκπομπές, την ιπτάμενη τέφρα και ρύπανση των νερών των επιφανειακών αποδεκτών και των υπογείων οριζόντων, μα προκαλούνται επιπτώσεις στον άνθρωπο, επίσης πραγματοποιείται αλλοίωση του εδάφους από την εκμετάλλευση του λιγνίτη και την απόθεση τέφρας, δημιουργείται θόρυβος, επιπτώσεις στην χλωρίδα και την πανίδα αλλά και μεταβολή της κοινωνικής και οικονομικής δομής ολόκληρων περιοχών που αποτελούσαν περιοχές με κοιτάσματα λιγνίτη.

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία παρουσιάζει τις επιπτώσεις που προκύπτουν κατά την εξόρυξη, μεταφορά και καύση του λιγνίτη και πιο συγκεκριμένα ό,τι αφορά τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και άρα το ορυχείο του Νοτίου Πεδίου, το οποίο τον τροφοδοτεί. Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι αέριες εκπομπές, τα στερεά απόβλητα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υδάτων του αποδέκτη, στον οποίο καταλήγουν τα υγρά απόβλητα. Στα προαναφερθέντα βασίζεται η ανάλυση κύκλου ζωής του ΑΗΣ με τελικό σκοπό τον υπολογισμό της συνεισφοράς τους στα διάφορα φαινόμενα.

Αρχικά παρουσιάζεται η παραγωγική διαδικασία του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και στη συνέχεια οι ρύποι που προκύπτουν από την καύση του λιγνίτη με το CO₂ να κυριαρχεί με 9.050.119 τόνους το χρόνο, ποσότητα που προκύπτει από τη λειτουργία των 5 μονάδων κατά τη διάρκεια ενός έτους, το ίδιο ισχύει και για την διαδικασία της εξόρυξης και μεταφοράς του λιγνίτη με το CO₂ να ανέρχεται σε 19744,4 τόνους το χρόνο. Βάσει των διαθέσιμων δεδομένων οι ρύποι που ακολουθούν με σημαντικό ποσοστό είναι τα NO_x και το CO. Αξίζει να αναφερθεί ότι όσο αφορά την λειτουργία του ΑΗΣ παρατηρήθηκαν μεμονωμένες υπερβάσεις στον αριθμό των σωματιδίων, που δεν ξεπερνούσαν τον επιτρεπόμενο αριθμό υπερβάσεων. Έπειτα υπερβάσεις παρατηρήθηκαν κατά την ανάλυση των υδάτων του ρέματος Σουλού στα Se, As και B και στην ποσότητα του Νικελίου από τις μετρήσεις ιχνοστοιχείων σε διάφορες περιοχές. Ακόμη για τα ορυχεία παρατηρήθηκαν υπερβάσεις στα NH₄, NO₂, K, Mn και Pb από μετρήσεις σε υδρογεωτρήσεις.

Στην συνέχεια υπολογίζεται με τη χρήση συντελεστών Eco-Indicator 99 η συνεισφορά κάθε εκπομπής ή γενικότερα παραμέτρου καθώς λαμβάνουμε υπόψη όχι μόνο τις αέριες εκπομπές αλλά και τη ρύπανση των νερών του αποδέκτη σε φαινόμενα όπως η οικολογική τοξικότητα, ο ευτροφισμός, η καρκινογένεση, η όξινη βροχή και η κλιματική αλλαγή. Από αυτή λοιπόν τη διαδικασία προκύπτει ότι η καρκινογένεση και τα αναπνευστικά προβλήματα

είναι οι σοβαρότερες επιπτώσεις που δημιουργούνται από τις δραστηριότητες εκμετάλλευσης του λιγνίτη, την μεταφορά και καύση του λιγνίτη από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου.

Έπειτα, επόμενος στόχος της διπλωματικής εργασίας ήταν η μεταβολή του βαθμού απόδοσης των μονάδων μέσω της μείωσης της θερμοκρασίας του νερού που λαμβάνει ο πύργος ψύξης. Πραγματοποιώντας λοιπόν την προσομοίωση των μονάδων του σταθμού του Αγίου Δημητρίου με το λογισμικό GateCycle 6.0 της General Electric γίνεται αντιληπτό ότι όσο μειώνεται η θερμοκρασία του νερού που προορίζεται για ψύξη, ο βαθμός απόδοσης της κάθε μονάδας αυξάνεται μέχρι μια συγκεκριμένη τιμή. Παρατηρήθηκε ότι με την μείωση θερμοκρασίας του νερού ψύξης κατά 3,05 για τις μονάδες 1 και 2, και κατά 3,22 για τις μονάδες 3 και 4 προέκυψε η μέγιστη απόδοση και έπειτα σταθεροποιήθηκε για την οποιαδήποτε παραπάνω μείωση της θερμοκρασίας.

Μια πιθανή βελτίωση για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων που αναλύθηκαν στην εργασία αυτή είναι το ενδεχόμενο της τοποθέτησης κατάλληλων καυστήρων στον ΑΗΣ για τον περιορισμό των εκπομπών NO_x. Οι καυστήρες χαμηλής εκπομπής NO_x παρεμποδίζουν τον σχηματισμό ελέγχοντας το μίγμα καυσίμου και αέρα. Ένα ακόμη ενδεχόμενο είναι οι μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ των καυστήρων, όπου θα υπάρχει μικρότερη αλληλεπίδραση μεταξύ των φλογών, διότι οι στενότερες αποστάσεις συγχωνεύουν τις φλόγες με αποτέλεσμα τις υψηλές θερμοκρασίες και τον μεγαλύτερο σχηματισμό NO_x.

Επίσης, για την βελτίωση του βαθμού απόδοσης θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη η ρύθμιση των απομαστεύσεων με αποδοτικότερο τρόπο και ακόμη το ενδεχόμενο του συνδυασμένου κύκλου, κάτι που όμως απαιτεί μεγάλο κόστος.

Βάσει λοιπόν της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε στην διπλωματική αυτή εργασία θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν κι άλλες αναλύσεις αλλά και μελέτη του σεναρίου του συνδυασμένου κύκλου για τον σταθμό του Αγίου Δημητρίου.

Αναφορές

1. http://www.greece.com/photos/destinations/Macedonia/Kozani/Village/Kilada/ais_dimitriou!!/5478397 (Τελευταία επίσκεψη 30/8/2018)
2. <https://repository.kallipos.gr/>(Τελευταία επίσκεψη 17/8/2018)
3. <http://www.rae.gr>(Τελευταία επίσκεψη 17/8/2018)
4. www.dei.gr(Τελευταία επίσκεψη 17/8/2018)
5. www.allaboutenergy.gr(Τελευταία επίσκεψη 19/8/2018)
6. www.orykta.gr(Τελευταία επίσκεψη 19/8/2018)
7. gr.boell.org(Τελευταία επίσκεψη 17/8/2018)
8. ebooks.edu.gr(Τελευταία επίσκεψη 17/8/2018)
9. <http://aix.meng.auth.gr>(Τελευταία επίσκεψη 17/8/2018)
10. www.admie.gr(Τελευταία επίσκεψη 17/8/2018)
11. Τεχνική περιγραφή ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, Τμήμα Περιβάλλοντος
12. Περιβαλλοντικοί όροι ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου
13. www.wwf.gr(Τελευταία επίσκεψη 25/8/2018)
14. Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορυχείων Πτολεμαΐδας, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε. (Τελευταία επίσκεψη 26/8/2018)
15. Δημερίδα: Λιγνίτης και φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας, ΤΕΕ, 9-10 Ιουνίου 2005
16. www.geo.auth.gr(Τελευταία επίσκεψη 21/8/2018)
17. Μελέτη σκληρών σχηματισμών ορυχείου Νοτίου Πεδίου Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας για την περιοχή ανάπτυξης 2003-2009(Τελευταία επίσκεψη 26/8/2018)
18. Life cycle assessment of coal-fired power production, P.Smith, M.Mann, D.Kerr. (Τελευταία επίσκεψη 27/9/2018)
19. The Eco-Indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Assessment, 2001, Third Edition(Τελευταία επίσκεψη 20/9/2018)
20. GateCycle Help
21. External costs of electricity generation in Greece» Laboratory of Industrial and Energy Economics, National Technical University of Athens, Research funded by the European Commission in the framework of the non - nuclear energy program Joule III (1997) (Τελευταία επίσκεψη 27/9/2018)
22. Kaldellis J.K., Kapsali M.. 2014. Evaluation of the long-term environmental performance of Greek lignite-fired power stations. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 31. March 2014. Pages 472-485. (Τελευταία επίσκεψη 20/9/2018)
23. <http://www.ypeka.gr>(Τελευταία επίσκεψη 20/9/2018)

Παράρτημα

Παράρτημα 1: Όρια Σουλού[23]

Παράμετρος	Υ.Α. 50388/2704/Ε103/2003 - Τροποποίηση και συμπλήρωση της Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου 2/1.2.2001 «καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976 (Α/15)»
pH	
Θερμοκρασία(°C)	
Αγωγιμότητα(μs/cm)	
Ολική σκληρότητα(CaCo3)(mg/l)	
DO(mg/l)	
TDS(mg/l)	
SS(mg/l)	
BOD5(mg/l)	
COD(mg/l)	
Ολικά κολοβακτηρίδια/100ml	
Κολοβακτηρίδια/100ml	
Εντερόκοκκοι/100ml	
Σαλμονέλες/100ml	
Ca+2(mg/l)	
Mg+2(mg/l)	
Na+2(mg/l)	
K+(mg/l)	
Cl-(mg/l)	
SO4-2(mg/l)	
NH4+(mg/l)	3
NO2-(mg/l)	0,03
NO3-(mg/l)	
SiO2(mg/l)	
Fe(μg/l)	
Mn(μg/l)	
As(μg/l)	30
Cd(μg/l)	
Pb(μg/l)	20
Hg(μg/l)	
Ni(μg/l)	100
Cr(μg/l)	30
Cu(μg/l)	40
Zn(μg/l)	1000
V(μg/l)	
Al(μg/l)	
Sb(μg/l)	
Ba(μg/l)	500
Be(μg/l)	
Bi(μg/l)	
B(μg/l)	70
Co(μg/l)	
Mo(μg/l)	
Se(μg/l)	10
Ag(μg/l)	50
Sr(μg/l)	
Tl(μg/l)	
Sn(μg/l)	
Φαινόλες(μg/l)	

Παράρτημα 2: Όρια βαρέων μετάλλων (ΣΚΥΒΑ)[23]

Παράμετρος	Όρια (mg/l)
Αρσενικό	0,5
Βάριο	10
Χρώμιο	1
Κοβάλτιο	0,5
Χαλκός	0,5
Μόλυβδος	0,2
Νικέλιο	0,4
Αργίλιο	10
Σίδηρος	15
Μαγγάνιο	2
Ψευδάργυρος	5

Παράρτημα 3: Όρια για τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου[23]

Παράμετρος	Υ.Α. Η.Π. 14122/549/Ε. 103/2011 - Μέτρα για τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2008/50/ΕΚ «για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής ένωσης της 21ης Μαΐου 2008»[παραρτημα XI]
	ημερήσια οριακή τιμή
SO ₂	125μg/m ³
PM ₁₀	40μg/m ³
NO ₂	40μg/m ³

Παράρτημα 4: Όρια ιχνοστοιχείων για τις μετρήσεις σταθμών σε διάφορες περιοχές[23]

Παράμετρος	Υ.Α. Η.Π. 22306/1075/Ε103/2007 - Καθορισμός τιμών - στόχων και ορίων εκτίμησης των συγκεντρώσεων του αρσενικού, του καδμίου, του υδραργύρου, του νικελίου και των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων στον ατμοσφαιρικό αέρα, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2004/107/ΕΚ «Σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα» του Συμβουλίου της 15ης Δεκεμβρίου 2004 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων»
Pb(ng/m ³)	500
Ni(ng/m ³)	20
Cu(ng/m ³)	
Cr(ng/m ³)	
Zn(ng/m ³)	
Cd(ng/m ³)	5
Hg(ng/m ³)	
As(ng/m ³)	6
V(ng/m ³)	1000

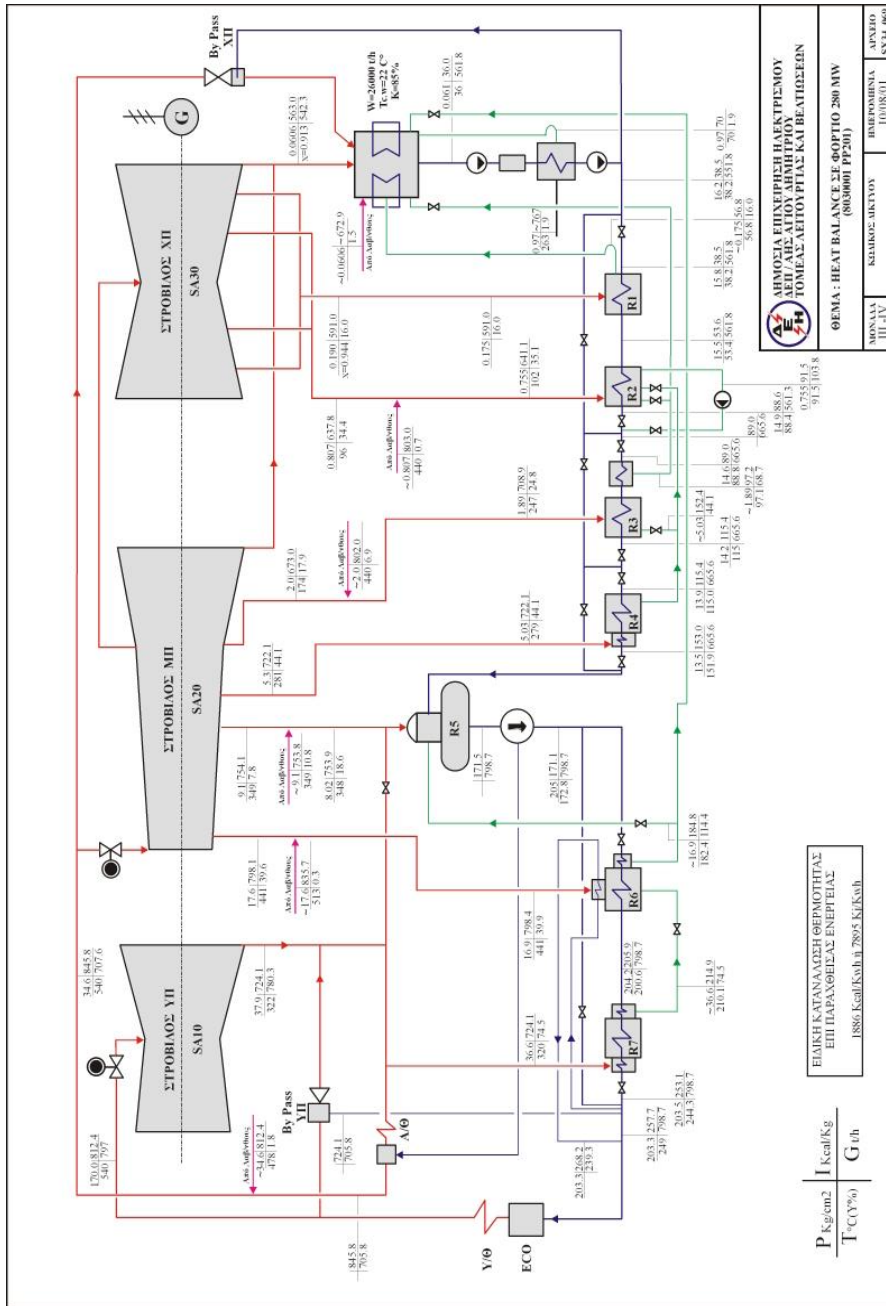
Παράρτημα 5: Οριακές τιμές ποιότητας νερών που αφορούν τα ορυχεία[23]

Παράμετρος	Υ.Α. 50388/2704/Ε103/2003 - Τροποποίηση και συμπλήρωση της Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου 2/1.2.2001 «καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976 (Α/15)»
Στερεά διαλυτά στοιχεία TDS(mg/l)	
S.S.(mg/l)	
Αρσενικό As(μg/l)	0,250mg/l
Κάδμιο Cd(μg/l)	
Μόλυβδος Pb(μg/l)	
Υδράργυρος Hg(μg/l)	
Νικέλιο Ni(μg/l)	0,4mg/l
Χρώμιο Cr _{tot} (μg/l)	1,2mg/l
Χαλκός Cu(μg/l)	
Ψευδάργυρος Zn(μg/l)	5mg/l
Βανάδιο V(μg/l)	

Παράρτημα 6: Οριακές τιμές ποιότητας νερών που αφορούν τα ορυχεία[23]

Παράμετρος	Υ.Α. 39626/2208/Ε130/2009 - Καθορισμός μέτρων για την προστασία των υπόγειων νερών από τη ρύπανση και την υποβάθμιση, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2006/118/ΕΚ «σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση», του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 2006
Ph	6,7
Cl-(mg/l)	250
SO+(mg/l)	250
NH4+(mg/l)	0,5
NO2-(mg/l)	0,5
NO3-(mg/l)	50
K+(mg/l)	1,2
Na+(mg/l)	200
P2O2(mg/l)	5
Fe(μg/l)	200μg/l
Mn(μg/l)	100μg/l
Pb(μg/l)	20μg/l
Ni(μg/l)	100μg/l
Cu(μg/l)	2000
Cr tot(μg/l)	50μg/l
Cd(μg/l)	5
As(μg/l)	30μg/l
Hg(μg/l)	1
Zn(μg/l)	1000μg/l

Παράρτημα 7: Διάγραμμα ροής για τις μονάδες 1&2



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

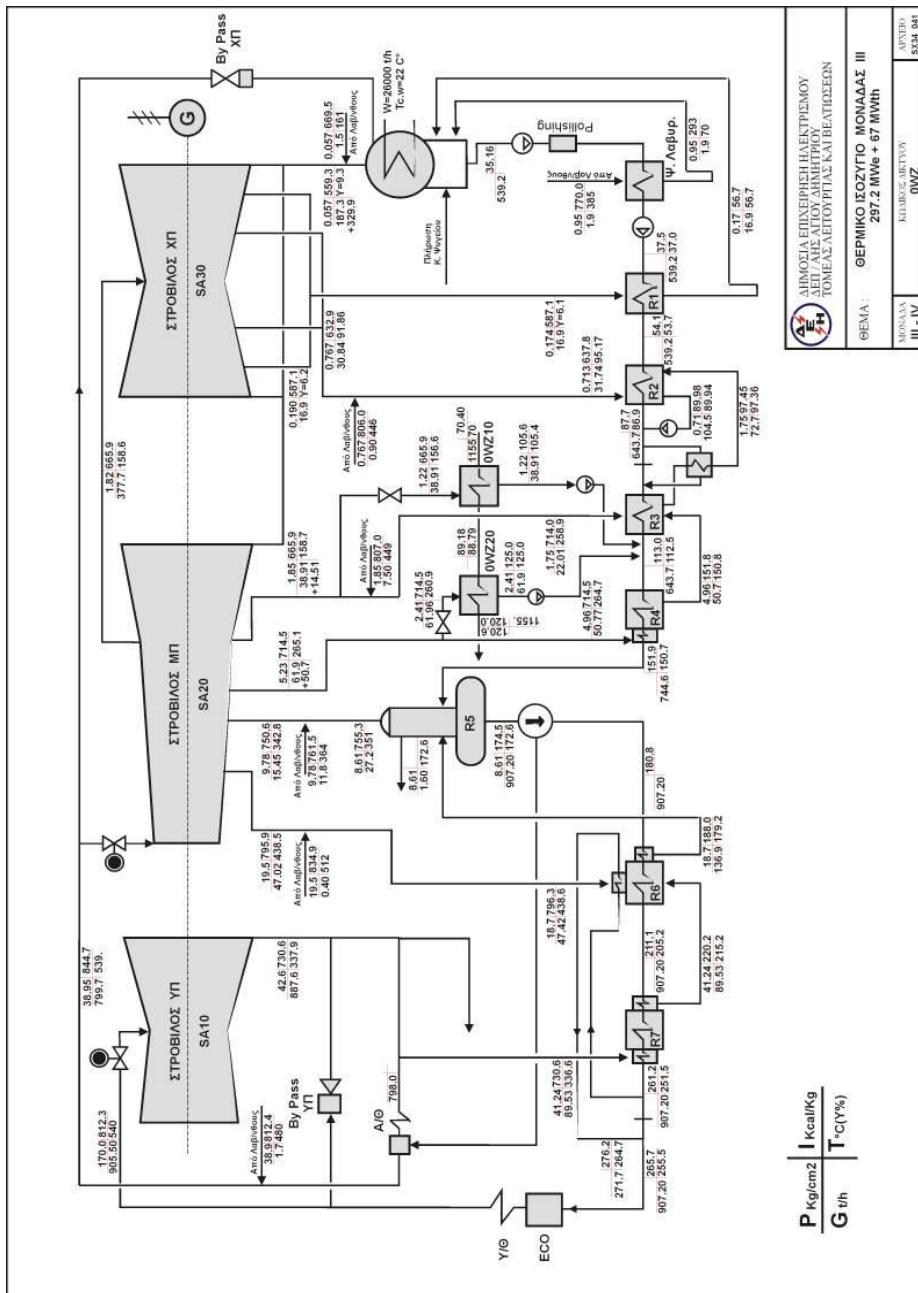
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ


ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΥΠΟΜΟΧΛΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

Παράρτημα 8: Διάγραμμα ροής μονάδων 3&4




ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ

ΘΕΜΑ : **ΘΕΡΜΙΚΟ ΕΓΧΥΣΤΙΟ ΜΟΝΑΔΑΣ III**
ΜΟΝΑΔΑ III - IV

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΤΕΛΑΣ: **OWZ**
ΑΡΙΘΜΟΣ: **8324_041**

ΘΕΜΑ : **ΘΕΡΜΙΚΟ ΕΓΧΥΣΤΙΟ ΜΟΝΑΔΑΣ III**
ΜΟΝΑΔΑ III - IV

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΤΕΛΑΣ: **OWZ**
ΑΡΙΘΜΟΣ: **8324_041**

Παράρτημα 9: Τιμές από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου

	Parameter	Value	Unit
1	Main Steam Downstream Superheater	885.0 - 542.0 - 171.3	t/h - oC - bar
2	Hot Reheated Steam Downstream Reheater	807.7 - 542.0 - 39.7	t/h - oC - bar
3	Feedwater Upstream ECO	831.0 - 256.0 - 193.9	t/h - oC - bar
4	Flue Gas Temperature at LUVO Inlet - Outlet	308.0 - 153.0	oC - oC
5	Flue Gas Flow at LUVO Inlet - Outlet	2,039.8 - 2,098.1	t/h - t/h
6	Combustion Air Temperature at LUVO Inlet - Outlet	45.0 - 279.0	oC - oC
7	Combustion Air Flow Downstream LUVO	1,459.9	t/h
8	Oxygen Content at Furnace (Upstream LUVO)	4.48	% vol
9	Oxygen Content Downstream	5.55	% vol
10	Dust Content at Flue Gas Upstream ESP	404351.70	mg/Nm ³
11	Dust Content at Flue Gas Downstream ESP	100	mg/Nm ³
12	Basic Fuel Consumption	523.2	t/h
13	Basic Fuel Lower Heating Value	5440	kJ/kg
14	Basic Fuel Moisture Content	57.20	% w.t.
15	Basic Fuel Ash Content	13.00	% w.t.
16	Basic Fuel Carbon Content	18.20	% w.t.
17	Basic Fuel Hydrogen Content	1.50	% w.t.
18	Basic Fuel Sulfur Content	0.35	% w.t.
19	Basic Fuel Nitrous Content	0.40	% w.t.
20	Basic Fuel Oxygen Content	8.80	% w.t.
21	Basic Fuel Carbon Dioxide Content	0.55	% w.t.
22	Condensate Upstream LPH 1	630.0 - 39.4 - 17.8	t/h - oC - bar
23	Condensate Upstream LPH 2 (Downstream LPH 1)	630.0 - 55.8 - 17.4	t/h - oC - bar
24	Condensate Upstream LPH 3 (Downstream LPH 2)	750.7 - 93.1 - 16.1	t/h - oC - bar
25	Condensate Upstream LPH 4 (Downstream LPH 3)	750.7 - 118.8 - 15.1	t/h - oC - bar
26	Condensate Downstream LPH 4 (Upstream Deaerator)	750.7 - 156.3 - ?	t/h - oC - bar
27	Feedwater Upstream HPH 6 (Downstream Deaerator)	907.2 - 178.7 - 214	t/h - oC - bar
28	Feedwater Upstream HPH 7 (Downstream HPH 6)	907.2 - 206.4 - 209.0	t/h - oC - bar
29	Feedwater Downstream HPH 7	907.2 - 256.0 - ?	t/h - oC - bar
30	High Pressure Steam Turbine Throttle	166.70 - 540	bar - oC
31	Intermediate Pressure Steam Turbine Throttle	38.30 - 540	bar - oC
32	Extracted Steam to LPH 1	19.40 - 59.10 - 0.193	t/h - oC - bar
33	Extracted Steam to LPH 2 (the drains flow to the condensate downstream LPH2)	41.70 - 106.00 - 0.820	t/h - oC - bar
34	Extracted Steam to LPH 3 (the drains flow to LPH 2)	27.80 - 245.00 - 2.16	t/h - oC - bar
35	Extracted Steam to LPH 4 (the drains flow to LPH 3)	51.20 - 277.00 - 5.60	t/h - oC - bar
36	Extracted Steam to HPH 6 (the drains flow to Deaerator)	45.90 - 441.0 - 18.80	t/h - oC - bar
37	Extracted Steam to HPH 7 (the drains flow to HPH 6)	89.00 - 336.00 - 40.60	t/h - oC - bar
38	Drains at the Exit of LPH1	19.4 - 59.4	t/h - oC
39	Drains at the Exit of LPH2 (subcooling)	120.7 - 95.7	t/h - oC
40	Drains at the Exit of LPH3 (subcooling)	79.0 - 103.1	t/h - oC
41	Drains at the Exit of LPH4 (subcooling)	51.2 - 155.8	t/h - oC
42	Drains at the Exit of HPH6 (subcooling)	134.9 - 188.0	t/h - oC
43	Drains at the Exit of HPH7 (subcooling)	89.0 - 216.4	t/h - oC
44	Condenser Vacuum (85% clean)	64.9	mbar
45	Steam Quality at Condenser Inlet	91.04	%
46	Condensate Leaving Condenser Temperature	37.1	oC
47	Steam Generator Efficiency	87.0	%
48	Steam Turbine Gross Specific Heat	7904	kJ/kWh

Fuel Lower Heating Value	kJ/kg	5440	5241,5
Fuel Consumption	t/h	523,2	572,150
Fuel burnt	t/h	516,2	564,426
Consumed Fuel Thermal Power	kW	790613,33	833034,57
Flue gas flow downstream LUV0	t/h	2098,1	2294,12
µg	kg/kg	4,06451	4,06451
Flue Gas Exit Temperature		153	180
Flue Gas Specific Heat	kJ/kg K	1,12507	1,12507
Flue Gas Loss	%	11,180	13,959
Radiation Loss	%	0,47	0,47
Unburnt Loss	%	1,35	1,35
Combustion Efficiency	%	98,65	98,65
Boiler Efficiency	%	87,000	84,221
Steam Turbine Usefull Heat	kW	680622,22	694234,67
Boiler Usefull Heat	kW	687833,60	701590,27
Gross Electric Power	kW	310000	310000
Piping Thermal Loss	%	1,0484	1,0484
Steam Turbine GHR	kJ/kWh	7904	8062,08
Steam Turbine Degradation	%	-	2
Power Plant Gross Efficiency	%	0,392100648	0,372133417

Παράρτημα 10: Τιμές από τον ΑΗΣ και την προσομοίωση των μονάδων 1&2

Parameter	Value	Simulation	Unit
Main Steam Downstream Superheater	885	885	t/h
Temperature	542	542	oC
Pressure	171,3	171,3	bar
Hot Reheated Steam Downstream Reheater	807,7	803,4	t/h
Temperature	542	542	oC
Pressure	39,7	39,9	bar
Feedwater Upstream ECO	831	885	t/h
Temperature	256	253,4	oC
Pressure	193,9	193,7	bar
Flue Gas Temperature at LUV0 Inlet	308	332,4	oC
Flue Gas Temperature at LUV0 Outlet	180	180	oC
Flue Gas Flow at LUV0 Inlet	2039,1	1946,5	t/h
Flue Gas Flow at LUV0 Outlet	2098,1	1946,5	t/h
Combustion Air Temperature at LUV0 Inlet	45	45	oC
Combustion Air Temperature at LUV0 Outlet	279	281,2	oC
Combustion Air Flow Downstream LUV0	1459,9	1432,6	t/h
Basic Fuel Consumption	523,2	501,4	t/h
Condensate Upstream LPH 1	630	636	t/h
Temperature	39,4	38,2	oC
Pressure	17,8	17,8	bar
Condensate Upstream LPH 2 (Downstream LPH 1)	630	636	t/h
Temperature	55,8	55,8	oC
Pressure	17,4	17,4	bar
Condensate Upstream LPH 3 (Downstream LPH 2)	750,7	752,1	t/h
Temperature	93,1	93,6	oC
Pressure	16,1	16,1	bar
Condensate Upstream LPH 4 (Downstream LPH 3)	750,7	752,1	t/h
Temperature	118,8	118,9	oC
Pressure	15,1	15,4	bar
Condensate Downstream LPH 4 (Upstream Deaerator)	750,7	754	t/h
Temperature	156,3	154,8	oC
Pressure	15,5	15,5	bar
Feedwater Upstream HPH 6 (Downstream Deaerator)	907,2	885	t/h
Temperature	178,7	177,6	oC
Pressure	214	211	bar
Feedwater Upstream HPH 7 (Downstream HPH 6)	907,2	885	t/h
Temperature	206,4	206,9	oC
Pressure	209	203	bar
Feedwater Downstream HPH 7	907,2	885	t/h
Temperature	256	253,4	oC
Pressure	193,4	193,4	bar
Extracted Steam to LPH 1	19,4	21,4	t/h
Temperature	59,1	59,6	oC
Pressure	0,193	0,193	bar
Extracted Steam to LPH 2 (the drains flow to the condensate downstream LPH2)	41,7	41,9	t/h
Temperature	106	106,7	oC
Pressure	0,82	0,82	bar
Extracted Steam to LPH 3 (the drains flow to LPH 2)	27,8	27,2	t/h
Temperature	245	246,3	oC
Pressure	2,16	2,12	bar
Extracted Steam to LPH 4 (the drains flow to LPH 3)	51,2	50,3	t/h
Temperature	277	277,4	oC
Pressure	5,6	5,6	bar
Extracted Steam to HPH 6 (the drains flow to Deaerator)	43,9	41,6	t/h
Temperature	441	441	oC
Pressure	18,8	18,8	bar
Extracted Steam to HPH 7 (the drains flow to HPH 6)	83,7	84,2	t/h
Temperature	336	336	oC
Pressure	40,6	40,6	bar
Drains at the Exit of LPH1	19,4	22,4	t/h
Temperature	59,4	59,6	oC
Drains at the Exit of LPH2 (subcooling)	120,7	120,5	t/h
Temperature	95,7	93,7	oC
Drains at the Exit of LPH3 (subcooling)	79	78	t/h
Temperature	103,1	103,4	oC
Drains at the Exit of LPH4 (subcooling)	51,2	50,3	t/h
Temperature	155,8	153,6	oC
Drains at the Exit of HPH6 (subcooling)	126,8	125,6	t/h
Temperature	188	188	oC
Drains at the Exit of HPH7 (subcooling)	83,7	84,2	t/h
Temperature	216,4	216	oC
Condenser Vacuum (85% clean)	64,9	64	mbar
Steam Quality at Condenser Inlet	91,04	90,7	%
Condensate Leaving Condenser Temperature	37,1	37	oC
ECO Gas Inlet	405	444,7	oC
ECO Gas Outlet	303	332,4	oC
Superheater 1a Gas Inlet	492	538	oC
Superheater 1a Gas Outlet	428	493,2	oC
Superheater 1a Steam Inlet	361	363	oC
Superheater 1a Steam Outlet	400	400	oC
Superheater 1b Gas Inlet	548,00	741,3	oC
Superheater 1b Gas Outlet	492,00	701,2	oC
Superheater 1b Steam Inlet	400	400	oC
Superheater 1b Steam Outlet	428	428	oC
Superheater 2 Gas Inlet	965	965	oC
Superheater 2 Gas Outlet	830	842,3	oC
Superheater 2 Steam Inlet	408,00	428	oC
Superheater 2 Steam Outlet	512,00	512	oC
Superheater 3 Gas Inlet	830,00	842,3	oC
Superheater 3 Gas Outlet	780,00	813,6	oC
Superheater 3 Steam Inlet	496,00	512	oC
Superheater 3 Steam Outlet	542,00	542	oC
Reheater 1a Gas Inlet	428,00	493,2	oC
Reheater 1a Gas Outlet	405,00	458	oC
Reheater 1a Steam Inlet	339,00	336	oC
Reheater 1a Steam Outlet	390,00	390	oC
Reheater 1b Gas Inlet	548,00	701,3	oC
Reheater 1b Gas Outlet	492,00	538	oC
Reheater 1b Steam Inlet	390,00	390	oC
Reheater 1b Steam Outlet	444,00	444	oC
Reheater 2 Gas Inlet	780,00	813,6	oC
Reheater 2 Gas Outlet	682,00	741,3	oC
Reheater 2 Steam Inlet	414,00	444	oC
Reheater 2 Steam Outlet	542,00	542	oC

Παράρτημα 11: Τιμές από τον ΑΗΣ και την προσομοίωση των μονάδων 3&4

Parameter	Value	Simulation	Unit
Main Steam Downstream Superheater	905,5	905,3	t/h
Temperature	540	540	oC
Pressure	170	170	kg/cm2
Hot Reheated Steam Downstream Reheater	799,7	814	t/h
Temperature	540	540	oC
Pressure	39,95	39,87	kg/cm2
Main Steam at Low Pressure Turbine	377,7	377,7	t/h
Temperature	158,6	158,5	oC
Pressure	1,82	1,82	kg/cm2
Flue Gas Temperature at LUVVO Inlet	308	304	oC
Flue Gas Flow at LUVVO Outlet	150	150	t/h
Flue Gas Flow at LUVVO Inlet	2039,8	1941,48	t/h
Flue Gas Flow at LUVVO Outlet	2098,1	1941,48	t/h
Combustion Air Temperature at LUVVO Inlet	45	45	oC
Combustion Air Temperature at LUVVO Outlet	279	274	oC
Combustion Air Flow Downstream LUVVO	1459,9	1327,6	t/h
ECO Feedwater Inlet	257	253,2	oC
ECO Feedwater Outlet	317	317	oC
ECO Gas Inlet	405	472	oC
ECO Gas Outlet	303	304	oC
Superheater 1a Gas Inlet	492	517,3	oC
Superheater 1a Gas Outlet	428	446,2	oC
Superheater 1a Steam Inlet	361	361,5	oC
Superheater 1a Steam Outlet	400	400	oC
Superheater 1b Gas Inlet	548	732,4	oC
Superheater 1b Gas Outlet	492	517,3	oC
Superheater 1b Steam Inlet	400	400	oC
Superheater 1b Steam Outlet	428	428	oC
Superheater 2 Gas Inlet	965	963	oC
Superheater 2 Gas Outlet	830	842,2	oC
Superheater 2 Steam Inlet	408	410	oC
Superheater 2 Steam Outlet	512	512	oC
Superheater 3 Gas Inlet	830	842,2	oC
Superheater 3 Gas Outlet	780	814	oC
Superheater 3 Steam Inlet	496	512	oC
Superheater 3 Steam Outlet	540	540	oC
Reheater 1a Gas Inlet	428	446,2	oC
Reheater 1a Gas Outlet	405	423,6	oC
Reheater 1a Steam Inlet	339	337,3	oC
Reheater 1a Steam Outlet	390	390	oC
Reheater 1b Gas Inlet	548	643	oC
Reheater 1b Gas Outlet	492	517,3	oC
Reheater 1b Steam Inlet	390	390	oC
Reheater 1b Steam Outlet	444	444	oC
Reheater 2 Gas Inlet	780	814	oC
Reheater 2 Gas Outlet	682	732,4	oC
Reheater 2 Steam Inlet	414	444	oC
Reheater 2 Steam Outlet	540	540	oC
Basic Fuel Consumption	523,2	517,6	t/h
Steam Quality at Condenser Inlet	91,04	90,8	%
Condenser Vacuum (85% clean)	57	57	mbar
Condensate Leaving Condenser Temperature	35,16	35	oC
Condensate Upstream LPH 2 (Downstream LPH 1)	539,5	558	t/h
Temperature	53,7	53,4	oC
Pressure	17,4	17,4	bar
Condensate Upstream LPH 3 (Downstream LPH 2)	643,7	673,6	t/h
Temperature	16,1	16,1	oC
Pressure	16,1	16,1	bar
Condensate Upstream LPH 4 (Downstream LPH 3)	643,7	673,6	t/h
Temperature	112,5	112,8	oC
Pressure	15,1	15,3	bar
Condensate Downstream LPH 4 (Upstream Deaerator)	744,6	764,1	t/h
Temperature	150,7	150,8	oC
Pressure	15,5	15,5	bar
Feedwater Upstream HPH 6 (Downstream Deaerator)	907,2	905,3	t/h
Temperature	180	179,6	oC
Pressure	214	206,4	bar
Feedwater Upstream HPH 7 (Downstream HPH 6)	907,2	905,3	t/h
Temperature	205,2	205,7	oC
Pressure	209	206,8	bar
Feedwater Downstream HPH 7	907,2	905,3	t/h
Temperature	251,5	251	oC
Pressure	200,4	200,4	bar
Extracted Steam to LPH 1	16,9	19,3	t/h
Temperature	56,67	56,67	oC
Pressure	0,174	0,174	kg/cm2
Extracted Steam to LPH 2 (the drains flow to the condenser)	31,74	31,79	t/h
Temperature	95,17	95,23	oC
Pressure	0,713	0,713	kg/cm2
Extracted Steam to LPH 3 (the drains flow to LPH 2)	22,01	24,6	t/h
Temperature	258,9	259	oC
Pressure	1,75	1,85	kg/cm2
Extracted Steam to LPH 4 (the drains flow to LPH 3)	50,77	50,79	t/h
Temperature	264,7	271,2	oC
Pressure	4,96	5,1	kg/cm2
Extracted Steam to HPH 6 (the drains flow to Deaerator)	47,42	42,31	t/h
Temperature	438,6	438,1	oC
Pressure	18,7	18,7	kg/cm2
Extracted Steam to HPH 7 (the drains flow to HPH 6)	89,53	87,4	t/h
Temperature	336,6	337,3	oC
Pressure	41,24	41,24	kg/cm2
Drains at the Exit of LPH1	16,9	17,8	t/h
Temperature	56,7	56,61	oC
Drains at the Exit of LPH2 (subcooling)	104,5	107,3	t/h
Temperature	89,94	86,7	oC
Drains at the Exit of LPH3 (subcooling)	72,7	75,3	t/h
Temperature	97,36	97,1	oC
Drains at the Exit of LPH4 (subcooling)	50,7	50,79	t/h
Temperature	150,8	150,5	oC
Drains at the Exit of HPH6 (subcooling)	136,9	117,4	t/h
Temperature	179,2	179,4	oC
Drains at the Exit of HPH7 (subcooling)	89,53	87,4	t/h
Temperature	215,2	215,3	oC
High Pressure Turbine Extraction 1	89,53	87,4	t/h
Temperature	336,6	337,3	oC
Pressure	41,24	41,24	kg/cm2
Middle Pressure Turbine Extraction 1	47,02	42,3	t/h
Temperature	438,5	438,1	oC
Pressure	19,5	18,7	kg/cm2
Middle Pressure Turbine Extraction 2	15,45	15,45	t/h
Temperature	342,8	342,4	oC
Pressure	9,78	7,52	kg/cm2
Middle Pressure Turbine Extraction 3	112,6	112,75	t/h
Temperature	265,1	271,2	oC
Pressure	5,2	5,2	kg/cm2
Middle Pressure Turbine Extraction 4	53,4	53,4	t/h
Temperature	158,7	158,5	oC
Pressure	1,9	1,9	kg/cm2
Low Pressure Turbine Extraction 1	31,7	31,83	t/h
Temperature	95,2	95,23	oC
Pressure	0,8	0,7	kg/cm2
Low Pressure Turbine Extraction 2	16,9	17,8	t/h
Temperature	56,67	56,67	oC
Pressure	0,174	0,174	kg/cm2
Τηλεθέρμανση			
Feedwater Flow Inlet	1155	1155	t/h
Feedwater Flow Outlet	1155	1155	t/h
Feedwater Temperature Inlet	70	70	oC
Feedwater Temperature Outlet	120	118,7	oC
Feedwater Upstream HX2 (Downstream HX1)	88,79	88,73	oC
Heat Exchanger 1 Steam Inlet	38,91	38,91	t/h
Temperature	156,6	158,5	oC
Heat Exchanger 1 Steam Outlet	38,91	38,91	t/h
Temperature	105,4	105,2	oC
Heat Exchanger 2 Steam Inlet	61,96	61,96	t/h
Temperature	260,9	271,2	oC
Heat Exchanger 2 Steam Outlet	61,96	61,96	t/h
Temperature	125	125	oC