



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Τ.Ε.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Έλεγχος ποιότητας επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό (ΑΗΣ) της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) Κερατέας-Λαυρίου"

Ελευθέριος Κατσιβαρδάς

Επιβλέπουσα καθηγήτρια

Αναπλ. Καθ. Ελευθερία Κατσιβελα

ΧΑΝΙΑ 2022

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Εισηγήτρια Αναπλ. Καθ. Ελευθερία Κατσίβελα (*Επιβλέπουσα καθηγήτρια*)
2. Μέλος Δρ. Ηλίας Κοπανάκης
3. Μέλος MSc Λουΐζα Ραΐση

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά την αναπληρώτρια καθηγήτρια Ελευθερία Κατσιβελα για τον χρόνο, την προθυμία της, τις συμβουλές της, την στήριξή της, τις γνώσεις, την καθοδήγηση της, αλλά και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

Είναι υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τον ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου και τους ανθρώπους του που με βοήθησαν για την συλλογή του απαραίτητου υλικού και για την υλοποίηση της πτυχιακής μου εργασίας. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον τομεάρχη του Τμήματος Χημικής Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος Δρ. Κακάμπουρα Μιλτιάδη για την πολύτιμη βοήθειά του για την εύρεση του θέματος, την καθοδήγησή του και την γενικότερη συμβολή του.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την συμπαράστασή τους όλα αυτά τα χρόνια που σπουδάζω, καθώς και για την υποστήριξη τους κατά τη διενέργεια της πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία ελέγχθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων και των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων του Ατμοηλεκτρικού Σταθμού (ΑΗΣ) της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) Κερατέας-Λαυρίου με σκοπό την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του σταθμού αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος σύμφωνα με τις ισχύουσες νομοθετικές διατάξεις. Πιο συγκεκριμένα εξετάστηκαν οι εξής κύριοι παράμετροι: η ενεργός οξύτητα (pH), το διαλυμένο οξυγόνο (DO), το υπολειμματικό χλώριο (Cl₂), το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅), το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), η θολρότητα (Tur), τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) και η θερμοκρασία (T). Το πειραματικό μέρος περιλάμβανε αρχικά τη συλλογή των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων από την εκροή του Σταθμού Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων και από την εκροή του Σταθμού Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων. Έπειτα Στη συνέχεια ακολουθούσε χημική ανάλυση στο αναλυτικό εργαστήριο του ΑΗΣ, όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με την χρήση πιστοποιημένων οργάνων μέσω πρότυπων μεθόδων για τον προσδιορισμό των προαναφερόμενων παραμέτρων των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι όλα τα εξετασθέντα δείγματα των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είχαν χαμηλότερες τιμές από τις ανώτατες επιτρεπτές που ορίζονται από την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία. Αυτό το αποτέλεσμα σε συνδυασμό με την οριστική απόσυρση των Μονάδων I, II και III παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο σταθμό έχει οδηγήσει σε σημαντική επιπλέον μείωση του όγκου των προς επεξεργασία υγρών αποβλήτων, και κατ' επέκταση των προς διάθεση στη θάλασσα επεξεργασμένων υδατικών αποβλήτων.

Λέξεις-κλειδιά: Αστικά λύματα και βιομηχανικά υγρά απόβλητα, Επιτρεπτά όρια επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου, Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

ABSTRACT

In the present study, the quality characteristics of the treated urban sewage and industrial wastewater from the Steam Electric Power Plant of the Public Power Corporation (PPC) of Keratea-Lavrio station were tested in order to minimize the environmental impact of the plant and to protect the environment in accordance to the current legislation. More specifically, the following main parameters were examined: active acidity (pH), dissolved oxygen (DO), residual chlorine (Cl₂), biochemical oxygen demand (BOD₅), chemical oxygen demand (COD), turbidity (Tur), total suspended solids (TSS) and temperature (T). The experimental part initially included the collection of treated wastewater from the effluent of the Industrial Wastewater Treatment Plant and from the effluent of the Urban Sewage Treatment Plant. Then followed the chemical analysis in the analytical laboratory of the Plant, where measurements were carried out using certified instruments by standard methods for the determination of the above mentioned parameters of the treated wastewater. The results of the measurements showed that all the tested samples of the treated wastewater had lower values than the legislative limit values. This result in combination to the permanent suspension of the operation of the electricity production Units I, II and III, has led to a significant reduction of the volume of the treated wastewater and consequently of the volume of treated wastewater which are disposed in the sea.

Keywords: Urban sewage and industrial wastewater, Limit values of treated wastewater, Steam Electric Power Plant of the Public Power Corporation (PPC) of Keratea-Lavrio, Electricity production

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1. Ιστορική Αναδρομή	12
1.1.1. Συνοπτική Παρουσίαση της ΔΕΗ Α.Ε	14
1.2. Η κλιματική αλλαγή	15
1.2.1. Αίτια-Παράγοντες που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή	15
1.2.2. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής	16
1.2.3. Δράσεις της ΔΕΗ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής	17
1.3. Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης	24
1.3.1. Θερμοηλεκτρικοί Σταθμοί	24
1.3.2. Υδροηλεκτρικές Μονάδες	26
1.3.3. Ορυχεία	27
1.4. Προστασία Περιβάλλοντος	28
1.4.1. Βιοποικιλότητα-Εδάφη	28
1.4.2. Υδατικοί Πόροι	32
1.5. Ατμόσφαιρα	37
1.6. Απόβλητα-Κυκλική Οικονομία	41
1.7. Ενεργειακή Απόδοση-Ορθολογική Αξιοποίηση Πόρων	43
1.8. Απολιγνιτοποίηση	43
1.9. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	45
1.10. Ερευνητικά Έργα Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ (ΔΕΗ)	49
2.1. Συμβατική Παραγωγή	49
2.2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	53
2.2.1. Υδροηλεκτρική Ενέργεια	53
2.2.2. Αιολική Ενέργεια	58

2.2.3. Ηλιακή Ενέργεια	62
2.2.4. Γεωθερμική Ενέργεια	64
2.2.5. Ενέργεια Βιομάζας	66
2.2.6. Υβριδικά Συστήματα	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ (ΑΗΣ) ΔΕΗ ΚΕΡΑΤΕΑΣ-ΛΑΥΡΙΟΥ.....	71
3.1. Κύρια Περιγραφή του ΑΗΣ	73
3.2. Βοηθητικές Εγκαταστάσεις του Σταθμού	76
3.3. Πρώτες ύλες και άλλα χρησιμοποιούμενα υλικά	78
3.4. Περιγραφή Εγκατάστασης Συστήματος Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων και Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (ΣΚΑΛ-ΣΚΥΒΑ)	80
3.5. Αέριοι Ρύποι - Σταθμός Μέτρησης Ποιότητας Ατμόσφαιρας (ΣΜΠΑ)	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	87
4.1. Νομοθεσίες	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5– ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	101
5.1. Μέθοδοι μετρήσεων οργάνων	101
5.2. Προσδιορισμός Υπολειμματικού Ελεύθερου Χλωρίου (Cl ₂)	101
5.3. Προσδιορισμός Θολερότητας	103
5.4. Προσδιορισμός Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD ₅)	105
5.5. Προσδιορισμός pH και Διαλυμένου Οξυγόνου (DO)	107
5.6. Προσδιορισμός Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD)	112
5.7. Προσδιορισμός Ολικών Αιωρούμενων Στερεών Σωματιδίων (TSS)	115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	116
6.1. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Μετρήσεων	116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	129
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	132

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Έλεγχος ποιότητας επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό (ΑΗΣ) της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) Κερατέας-Λαυρίου» εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2021-2022, στα πλαίσια της ολοκλήρωσης του προγράμματος σπουδών Μηχανικών Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Τ.Ε. του Τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου (ΕΛΜΕΠΑ) υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Ελευθερίας Κατσιβέλα. Ο σκοπός της εργασίας είναι ο έλεγχος των ποιοτικών χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων με σκοπό την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου και την προστασία του περιβάλλοντος σύμφωνα με τις ισχύουσες περιβαλλοντικές νομοθεσίες. Η έρευνα και η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο χημικό εργαστήριο του Τμήματος Χημικής Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος που βρίσκεται εντός των εγκαταστάσεων του σταθμού του Λαυρίου.

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της παρούσας εργασίας, όπου γίνεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή σχετικά με την ίδρυση της ΔΕΗ Α.Ε. και μια συνοπτική παρουσίασή της. Επίσης γίνεται αναφορά σχετικά με το βαρυσήμαντο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, των αιτιών, των επιπτώσεων, αλλά και των μέτρων αντιμετώπισης που ακολουθεί η ΔΕΗ για να συμβάλει στην εξάλειψη αυτού του φαινομένου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται οι τρόποι και οι μορφές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της Ελλάδας και οι προσπάθειές της ώστε να γίνει η χώρα περιβαλλοντικά βιώσιμη.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά ο προς εξέταση σταθμός ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου, οι εγκαταστάσεις του και η παραγωγική διαδικασία σε αυτόν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται πλήρης αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο που πρέπει να συμμορφώνεται ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλά τμήματα των εγκαταστάσεών του (άδεια λειτουργίας, άδεια παραγωγής, έλεγχος καυσίμων, δεξαμενές καυσίμων, σταθμός κατεργασίας αστικών λυμάτων, σταθμός κατεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, έλεγχος και επεξεργασία αποβλήτων, ανώτατες οριακές τιμές αποβλήτων και άλλα).

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται η πειραματική διαδικασία των δειγματοληψιών και των μεθόδων μέτρησης που πραγματοποιήθηκαν με την χρήση πιστοποιημένων οργάνων

με σκοπό τον προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων βιομηχανικών υγρών αποβλήτων και των αστικών λυμάτων.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται, αναλύονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις μέσω διαγραμμάτων απεικόνισης.

Στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τις προαναφερόμενες μετρήσεις και η σημαντικότητά τους για την προστασία του περιβάλλοντος.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΑΔΜΗΕ: Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΑΕ: Απόβλητα Έλαια

Α.Ε. Ανώνυμη Εταιρεία

ΑΕΠΟ: Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων

ΑΗΣ: Ατμοηλεκτρικός Σταθμός

ΑΠ: Αιολικό Πάρκο

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΑΣΠ: Αυτόνομος Σταθμός Παραγωγής

ΑΦΘ: Αέρια Φαινομένου Θερμοκηπίου

ΒΙΟΚΑ: Βιολογικός Καθαρισμός

ΒΔΤ: Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές

Δ.Α.Κ.: Δεξαμενή Αποθήκευσης Καυσίμου

Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.: Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΔΕΗ: Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού

ΔΕΣΦΑ: Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου

ΕΑΒ: Ελληνική Αεροπορική Βιομηχανία

Ε.Ε.: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΛΕΤΑΕΝ: Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας

ΕΛΜΕΠΑ: Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

ΕΜΣΥ: Εθνικό Μητρώο Σημείων Υδροληψίας

ΕΟΑ: Ειδική Οικολογική Αξιολόγηση

ΕΠΟ: Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων

ΕΣΔΑ: Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων

ΕΣΕΚ: Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα

ΗΕΑΠ: Ηλεκτρική Εταιρία Αθηνών-Πειραιώς

ΗΜΑ: Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων

ΘΗΣ: Θερμοηλεκτρικός Σταθμός

Κ.Ο.Τ.: Κοινωνικό Οικιακό Τιμολόγιο

ΚΥΑ: Κοινή Υπουργική Απόφαση

ΛΚΔΜ: Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας

ΛΠΤΟΛ Α.Ε.: Λιγνιτωρυχεία Πτολεμαΐδας Ανώνυμη Εταιρεία

ΜΣΚ: Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου

ΜΥΗΣ: Μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός

ΠΥΡΚΑΛ Α.Ε: Ελληνική Εταιρία Πυριτιδοποιείου και Καλυκοποιείου Ανώνυμη Εταιρεία

ΡΑΕ: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας

ΣΔΕΑ: Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης

ΣΕΔΕ: Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών

ΣΚΑΛ: Σύστημα Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων

ΣΚΥΒΑ: Σύστημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων

ΣΜΠΑ: Σταθμός Μέτρησης Ποιότητας Ατμόσφαιρας

ΥΑ: Υπουργική Απόφαση

ΥΗΕ: Υδροηλεκτρικά Έργα

ΥΗΣ: Υδροηλεκτρικός Σταθμός

ΥΠΕΝ: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας

Φ/Β: Φωτοβολταϊκό

API: American Petroleum Institute, Αμερικανικό Ινστιτούτο Πετρελαίου

BOD: Biochemical Oxygen Demand, Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο

COD: Chemical Oxygen Demand, Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο

Coformit: Contribution Forest Mitigation, Συνεισφορά Δενδροφυτεμένων Εκτάσεων (του λιγνιτικού κέντρου Δυτικής Μακεδονίας στην προστασία του περιβάλλοντος και στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής)

DO: Dissolved Oxygen, Διαλυμένο Οξυγόνο

Ebasco: Electric Bond and Share Company, Ηλεκτρική Εταιρία Ομολόγων και Μετοχών

IECS: Institute of Clinical and Health Effectiveness, Ινστιτούτο Κλινικής και Υγειονομικής Αποτελεσματικότητας

INTELWATT: Intelligent Water Treatment, Έξυπνη Επεξεργασία Νερού

IPPC: Intergovernmental Panel on Climate Change, Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή

MWe: Megawatt electrical, Μεγαβάτ σε ηλεκτρική ενέργεια

MWth: Megawatt Thermal, Μεγαβάτ σε θερμική ενέργεια

PM: Particulate Matter, Αιωρούμενα Σωματίδια

PPC: Public Power Corporation, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού

SPP: Steam Power Plant, Ατμοηλεκτρικός Σταθμός

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ιστορική αναδρομή

Τον Αύγουστο του έτους 1950 ιδρύθηκε η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) με στόχο να φτάσει το ηλεκτρικό ρεύμα μέχρι και στο πιο απομακρυσμένο σημείο της Ελλάδας για την κάλυψη των αναγκών εξηλεκτρισμού ολόκληρης της χώρας. Έτσι ξεκίνησαν τα έργα για την κατασκευή Ατμοηλεκτρικών και Υδροηλεκτρικών (ΥΗΕ) σταθμών σε διάφορα σημεία της Ελλάδας, ενώ παράλληλα άρχισε η συνεχής «εκπαίδευση» του κοινού με την εμφάνιση των ηλεκτρικών συσκευών που θα άλλαζαν την καθημερινότητά τους. Παράλληλα διενεργήθηκε ένα εκτεταμένο πρόγραμμα ενημέρωσης του αγροτικού πληθυσμού με βάση τα πλεονεκτήματα της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας στην γεωργική παραγωγή (αγροτικός εξηλεκτρισμός). Στη συνέχεια ξεκίνησε η εξαγορά ιδιωτικών ή κοινοτικών ηλεκτρικών εκμεταλλεύσεων και μεγάλων εταιριών που υπήρχαν τότε στην χώρα και η υπογραφή συμφωνιών-συμβάσεων με κυρίαρχες ηλεκτρικές επιχειρήσεις, όπως η Ηλεκτρική Εταιρία Αθηνών-Πειραιώς (ΗΕΑΠ), η κεφαλαιούχα ΛΙΠΤΟΛ Α.Ε. (για την συνεχή τροφοδότηση με λιγνίτη του υπό κατασκευή συγκροτήματος της Πτολεμαΐδας), η εταιρία Ebasco (εγκατάσταση πυρηνικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα), η Ελληνική Εταιρία Πυριτιδοποιείου και Καλυκοποιείου (ΠΥΡΚΑΛ Α.Ε.) (για την κατασκευή εξοπλισμού ενεργειακών έργων), η Ελληνική Αεροπορική Βιομηχανία (ΕΑΒ) (για την κατασκευή ανεμογεννητριών, φωτοβολταϊκών στοιχείων, στροβίλων για μικρά ΥΗΕ, την επισκευή αεριοστροβίλων και άλλα) και άλλες με σκοπό την διατήρηση του προνομίου της αποκλειστικής παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της Ηλεκτρικής Ενέργειας σε όλη την Ελλάδα. Επιπλέον κατά τις δεκαετίες 1960-1980 σημειώθηκε αλματώδης ανάπτυξη με νέες μονάδες σε όλη την χώρα, με τη δημιουργία του πρώτου πειραματικού σταθμού τηλεόρασης στην Ελλάδα, με την ίδρυση της Πρότυπου Τεχνικής Σχολής Μαθητείας της ΔΕΗ, με τη δημιουργία του Ενεργειακού Κέντρου Λαυρίου (το οποίο θα παρουσιαστεί σε επόμενα Κεφάλαια) και άλλων σταθμών. Την περίοδο 1980-1990 η ΔΕΗ εκμεταλλεύομενη την δύναμη της φύσης αναπτύχθηκε σταδιακά με τη δημιουργία εγκατάστασης πυρηνικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, υδροηλεκτρικών, ατμοηλεκτρικών σταθμών, λιγνιτωρυχείων, αιολικών πάρκων, με τη διάνοιξη γεωθερμικών φρεατίων μεγάλου βάθους για παραγωγή ατμού, την κατασκευή ανεμογεννητριών και έργων τηλεθέρμανσης για τον

περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Την δεκαετία 1990-2000 πραγματοποιήθηκε μια σταδιακή μετάβαση προς τη νέα εποχή με τη λειτουργία κέντρων ελέγχου ενέργειας, την εμπορική λειτουργία μονάδων ΥΗΕ έργων και νέων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), την ολοκλήρωση έργων τηλεθέρμανσης και της κατασκευής της μονάδας συνδυασμένου κύκλου Λαυρίου που ονομάστηκε Μικρό Λαύριο. Από το 2000 (και έως σήμερα) η ΔΕΗ μετατράπηκε σε Ανώνυμη Εταιρεία (Α.Ε.) με μοναδικό μέτοχο το Δημόσιο και κύριο σκοπό την παραγωγή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας. Τίθενται σε λειτουργία στους περισσότερους Ατμοηλεκτρικούς σταθμούς το φυσικό αέριο ως βασικό καύσιμο και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) όλων των σταθμών παρακολουθούνται και καταγράφονται με βάση ένα τεκμηριωμένο και κεντρικά ανεπτυγμένο Σχέδιο Παρακολούθησης προσαρμοσμένο στις ιδιαιτερότητες του κάθε σταθμού. Ιδρύθηκε η θυγατρική της ΔΕΗ «ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε.» με κύριο στόχο την ανάπτυξη έργων ΑΠΕ και η περιβαλλοντική πολιτική της ΔΕΗ ευθυγραμμίστηκε με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) για την ενεργειακή πολιτική. Αναλυτικότερα, το έτος 2010 η ΔΕΗ στήριξε τις ευπαθείς ομάδες με την εφαρμογή του Κοινωνικού Οικιακού Τιμολογίου (ΚΟΤ) και το 2011 ιδρύονται δύο θυγατρικές της ΔΕΗ Α.Ε. ο Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ Α.Ε.) και ο Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.). Το 2013 κατασκευάστηκε μια νέα υπερσύγχρονη μονάδα φυσικού αερίου στο Αλιβέρι (ισχύς 417 MW), το 2014 ολοκληρώθηκε ο επιβλητικός Υδροηλεκτρικός Σταθμός (ΥΗΣ) Ιλαρίωνα που αποτελεί πρότυπο επένδυσης με πολλαπλά περιβαλλοντικά και ενεργειακά οφέλη και το 2016 κατασκευάστηκε νέα μονάδα φυσικού αερίου στην Μεγαλόπολη (Μεγαλόπολη V) (με ισχύ 811 MW και άρχισε η χρήση του φυσικού αερίου ως βασικού καυσίμου αντί του μαζούτ που χρησιμοποιήθηκε παλαιότερα και σπανίως στην σημερινή εποχή σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης). Το έτος 2017 ολοκληρώθηκε ο πλήρης ιδιοκτησιακός διαχωρισμός της ΑΔΜΗΕ Α.Ε. από την ΔΕΗ, το 2018 η ΔΕΗ εισήλθε στην αγορά φυσικού αερίου παρέχοντας ειδικά προνόμια στους πελάτες της και το 2019 δημιουργήθηκε ένα πρωτοποριακό υβριδικό ενεργειακό έργο ο Ναέρας της Ικαρίας που συνδυάζει την αιολική και την υδραυλική ενέργεια (έργα ΑΠΕ). Από το έτος 2019 έως σήμερα η ΔΕΗ μετασχηματίστηκε ανακοινώνοντας τους τρεις νέους πυλώνες της που είναι η απόσυρση λιγνιτικών μονάδων(απολιγνιτοποίηση), η ανάδειξη έργων ΑΠΕ, η ψηφιοποίηση και οι πελατοκεντρικές υπηρεσίες. Επίσης από το έτος 2020 λόγω των έκτακτων συνθηκών της πανδημίας Covid-19 η ΔΕΗ έλαβε νέα μέτρα για την προστασία των καταναλωτών και των εργαζομένων (οικονομική ελάφρυνση των πελατών της). Την ίδια χρονολογία η ΔΕΗ ανανεώθηκε με το σύνθημα «Ένα με το μέλλον» σεβόμενη πάντα την πολύχρονη ιστορία της

(70 χρόνια) και προχώρησε σε σημαντικές συνεργασίες με μεγάλες εταιρείες με στόχο την ανάληψη από κοινού δράσης για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης και των βιώσιμων συστημάτων μεταφορών (ΔΕΗ Blue 2021). Τέλος, το 2021 η πώληση του 49% του ΔΕΔΔΗΕ και η συμφωνία με την εταιρία Macquarie Asset Management επιδιώκει να οδηγήσει στη διευκόλυνση της αυξανόμενης ηλεκτροδότησης της οικονομίας και να παρέχει ποιοτικές και αξιόπιστες υπηρεσίες σε όλους τους πολίτες. Σε συνδυασμό με το αυξημένο μετοχικό κεφάλαιο του επενδυτικού προγράμματος έργων ΑΠΕ η ΔΕΗ βελτιώνει την θέση της ως σημαντικής περιφερειακής εταιρείας ενέργειας και ηγέτιδας δύναμης όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά σε ολόκληρη την περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, ενισχύοντας παράλληλα τη γεωπολιτική ισχύ της χώρας [3].

1.1.1. Συνοπτική παρουσίαση της ΔΕΗ Α.Ε.

Όπως προαναφέρθηκε, η Ανώνυμη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού που αναφέρεται ως «ΔΕΗ», έχει μοναδική ονομασία «ΔΕΗ Α.Ε.», και είναι η μεγαλύτερη εταιρεία παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα με δραστηριότητες στην παραγωγή, διανομή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές. Οι θυγατρικές εταιρίες του Ομίλου ΔΕΗ είναι οι εξής:

1. ΔΕΗ Α.Ε.
2. ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.
3. ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ Α.Ε.
4. ΛΙΓΝΙΤΙΚΗ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ Α.Ε.
5. ΛΙΓΝΙΤΙΚΗ ΜΕΛΙΤΗΣ Α.Ε.

Οι τομείς δραστηριότητας της ΔΕΗ που θα αναλυθούν στη συνέχεια, είναι η συμβατική παραγωγή που περιλαμβάνει την θερμοηλεκτρική και λιγνιτική παραγωγή καθώς και τα ορυχεία, οι ΑΠΕ και η προσπάθεια δημιουργίας πράσινων έργων βιωσιμότητας με την σταδιακή απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων με προσανατολισμό την καθαρή ενέργεια και τον ενεργειακό μετασχηματισμό της χώρας. Επίσης η ΔΕΗ ασχολείται με την εμπορία και πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας με πελατοκεντρική προσέγγιση με προϊόντα και υπηρεσίες που καλύπτουν εξατομικευμένες ανάγκες των καταναλωτών. Ένας άλλος τομέας προς την νέα εποχή είναι η ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα με στόχο την βιώσιμη ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος [3].

1.2. Η κλιματική αλλαγή

1.2.1. Αίτια-Παράγοντες που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα μείζον ζήτημα στις μέρες μας αφού οι επιπτώσεις της επηρεάζουν όλους τους τομείς της ανθρώπινης ζωής, όπως υποδομές, οικονομία, πολιτική, τροφική αλυσίδα, υγεία και περιβάλλον. Αρχικά πρέπει να αναφερθούν τα αίτια και οι παράγοντες που επηρεάζουν και εντείνουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Οι ανθρώπινες ενέργειες σήμερα επηρεάζουν όλο και περισσότερο το κλίμα και την θερμοκρασία της γης μέσω της καύσης, ορυκτών καυσίμων, της αποψίλωσης των δασών, της κτηνοτροφίας, των λιπασμάτων και άλλων ανθρωπογενών πηγών εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Αυτές οι δραστηριότητες προσθέτουν τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου σε εκείνες που εμφανίζονται φυσικά στην ατμόσφαιρα, αυξάνοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Η κλιματική αλλαγή βασίζεται στην αύξηση της έντασης του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου. Ορισμένα αέρια στην ατμόσφαιρα της γης λειτουργούν σαν το γυαλί σε ένα θερμοκήπιο, παγιδεύουν την θερμότητα που εκπέμπεται από τη γη και σταματούν την διαφυγή της προς το διάστημα, προκαλώντας υπερθέρμανση του πλανήτη. Παρόλο που πολλά από αυτά τα θερμοκηπιακά αέρια απαντώνται φυσικά, η ανθρώπινη δραστηριότητα αυξάνει τις συγκεντρώσεις ορισμένων από αυτά στην ατμόσφαιρα και ειδικότερα:

- ✓ του Διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)
- ✓ του Μεθανίου (CH₄)
- ✓ του Υποξειδίου του αζώτου (N₂O) και των οξειδίων του αζώτου (NO_x)
- ✓ των Φθοριούχων Αερίων, όπως υπερφθορανθράκων (PFCs-Perfluorocarbons), υδρογονοφθορανθράκων (HFCs-Hydrofluorocarbons), εξαφθοριούχου θείου (SF₆)

Το Διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από ανθρώπινες δράσεις είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας που συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Άλλα αέρια του θερμοκηπίου εκπέμπονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα σε μικρότερες ποσότητες. Το μεθάνιο παρόλο που είναι ισχυρότερο αέριο του θερμοκηπίου από το CO₂, έχει μικρότερη διάρκεια ζωής και συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα. Το υποξείδιο του αζώτου, όπως και το διοξείδιο του άνθρακα, είναι ένα αέριο με μεγάλο χρόνο ημιζωής, το οποίο συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα για δεκαετίες έως αιώνες.

Η δεκαετία 2011 - 2020 ήταν η θερμότερη που καταγράφηκε, με μέση παγκόσμια θερμοκρασία υψηλότερη κατά $1,1^{\circ}\text{C}$ σε σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα του έτους 1990. Η υπερθέρμανση του πλανήτη που προκαλείται από τον άνθρωπο, αυξάνει τη μέση θερμοκρασία της γης επί του παρόντος κατά $0,2^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία. Μια αύξηση κατά 2°C σε σύγκριση με τη θερμοκρασία της προβιομηχανικής εποχής (έτος σύγκρισης 1990) συνδέεται με σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, στην ανθρώπινη υγεία και στην ευημερία, συμπεριλαμβανομένου ενός πολύ υψηλότερου κινδύνου εμφάνισης επικίνδυνων και πιθανώς καταστροφικών μεταβολών στο παγκόσμιο περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, η διεθνής κοινότητα έχει αναγνωρίσει την ανάγκη να διατηρηθεί η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης χαμηλότερα από 2°C , επιδιώκοντας ταυτόχρονα προσπάθειες για τον περιορισμό της σε $1,5^{\circ}\text{C}$, έτσι ώστε να αποφευχθούν μελλοντικές σοβαρές ακόμα και μη αναστρέψιμες, συνέπειες για το περιβάλλον και την κοινωνία. [5].

1.2.2. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο που επηρεάζει όλες τις περιοχές σε όλο τον κόσμο. Σε ορισμένες περιοχές ακραία καιρικά φαινόμενα βροχοπτώσεων γίνονται όλο και πιο συνηθισμένα, ενώ άλλες αντιμετωπίζουν ακραία κύματα καύσωνα, ξηρασίες, δασικές πυρκαγιές και πλημμύρες. Επίσης, παρατηρείται διάβρωση παράκτιων και χαμηλών περιοχών, χειροτέρευση της ποιότητας του νερού αλλά και διαθεσιμότητας υδάτινων πόρων σε ορισμένες περιοχές. Οι συνέπειες αυτές εντείνονται με το πέρασμα του χρόνου, όπως γίνεται αντιληπτό. Εκτός όμως από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, δημιουργείται πληθώρα αρνητικών συνεπειών για την ανθρώπινη υγεία, την χλωρίδα και την πανίδα του πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα έχει σημειωθεί αύξηση του αριθμού των θανάτων που σχετίζονται με το ζεστό κλίμα σε ορισμένες περιοχές και μείωση των θανάτων που βασίζονται στο κρύο σε άλλα μέρη. Επιπλέον οι ανθρώπινοι τομείς, όπως η γεωργία, η δασοκομία, η ενέργεια και ο τουρισμός, επηρεάζονται ιδιαίτερα από ορισμένες θερμοκρασίες και επίπεδα βροχοπτώσεων. Οι ζημιές σε περιουσίες, υποδομές και στην ανθρώπινη υγεία επιβάλλουν βαρύ κόστος στην κοινωνία και την οικονομία. Επιπρόσθετα, πολλά χερσαία και θαλάσσια είδη έχουν μετακινηθεί σε νέες τοποθεσίες εξαιτίας της ραγδαίας εξάπλωσης της κλιματικής αλλαγής και μάλιστα ορισμένα είδη του φυτικού και του ζωικού βασιλείου διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο εξαφάνισης. [5].

Όσο μεγαλύτερα τα προβλήματα, τόσο πιο δύσκολη και δαπανηρή θα είναι η λύση τους, επομένως η καλύτερη επιλογή είναι η άμεση ανάληψη δράσης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής [5].

Σύμφωνα με τον Επίσημο Ιστότοπο της Ε.Ε. μερικά παγκόσμια στατιστικά στοιχεία για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, χωρίς ανάληψη δράσης για την αντιμετώπισή της, είναι τα εξής [5]:

- 400.000 πρόωροι θάνατοι ετησίως λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- 90.000 θάνατοι ετησίως λόγω καύσωνα
- 40 % λιγότερο διαθέσιμο νερό στις νότιες περιοχές της Ε.Ε.
- 2,2 εκατομμύρια άτομα κινδυνεύουν από παράκτιες πλημμύρες κάθε χρόνο
- 190 δισεκατομμύρια ευρώ σε ετήσιες οικονομικές ζημιές

Όσο μεγαλύτερα τα προβλήματα, τόσο πιο δύσκολη και δαπανηρή θα είναι η λύση τους, επομένως η καλύτερη επιλογή είναι η άμεση ανάληψη δράσης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής [5].

1.2.3. Δράσεις της ΔΕΗ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

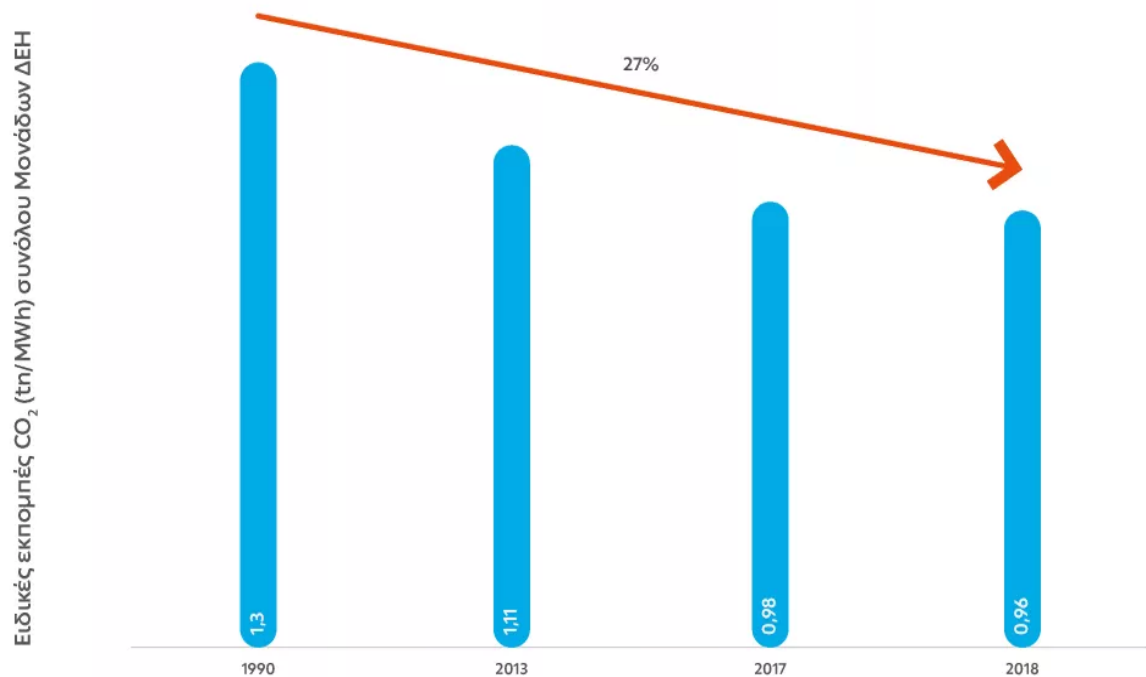
Η Περιβαλλοντική πολιτική της ΔΕΗ περιλαμβάνει ενέργειες για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής που είναι ένας από τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης. Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ, ΦΕΚ 4893/Β/2019) και το νέο Επιχειρησιακό Σχέδιο της ΔΕΗ, συνάδουν πλήρως με το φιλόδοξο στόχο της Ε.Ε. να αναδείξει την Ευρώπη ως την πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο έως το έτος 2050. Τα σχέδια αυτά προβλέπουν την πλήρη απολιγνιτοποίηση της ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το έτος 2028. Ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την εκπλήρωση του σκοπού της συμφωνίας του Παρισιού για το κλίμα, η οποία προβλέπει τη διατήρηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας στα σημερινά επίπεδα με αύξηση χαμηλότερη από 2°C. Η προσπάθεια περιορισμού της αύξησης των μέσων παγκόσμιων θερμοκρασιών κατά 1,5°C σε σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα βασίζονται στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΑΦΘ).

Για τον περιορισμό των εκπομπών του CO₂ από τους θερμικούς Σταθμούς, και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής υλοποιήθηκαν δράσεις και προγράμματα που περιλαμβάνουν [3]:

- Επενδύσεις για την αντικατάσταση παλαιών Θερμικών Μονάδων Παραγωγής, με νέες σύγχρονης τεχνολογίας και υψηλού βαθμού απόδοσης
- Επενδύσεις για την βελτίωση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς των υφισταμένων Θερμικών Παραγωγικών Μονάδων
- Περαιτέρω ανάπτυξη Υδροηλεκτρικών έργων και έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- Περαιτέρω ένταξη του φυσικού αερίου στο ενεργειακό μίγμα
- Προώθηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ορθολογικής χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας
- Συμμετοχή σε ερευνητικά προγράμματα για την εφαρμογή αποδοτικών τεχνολογιών λιγνίτη

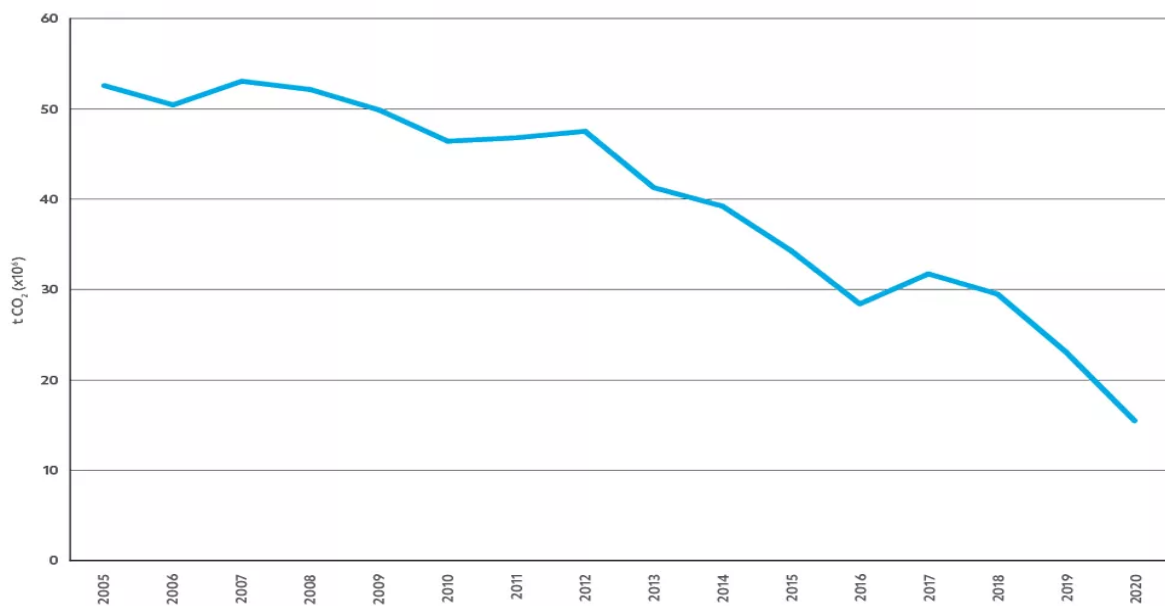
Όλα τα παραπάνω συνεισέφεραν σημαντικά στη μείωση των εκπομπών CO₂ και τη βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της Επιχείρησης. Η παρακολούθηση, αναφορά και επαλήθευση των εκπομπών CO₂ από τις θερμοηλεκτρικές Μονάδες παραγωγής (που αποτελούν την κύρια πηγή εκπομπών της ΔΕΗ) γίνεται στη βάση των κατευθυντήριων οδηγιών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις εγκαταστάσεις που συμμετέχουν στο Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ) [3].

Αποτέλεσμα των ανωτέρω μειώσεων είναι η διαχρονική μείωση του μέσου συντελεστή εκπομπών του CO₂ (t / MWh) του συνολικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ (Εικόνες 1.1 και 1.2). Στο πλαίσιο της λειτουργίας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας οι τιμές του μέσου συντελεστή εκπομπής για τις θερμοηλεκτρικές εγκαταστάσεις εξαρτάται από την ποιότητα του λιγνίτη που εξορύσσεται, καθώς και από τον βαθμό συμμετοχής του λιγνίτη και του φυσικού αερίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη μειώθηκε από 11.111 GWh κατά το έτος 2018 σε 6.995 GWh κατά το έτος 2019. Ταυτόχρονα επιτεύχθηκε μικρή αύξηση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο από 6.362 GWh κατά το έτος 2018 σε 7.120 GWh κατά το έτος 2019 [3].



Εικόνα 1.1: Διαχρονική μείωση του συντελεστή εκπομπών του CO₂ (t / MWh) του συνολικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ [3].

Διαχρονική εξέλιξη επαληθευμένων εκπομπών CO₂



Εικόνα 1.2: Διαχρονική μείωση επαληθευμένων εκπομπών CO₂ [3].

Η συμμετοχή της υδροηλεκτρικής ενέργειας στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την τιμή του συνολικού μέσου συντελεστή εκπομπών του CO₂. Συνολικά η ΔΕΗ έχει πετύχει τη μείωση του συντελεστή εκπομπών του CO₂ κατά 29,2% για ολόκληρο το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής σε σύγκριση με το έτος αναφοράς 1990 (1,3 t CO₂/MWh) (Εικόνα 1.2). Το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ) αποτελεί ένα από τα βασικά εργαλεία της Ε.Ε. για τη μείωση των εκπομπών ΑΦΘ. Η λειτουργία του ΣΕΔΕ ξεκίνησε το έτος 2005 και από το 2013 βρίσκεται σε εξέλιξη η τρίτη φάση της λειτουργίας του (2013-2020) [3].

Επιπλέον, η ΔΕΗ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής υλοποίησε την απόσυρση παλαιών ρυπογόνων Μονάδων Παραγωγής. Τα τελευταία χρόνια η ΔΕΗ Α.Ε. έχει αποσύρει παλαιές λιγνιτικές και πετρελαϊκές μονάδες, και επιταχύνει την απόσυρση 12 λιγνιτικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής ισχύος περίπου 3,4 GW έως το έτος 2023 παράλληλα με το κλείσιμο και την αποκατάσταση των αντίστοιχων ορυχείων. Ενδεικτικά μερικές Λιγνιτικές Μονάδες που αποσύρθηκαν από το 2019 έως το 2021 είναι [3]:

- Οι Μονάδες I και II του ΑΗΣ Καρδιάς, ισχύος 275 MW εκάστη.
- Οι Μονάδες I και II του ΑΗΣ Αμύνταιου, ισχύος 273 MW εκάστη.
- Οι Μονάδες III και IV του ΑΗΣ Καρδιάς, ισχύος 280 MW η καθεμία.

Επίσης πραγματοποιήθηκαν και κάποιες προσθήκες στο δυναμικό της ΔΕΗ όπως [3]:

1. Δύο μονάδες φυσικού αερίου συνολικής ισχύος 1.259 MW (Μεγαλόπολη, Αλιβέρι).
2. Μία υδροηλεκτρική μονάδα ισχύος 157 MW (Ιλαρίωνας).
3. Μία πετρελαϊκή μονάδα στην Νότια Ρόδο (Κατταβιά) ισχύος 115,5 MW
4. Εκσυγχρονισμός παραγωγικού δυναμικού

Στα πλαίσια του εκσυγχρονισμού η ΔΕΗ έχει προβεί σε αντικατάσταση σημαντικού δυναμικού παλαιών μονάδων της, με νέες φιλικότερες προς το περιβάλλον και σύγχρονης τεχνολογίας, καθώς και αναβάθμιση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων για τη λειτουργία τους με βάση τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές.

Ο Εκσυγχρονισμός του παραγωγικού δυναμικού της Επιχείρησης περιλαμβάνει [3]:

- ❖ Ολοκλήρωση της κατασκευής της Μονάδας V του ΑΗΣ Αλιβερίου, με καύσιμο φυσικό αέριο, καθαρής ισχύος 417 MW. Η Μονάδα τέθηκε σε Εμπορική Λειτουργία στις 12.08.2013 (Εικόνα 1.3).

❖ Ολοκλήρωση της κατασκευής της Μονάδας V στον ΑΗΣ Μεγαλόπολη Β', με καύσιμο φυσικό αέριο, καθαρής ισχύος 811 MW. Η Μονάδα τέθηκε σε Εμπορική Λειτουργία στις 27.01.2016 (Εικόνα 1.4).

❖ Συνέχιση των εργασιών των Έργων Πολιτικού Μηχανικού, καθώς και της βιομηχανοποίησης του μηχανολογικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού της νέας ατμοηλεκτρικής Μονάδας στην Πτολεμαΐδα (Μονάδα V), μικτής ισχύος 660 MW με καύσιμο κονιοποιημένο λιγνίτη και με δυνατότητα παροχής θερμικής ισχύος 140 MWth για τηλεθέρμανση (Εικόνα 1.5). Η λειτουργία της νέας σύγχρονης Λιγνιτικής μονάδας θα καταστήσει δυνατή την απόσυρση του μεγαλύτερου δυναμικού παλαιών μονάδων και θα διασφαλίσει την τηλεθέρμανση της πόλης της Πτολεμαΐδας.

❖ Εκκίνηση λειτουργίας το έτος 2019 του νέου θερμοηλεκτρικού σταθμού (ΘΗΣ) Νότιας Ρόδου συνολικής καθαρής ηλεκτρικής ισχύος 115,439 MW, με καύσιμο μαζούτ χαμηλού θείου και δυνατότητα καύσης φυσικού αερίου στη θέση Πίσω Κάμπος και Πλάκα Στενή. Ο νέος ΘΗΣ θα αντικαταστήσει παλαιότερες και λιγότερο αποδοτικές Μονάδες του ΑΗΣ Σορωνής Ρόδου (Εικόνα 1.6).

❖ Συνέχιση του έργου διασύνδεσης μέσω μεταφορικών ταινιών του συνόλου των Ορυχείων Πτολεμαΐδας με τους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς της περιοχής, για τη βελτίωση της ποιότητας του καυσίμου τροφοδοσίας των Ατμοηλεκτρικών Σταθμών του Αγίου Δημητρίου, τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης των Μονάδων παραγωγής και τη μείωση του κόστους.



Εικόνα 1.3: Μονάδα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Αλιβέρι V [3].



Εικόνα 1.4: ΑΗΣ Μεγαλόπολης, Μονάδα V [3].



Εικόνα 1.5: Μονάδα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Πτολεμαΐδα V [3].



Εικόνα 1.6: Θερμοηλεκτρικός σταθμός ΘΗΣ Νότιας Ρόδου [3].

1.3. Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Η ΔΕΗ Α.Ε. εφαρμόζει στις παραγωγικές της εγκαταστάσεις Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001 και άλλα, τα οποία θα αναλυθούν στο κεφάλαιο 4, με στόχο την συνεχή μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της λειτουργίας των Μονάδων Ηλεκτροπαραγωγής.

1.3.1. Θερμοηλεκτρικοί Σταθμοί

Οι «συμβατικές μέθοδοι» παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζονται στην καύση ορυκτών στερεών καυσίμων, όπως γαιανθράκων (λιθάνθρακας, λιγνίτης), υγρών καυσίμων, όπως πετρελαίου ή αέριων καυσίμων, όπως φυσικού αερίου με την ακόλουθη σειρά:

Καύση → Ατμός → Στρόβιλος → Ηλεκτρογεννήτρια → Ρεύμα

Οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί αποτελούνται από τα εξής κύρια τμήματα, τα οποία αποτελούν το πεδίο εφαρμογής του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης τους [3]:

- Υπαίθρια αυλή αποθήκευσης λιγνίτη (για τους λιγνιτικούς σταθμούς).
- Μονάδα πρόθραυσης λιγνίτη (για τους λιγνιτικούς σταθμούς).
- Λέβητες ατμοποίησης με τον ατμοστρόβιλο και την αντίστοιχη γεννήτρια.

- Συμπυκνωτή, στον οποίο εισέρχεται ο ατμός που εξέρχεται από τον ατμοστρόβιλο.
- Πύργο ψύξης.
- Όλο τον αναγκαίο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, καθώς και τα κυκλώματα νερού-ατμού, αέρα καύσης και καυσαερίων.
- Συστήματα λίπανσης.
- Μετασχηματιστές ανύψωσης της τάσης.
- Εγκαταστάσεις σύνδεσης των μετασχηματιστών με τον υποσταθμό από όπου ξεκινούν οι γραμμές μεταφοράς.
- Συστήματα ελέγχου και λειτουργίας της Μονάδας.
- Καπνοδόχους.
- Συστήματα συλλογής και αποκομιδής ιπτάμενης και υγρής τέφρας (για τους λιγνιτικούς σταθμούς).
- Συστήματα μεταφοράς της τέφρας (ταινιόδρομοι) προς το χώρο απόθεσης (για τους λιγνιτικούς σταθμούς).
- Μονάδες παραγωγής αφαλατωμένου και αποσκληρυμένου νερού, καθώς και σύστημα εξευγενισμού συμπυκνώματος.
- Δεξαμενές αποθήκευσης νερού (αφαλατωμένου, αποσκληρυμένου, πόσιμου).
- Δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου, καθώς και όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη μεταφορά του στους λέβητες των Μονάδων.
- Συγκρότημα Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων, δίκτυο συλλογής και εγκαταστάσεις κατεργασίας.
- Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ), στο οποίο οδηγείται το σύνολο των υγρών αποβλήτων του Σταθμού (δίκτυα, εγκαταστάσεις κατεργασίας).
- Διάφορες βοηθητικές εγκαταστάσεις, όπως Μηχανουργείο, Ηλεκτρολογείο και εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης προσωπικού.
- Σύστημα ενεργητικής πυροπροστασίας.

Το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης των θερμοηλεκτρικών σταθμών εφαρμόζει διαδικασίες για [3]:

- ✓ Τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, των επικίνδυνων υλικών και αποβλήτων, του χρησιμοποιούμενου νερού και των υγρών αποβλήτων.

- ✓ Τον έλεγχο των ατμοσφαιρικών εκπομπών και την παρακολούθηση των αερίων του θερμοκηπίου.
- ✓ Τον προγραμματισμό και την εκτέλεση της συντήρησης, την αντιμετώπιση βλαβών και τις αναβαθμίσεις / εκσυγχρονισμό των Μονάδων και του Αντιρρυπαντικού Εξοπλισμού.
- ✓ Τον περιοδικό έλεγχο άλλου εξοπλισμού με σκοπό την αποφυγή ατυχημάτων και επικίνδυνων καταστάσεων για το περιβάλλον.
- ✓ Τον έλεγχο του θορύβου.
- ✓ Την πρόληψη και αντιμετώπιση εκτάκτων περιστατικών.







1.3.2. Υδροηλεκτρικές Μονάδες

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού.

Το πεδίο εφαρμογής του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης των Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΥΗΣ) καλύπτει τις εξής δραστηριότητες της παραγωγικής δραστηριότητας τους – βασικά μέρη [3]:

- i. Φράγμα. Είναι μια κατασκευή που εμποδίζει, ανακατευθύνει ή επιβραδύνει την φυσική ροή υδάτων. Συνήθως με την κατασκευή ενός φράγματος δημιουργούνται συλλέκτες υδάτων, δεξαμενές ή ακόμα και τεχνητές λίμνες.
- ii. Ταμιευτήρας. Είναι μια τεχνητή λίμνη, η οποία με τον όγκο νερού που αποταμιεύει, τροφοδοτεί τους υδροστρόβιλους.
- iii. Υπερχειλιστής. Ο υπερχειλιστής είναι ένα έργο απαραίτητο για την ασφάλεια του φράγματος και εξασφαλίζει την εκφόρτιση του πλημμυρικού νερού.
- iv. Υδροληψία. Με τον όρο υδροληψία εννοείται η είσοδος του νερού στη σήραγγα προσαγωγής.
- v. Σήραγγα προσαγωγής –Πύργος εκτόνωσης. Η σήραγγα προσαγωγής προσάγει το νερό υπό πίεση, από την υδροληψία μέχρι τον πύργο εκτόνωσης.
- vi. Σταθμός Παραγωγής. Εδώ πραγματοποιείται η μετατροπή της ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Περιλαμβάνονται υδροστρόβιλοι, ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη και μετασχηματιστές.

Η διεργασία για τον προσδιορισμό των περιβαλλοντικών κινδύνων, που συνδέονται με τις δραστηριότητες των ΥΗΣ εξετάζει τα παρακάτω [3]:

-  Απορρίψεις στο νερό
-  Απορρίψεις στο έδαφος
-  Θόρυβο
-  Χρήση βοηθητικών υλών και φυσικών πόρων
-  Χρήση ενέργειας
-  Παραγόμενα Απόβλητα και Παραπροϊόντα

1.3.3. Ορυχεία

Το Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ) τροφοδοτεί με λιγνίτη τους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς της περιοχής Κοζάνης - Φλώρινας, όπου παράγεται ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Τα λιγνιτωρυχεία της Δυτικής Μακεδονίας και οι αντίστοιχοι λιγνιτικοί ΑΗΣ αποτελούν το μεγαλύτερο Ενεργειακό Κέντρο της ΔΕΗ και της χώρας. Το Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας έχει λάβει Πιστοποίηση Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, κατά ISO 14001:2015, ήδη από το 2007. Το Πεδίο Εφαρμογής του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης του ΛΚΔΜ περιλαμβάνει τις δραστηριότητες όλων των επιμέρους Λειτουργικών Μονάδων (Παραγωγής και Υποστήριξης) και όλων των Τομέων τους, που χειρίζονται ή εμπλέκονται με οποιοδήποτε τρόπο στις περιβαλλοντικές πτυχές και επιπτώσεις της δραστηριότητας.

Η Περιβαλλοντική Πολιτική στηρίζεται στους παρακάτω άξονες [3]:

- a. Πιστή τήρηση της Κοινοτικής και Εθνικής Νομοθεσίας για το περιβάλλον.
- b. Τήρηση των εγκεκριμένων Περιβαλλοντικών Όρων λειτουργίας των Ορυχείων.
- c. Εφαρμογή Βέλτιστων Διαθέσιμων Πρακτικών διεθνώς σε παρόμοιες δραστηριότητες εξόρυξης για την πρόληψη, τον έλεγχο και τον περιορισμό της ρύπανσης.
- d. Ανάπτυξη επικοινωνίας και έγκαιρης ενημέρωσης των αρχών, των ενδιαφερομένων φορέων και των πολιτών και συνεργασία με αυτούς σε θέματα περιβάλλοντος.
- e. Ορθολογική εκμετάλλευση και αξιοποίηση των λιγνιτικών κοιτασμάτων και ορθή διαχείριση των λοιπών φυσικών πόρων (νερό, ενέργεια και άλλα).

f. Ελαχιστοποίηση των επιβλαβών αέριων ρύπων, υγρών, και στερεών αποβλήτων, παράλληλα με τη μεγιστοποίηση της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των υλικών.

g. Ανάπτυξη και υλοποίηση ρεαλιστικών προγραμμάτων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του προσωπικού του ΛΚΔΜ για τα περιβαλλοντικά θέματα με στόχο την πρόληψη και τη συνεχή βελτίωση του περιβάλλοντος.

Συνεπώς, το ΛΚΔΜ, αναλαμβάνοντας την υποχρέωση για προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος, υλοποιεί την ολοκληρωμένη Περιβαλλοντική Πολιτική που ως στόχο έχει, παράλληλα με την εκμετάλλευση του λιγνίτη, οι τελικές επιφάνειες των εδαφών των ορυχείων να αποκαθίστανται με δασοκάλυψη ή καλλιεργήσιμες εκτάσεις, ορθή διαχείριση των υδάτων και πλήρη αποκατάσταση της χλωρίδας, της πανίδας και της γονιμότητας των εδαφών [3].

1.4. Προστασία του Περιβάλλοντος

Η ΔΕΗ λαμβάνει μέτρα για την διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος, την εξόρυξη λιγνίτη και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιοχές στις οποίες δραστηριοποιείται, σύμφωνα με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία. Αυτά τα μέτρα έχουν σχεδιαστεί για να διασφαλίζουν την προστασία των φυσικών οικοτόπων και της άγριας ζωής στο φυσικό τοπίο [3].

1.4.1. Βιοποικιλότητα-Εδάφη

Οι Δράσεις για την προστασία της βιοποικιλότητας στις περιοχές εξόρυξης λιγνίτη και παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος παρατίθενται παρακάτω [3]:

1. Εξυγίανση των εδαφών εξόρυξης των ορυχείων.
2. Διαχείριση και ανάπτυξη τεχνητών λιμνών σε ΥΗΕ.
3. Αντιμετώπιση και ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων στους Σταθμούς Παραγωγής.

Στις εγκαταστάσεις των ορυχείων η ΔΕΗ εφαρμόζει εκτεταμένα προγράμματα αποκατάστασης των εδαφών εδώ και δεκαετίες και είναι υπεύθυνη για τη βελτιστοποίηση του

τρόπου, με τον οποίο επηρεάζονται οι περιοχές αυτές, και την επιλογή της καταλληλότερης τελικής χρήσης:

- 31.265 στρέμματα έχουν αποκατασταθεί στην περιοχή των Ορυχείων Πτολεμαΐδας.
- 10.615 στρέμματα έχουν αποκατασταθεί στην περιοχή των Ορυχείων Αμυνταίου.

Προστατευόμενες περιοχές NATURA

Οι περιοχές στις οποίες αναπτύσσεται η εξορυκτική δραστηριότητα της ΔΕΗ Α.Ε. δεν εντάσσονται στο Δίκτυο NATURA 2000 ή σε άλλες προστατευόμενες περιοχές.

Οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις της Εταιρείας που βρίσκονται εντός προστατευόμενων περιοχών NATURA καταλαμβάνουν συνολικά μία έκταση 77,54 km² και παρουσιάζονται στον πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1: Προστατευόμενες περιοχές NATURA (Στοιχεία 2018) [3]

Ονομασία πηγής νερού σε περιοχή NATURA 2000	Έκταση ΔΕΗ που βρίσκεται εντός προστατευόμενης περιοχής (σε km²)
Αλμυρός Χανίων	0,08
Αλιάκμων (Ασώματα)	2,98
Άγρας	9,41
Νέστος (Θησαυρός)	27,25
Νέστος (Πλατανόβρυση)	2,63
Αώος	11,63
Ταυρωπός (ΥΗΣ Ν. Πλαστήρα)	23,56
Φράγμα Παπαδιάς	0,75
Σύνολο	78,29

Δράσεις της ΔΕΗ Α.Ε. για την προστασία της βιοποικιλότητας [3]:

Α) Στις περιοχές των ορυχείων μερικές από τις σημαντικότερες είναι:

➤ Δενδροφυτεύσεις για την αποκατάσταση νέων εδαφών στις περιοχές εξόρυξης (Εικόνες 1.7 και 1.8).

➤ Τα νέα αποκαταστημένα εδάφη αποτελούν ιδιαίτερα όμορφα οικοσυστήματα με ποικιλία χλωρίδας και πανίδας.

➤ Δράσεις για την προώθηση της περιβαλλοντικής ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης της κοινωνίας για την προστασία της βιοποικιλότητας.

➤ Διαγωνισμοί, εκδηλώσεις, συνεργασίες, ερευνητικά έργα και ενέργειες βιώσιμης ανάπτυξης με στόχο τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προστασία του περιβάλλοντος.

➤ Στην ευρύτερη περιοχή λειτουργίας των ΑΗΣ και των Ορυχείων Δυτικής Μακεδονίας και Μεγαλόπολης είναι εγκατεστημένα και λειτουργούν συστήματα παρακολούθησης της ποιότητας της ατμόσφαιρας.



Εικόνα 1.7: Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας (Αποκατεστημένα εδάφη) [3]



Εικόνα 1.8: Μεταφορά και Φύτευση Δέντρων [3]

Β) Στις περιοχές των ΥΗΣ μερικές αξιοσημείωτες δράσεις είναι [3]:

- ✓ Μελέτες ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης και ανάδειξης περιοχής λιμνών, φραγμάτων και ευρύτερης περιοχής ΥΗΣ.
- ✓ Έρευνες για την προστασία και την διευκόλυνση μετανάστευσης του πληθυσμού των χελιών.
- ✓ Μελέτες διεύρυνσης και εκτίμησης των επιπτώσεων σε φράγματα και οικοσυστήματα ποταμών.
- ✓ Εκθέσεις για την προστασία και τη διατήρηση της ιχθυοπανίδας σε ταμιευτήρες και φράγματα περιοχών.
- ✓ Συνεχής λειτουργία του αυτόματου τηλεμετρικού δικτύου μέτρησης φυσικοχημικών και μετεωρολογικών δεδομένων των ΥΗΣ.



Εικόνα 1.9: Τεχνητός υδροβιότοπος [3]

Γ) Στους Σταθμούς Παραγωγής [3]:

- Διερεύνηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την διάθεση ψυκτικού νερού και επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στο θαλάσσιο παράκτιο χώρο του ΑΗΣ Αθρινόλακκου Κρήτης.
- Ωκεανογραφική Μελέτη της Ποιότητας του Θαλασσίου Περιβάλλοντος πλησίον του ΑΗΣ Κερατέας – Λαυρίου σε σχέση με φαινόμενα αφρισμού.
- Ειδικές Οικολογικές Αξιολογήσεις (ΕΟΑ) στον Αυτόνομο Σταθμό Παραγωγής (ΑΣΠ) Καλύμνου, ΑΣΠ Καρπάθου, στον ΑΗΣ Μελίτη και στο χώρο διάθεσης στερεών παραπροϊόντων του.

Στόχος της περιβαλλοντικής αποκατάστασης είναι η εναρμόνιση των περιοχών των έργων με το φυσικό περιβάλλον μετά το πέρας της εξόρυξης του λιγνίτη.

1.4.2. Υδατικοί Πόροι

Η ΔΕΗ σήμερα λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη της τη σημασία του πολύτιμου φυσικού πόρου του νερού με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη προβαίνει στην εφαρμογή μιας σειράς προληπτικών μέτρων και δράσεων για την προστασία και την υπεύθυνη διαχείριση των υδάτινων πόρων με βασικό κριτήριο τη μεγιστοποίηση των συνολικών κοινωνικών και περιβαλλοντικών οφελών. Δίνει ιδιαίτερη σημασία στη συστηματική παρακολούθηση του υδρολογικού δυναμικού της χώρας, διατηρώντας ένα πρότυπο δίκτυο παρακολούθησης, το οποίο περιλαμβάνει ένα υψηλής αξιοπιστίας βροχομετεωρολογικό δίκτυο με 170 σταθμούς μέτρησης κυρίως συγκεντρωμένους στην ορεινή χώρα, και ένα υδρομετρικό δίκτυο με 39 σταθμούς μέτρησης της παροχής ποταμών. Επομένως, αυτό που προστατεύεται σήμερα είναι τα οικοσυστήματα που σχηματίζονται από την κατασκευή των υδροηλεκτρικών έργων της ΔΕΗ (φράγματα, τεχνητές λίμνες και άλλα) σε συνδυασμό με τη λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών όλα αυτά τα έτη. Στον πίνακα 1.2 συνοψίζονται οι πηγές υδάτων που χρησιμοποιούν οι Μονάδες Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας της ΔΕΗ [3].

Πίνακας 1.2: Πηγές νερού Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας της ΔΕΗ [3]

Ονομασία πηγής νερού	Είδος	Καθεστώς προστασίας
Αλμυρός Χανίων	Λίμνη (Εκβολή)	NATURA 2000
Αχελώος (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος)	Τεχνητές Λίμνες	Κανένα
Αλιάκμων (Ιλαρίωνας, Πολύφυτο, Σφηκιά)	Τεχνητές Λίμνες	Κανένα
Αλιάκμων (Ασώματα)	Τεχνητή Λίμνη	NATURA 2000
Άγρας	Τεχνητή Λίμνη	NATURA 2000
Νέστος (Θησαυρός, Πλατανόβρυση)	Τεχνητές Λίμνες	NATURA 2000
Άραχθος (Πουρνάρι I και II)	Τεχνητές Λίμνες	Κανένα
Αώος	Τεχνητή Λίμνη	NATURA 2000
Λάδωνας (ΥΗΣ Λάδωνα)	Τεχνητή Λίμνη	Κανένα

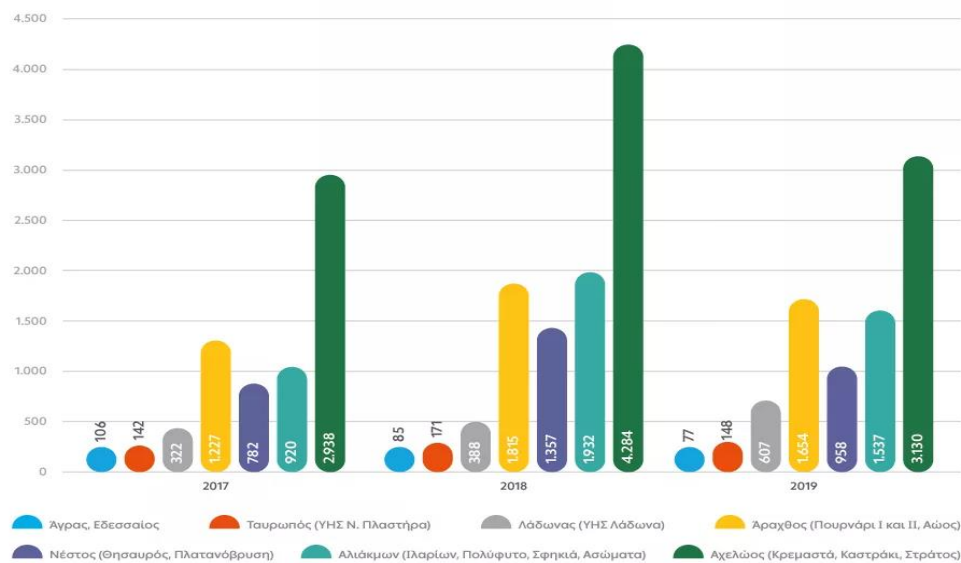
Ταυρωπός (ΥΗΣ Ν. Πλαστήρα)	Τεχνητή Λίμνη	NATURA 2000
----------------------------	---------------	-------------

Διαχείριση νερού σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς

Μέσω των υδροηλεκτρικών έργων εξασφαλίζεται αντιπλημμυρική προστασία και καλύπτονται οι ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης παρακείμενων περιοχών. Επιπρόσθετα, τα φράγματα επιτυγχάνουν μια ελάχιστη συνεχή παροχή (οικολογική παροχή) στην κοίτη του ποταμού, ιδιαίτερα και σε περιπτώσεις έντονης ξηρασίας, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην προστασία και διαχείριση των υδατικών πόρων της Ελλάδας. Κατά τη διάρκεια όλων των ακραίων καιρικών φαινομένων, τα φράγματα, οι ταμιευτήρες και άλλα αντιπλημμυρικά μέτρα της ΔΕΗ λειτουργούν αποτελεσματικά και προστατεύουν τους πληθυσμούς, τα παρόχθια οικοσυστήματα και τις παραποτάμιες περιουσίες. Στον πίνακα 1.3 και στην εικόνα 1.10 παρουσιάζονται συνολικά οι εισροές νερού ανά τοποθεσία ταμιευτήρα σε εκατομμύρια m³ σύμφωνα με στοιχεία του έτους 2020 [3].

Πίνακας 1.3: Εισροές νερού ανά τοποθεσία ταμιευτήρα σε εκατομμύρια m³ (Στοιχεία 2020) [3]

Εισροή νερού ανά τοποθεσία ταμιευτήρα	Όγκος νερού (εκατομμύρια m ³)
Άγρας Εδεσσαίος	76
Ταυρωπός	168
Λάδωνας	247
Άραχθος	807
Νέστος	857
Αλιάκμων	1.116
Αχελώος	1.972



Εικόνα 1.10: Εισροές νερού ανά τοποθεσία ταμιευτήρα σε εκατομμύρια m³ [3]

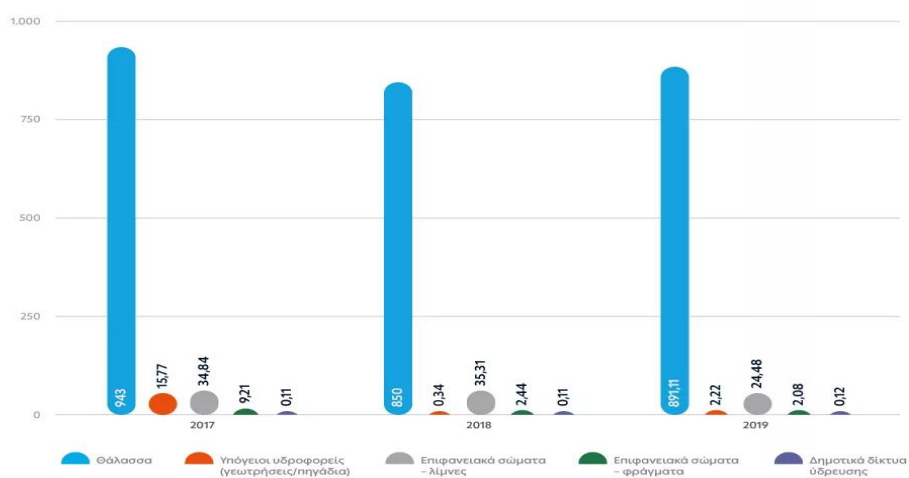
Διάθεση υδάτων ανά κατηγορία χρήσης (εκατ. m³)



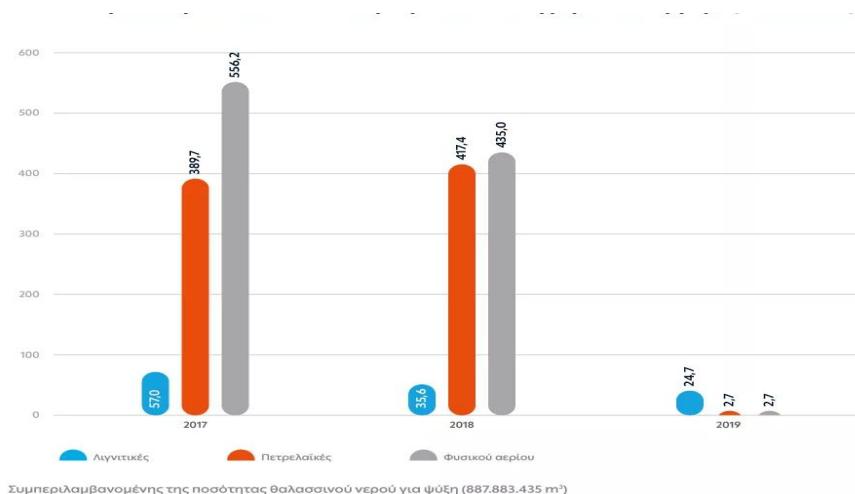
Εικόνα 1.11: Διάθεση Υδάτων ανά κατηγορία χρήσης σε εκατομμύρια m³ [3]

Διαχείριση νερού στις θερμοηλεκτρικές μονάδες παραγωγής

Η ΔΕΗ ανακυκλώνει και επαναχρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες νερού, μειώνοντας έτσι τον συνολικό όγκο που χρειάζεται για την κάλυψη των αναγκών της. Οι σχετικές ποσότητες νερού που ανακυκλώνονται και επαναχρησιμοποιούνται στις παραγωγικές της Μονάδες, είναι 11,85% για τις λιγνιτικές μονάδες και 54,73% για τις πετρελαϊκές μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η ποσότητα του ψυχρού θαλασσινού νερού δεν ελήφθη υπόψη κατά την εκτίμηση των παραπάνω ποσοστών ανάκτησης (Εικόνες 1.12 και 1.13) [3].



Εικόνα 1.12: Ποσότητα νερού που αντλήθηκε ανά πηγή απόληξης σε εκατομμύρια m³ [3]



Εικόνα 1.13: Ποσότητα νερού που αντλήθηκε ανά κατηγορία θερμικού σταθμού σε εκατομμύρια m³ [3]

Διαχείριση νερού στα ορυχεία λιγνίτη

Στον τομέα των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων χρησιμοποιείται η άντληση νερού για την κάλυψη των αναγκών των ορυχείων (Πίνακας 1.4). Επιπλέον τα αντλούμενα νερά διατίθενται στις γειτονικές πόλεις για άρδευση τοπικών καλλιεργειών και άλλες χρήσεις ανάλογα με τις ανάγκες και στο πλαίσιο των υφιστάμενων καθιερωμένων πολιτικών σε καλή συνεργασία με τις τοπικές κοινωνίες, ενώ οι πλεονάζουσες ποσότητες αναδιανέμονται στους φυσικούς αποδέκτες της περιοχής, ενισχύοντας το υδατικό τους ισοζύγιο και βελτιώνοντας την ποιότητά τους. Είναι αξιοσημείωτη η ενεργή συμβολή της ΔΕΗ στη διατήρηση της παροχής της τεχνητής τάφρου Σουλού στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, που την καθιστά βιώσιμη και εξασφαλίζει την ισορροπία του οικοσυστήματος [3].

Πίνακας 1.4: Χρήσεις νερού στα ορυχεία λιγνίτη κατά την χρονική περίοδο 2017-2019 [3]

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ	ΔΙΑΘΕΣΗ ΝΕΡΟΥ (εκατομμύρια m ³) 2017 ¹	ΔΙΑΘΕΣΗ ΝΕΡΟΥ (εκατομμύρια m ³) 2018 ¹	ΔΙΑΘΕΣΗ ΝΕΡΟΥ (εκατομμύρια m ³) 2019 ¹
Διαβροχή (δρόμων, τέφρας και άλλα)	1,5	2,4	2,2
Ύδρευση Ορυχείων (ανάγκες προσωπικού και λειτουργίας κτηρίων)	0,5	0,2	0,2
Άρδευση	2,0	2,0	2,0
Φυσικοί αποδέκτες ²	30,9	29,3	30,6
Ανάγκες ΑΗΣ	0,9	0,2	0,3
Σύνολο	34,5	34,1	35,3

(¹) Δεν περιλαμβάνονται οι ποσότητες που αφορούν στη χρήση των ορυχείων της Λιγνιτικής Μεγαλόπολης Α.Ε.

(²) Περιλαμβάνονται τα επιφανειακά νερά.

1.5. Ατμόσφαιρα

Η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων στις Θερμοηλεκτρικές Μονάδες παραγωγής έχει ως αποτέλεσμα τις εκπομπές αερίων ρύπων που συνεισφέρουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στη διασυννοριακή ρύπανση, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι το διοξείδιο του θείου (SO₂), τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και τα αιωρούμενα σωματίδια (PM – Particulate Matter). Η ΔΕΗ Α.Ε. υλοποιεί μια σειρά δράσεων, οι οποίες στοχεύουν στον έλεγχο και τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα του διοξειδίου του θείου SO₂, των οξειδίων του αζώτου NO_x και των αιωρούμενων σωματιδίων από τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, στις οποίες χρησιμοποιούνται στερεά ή υγρά καύσιμα. Οι εκπομπές SO₂, NO_x και σωματιδίων ανά kWh παραγόμενης ενέργειας από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ Α.Ε. έχουν μειωθεί ακόμη περισσότερο, ως αποτέλεσμα της προσαρμογής των εγκαταστάσεων στις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (Πίνακας 1.5 και Εικόνες 1.14 έως 1.16). Ενδεικτικά αναφέρεται το πρόγραμμα αντικατάστασης / επέκτασης των παλαιών ηλεκτροστατικών φίλτρων των λιγνιτικών μονάδων, με νέα υψηλού βαθμού απόδοσης, τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα τη δραστική μείωση των εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων (κονιορτού) κατά την τελευταία δεκαετία.

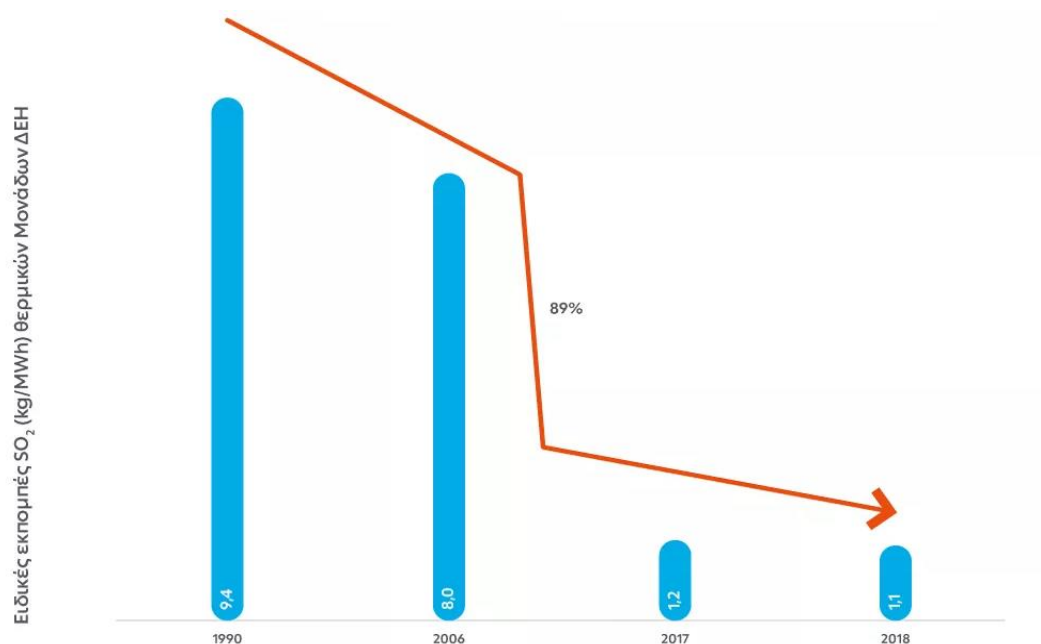
Οι επενδύσεις που υλοποιούνται, αφορούν κυρίως σε έργα μείωσης των εκπομπών των NO_x στις λιγνιτικές Μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και της Μεγαλόπολης, καθώς και σε έργα μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του θείου στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου (Μονάδες III, IV, V). Το έτος 2019 οι εκπομπές των αερίων ρύπων (ΔΕΗ και θυγατρικές) μειώθηκαν σε σχέση με τα έτη 2017 και 2018, κυρίως λόγω της μειωμένης παραγωγής ενέργειας από τις λιγνιτικές μονάδες (πίνακας 1.5 και εικόνες 1.14 έως 1.16).

Πίνακας 1.5: Μείωση των εκπομπών των ρύπων κατά το χρονικό διάστημα 2017 - 2019 [3].

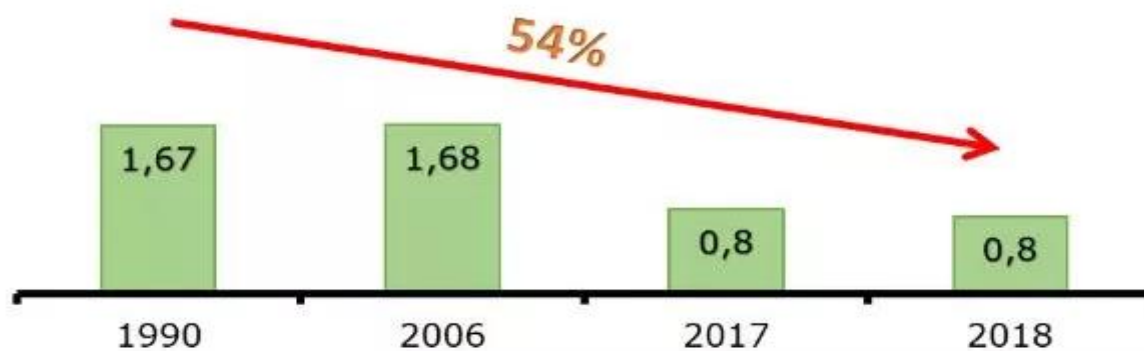
Ρύποι	Εκπομπές 2017	Εκπομπές 2018	Εκπομπές 2019
Οξείδια του θείου (SO _x)	38.500	29.200	26.200
Οξείδια του αζώτου (NO _x)	46.300	42.300	36.900
Σωματιδιακές εκπομπές (PM)	3.820	2.810	1.630

Pb	2,13	2,24	1,35
Ni	9,18	7,85	5,20
Cu	3,89	3,75	2,31
Cr	5,35	5,81	2,58
Zn	7,38	6,75	3,91
Cd	0,40	0,263	0,160
Hg	0,69	0,515	0,283
As	1,49	1,17	0,617

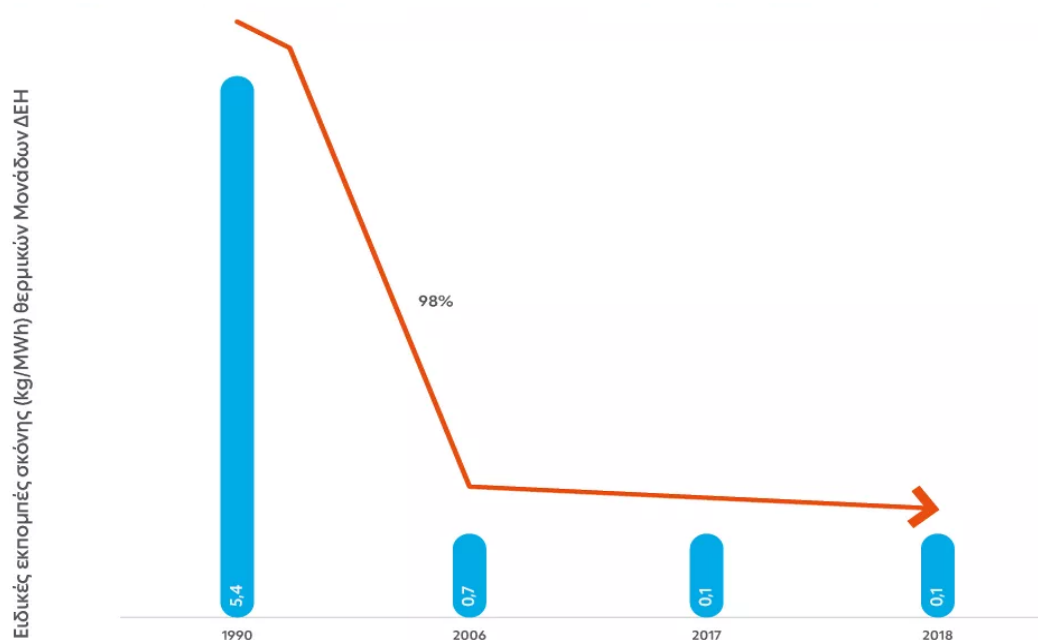
Οι δράσεις της ΔΕΗ έως σήμερα έχουν συμβάλει αποτελεσματικά τόσο στην καθοριστική μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων όσο και στη μείωση του συντελεστή εκπομπών του CO₂ (Εικόνες 1.1 και 1.2) του συνολικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής.



Εικόνα 1.14: Διαχρονική μείωση των εκπομπών του ατμοσφαιρικού ρύπου SO₂ από τις θερμοηλεκτρικές μονάδες της ΔΕΗ [3]



Εικόνα 1.15: Διαχρονική μείωση των ειδικών εκπομπών του ατμοσφαιρικού ρύπου NO₂ (kg/MWh) από τις θερμοηλεκτρικές μονάδες της ΔΕΗ [3]



Εικόνα 1.16: Διαχρονική μείωση των ειδικών εκπομπών σκόνης (PM) στην ατμόσφαιρα από τις θερμοηλεκτρικές μονάδες της ΔΕΗ [3]

Δίκτυο παρακολούθησης ποιότητας ατμόσφαιρας

Η ΔΕΗ ξεκίνησε από το 1975 τον έλεγχο της ποιότητας της ατμόσφαιρας με δίκτυα σταθμών μέτρησης εξοπλισμένων με ημιαυτόματους αναλυτές. Το 1997 άρχισε ο σταδιακός εκσυγχρονισμός με αυτόματους ηλεκτρονικούς αναλυτές και μετεωρολογικούς αισθητήρες, με Η/Υ για την αυτόματη συλλογή και καταγραφή των στοιχείων σε συνεχή βάση και διάταξη για τηλεμετάδοση τους σε καθορισμένους αποδέκτες. Για την παρακολούθηση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα, η ΔΕΗ λειτουργεί ένα δίκτυο 28 σταθμών σε όλη την ευρύτερη περιοχή των παραγωγικών μονάδων και ορυχείων για τη μέτρηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, τις μετεωρολογικές παραμέτρους και την περαιτέρω ανάπτυξη ανάλογα με τις ανάγκες (Πίνακας 1.6).

Πίνακας 1.6: Σταθμοί μέτρησης ποιότητας της ατμόσφαιρας της ΔΕΗ στις ευρύτερες περιοχές των μονάδων και των ορυχείων [3].

Θέση	Αριθμός σταθμών	Μετρούμενοι ατμοσφαιρικοί ρύποι
Βόρειο Σύστημα (Δυτική Μακεδονία)	8	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Λαύριο	1	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ ,
Αλιβέρι	2	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ ,
Κομοτηνή	1	NO _x
Χανιά	3	NO _x
Λινοπεράματα	3	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ ,
Αθερινόλακκος	3	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Ρόδος	3	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Κως	1	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Σάμος	1	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ ,
Χίος	1	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Λέσβος	1	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Σύνολο	28	

1.6. Απόβλητα-Κυκλική Οικονομία

❖ Αξιοποίηση υποπροϊόντων καύσης λιγνίτη

Το κύριο υποπροϊόν της ΔΕΗ Α.Ε. είναι η τέφρα (ιπτάμενη τέφρα και τέφρα πυθμένα), ενώ σε μεγάλες ποσότητες παράγεται και γύψος από τις Μονάδες αποθείωσης των θερμοηλεκτρικών σταθμών. Η εταιρία εκμεταλλεύεται εμπορικά την τέφρα και μάλιστα οι πωλήσεις της το έτος 2019 ανήλθαν σε 85,7 χιλιάδες τόνους. Η αξιοποίηση της τέφρας χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορες εμπορικές εφαρμογές, λόγω των ποζολανικών (δηλαδή των σταθεροποιητικών) και υδραυλικών της ιδιοτήτων. Η αξιοποίηση της τέφρας αποτελεί μία κατεξοχήν περίπτωση πρόληψης παραγωγής αποβλήτων και εκμετάλλευσης διαθέσιμου πόρου (εξοικονόμηση πρώτων υλών και δημιουργία προστιθέμενης αξίας στο υλικό). Χαρακτηριστικό παράδειγμα επιτυχούς αξιοποίησης της τέφρας αποτελεί η κατασκευή του φράγματος της Πλατανόβρυσης, στο οποίο η συνδετική κονία αποτελούνταν από 80% κατεργασμένη ιπτάμενη τέφρα Πτολεμαΐδας. [3].

❖ Επαναχρησιμοποίηση νερού ψύξης και αποστράγγισης ορυχείων

Στις περιοχές των θερμοηλεκτρικών σταθμών, το νερό λαμβάνεται από διάφορες πηγές και χρησιμοποιείται για διαφορετικούς σκοπούς, όπως ψύξη στους πύργους των σταθμών παραγωγής. Η ΔΕΗ ανακυκλώνει και επαναχρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες νερού, μειώνοντας έτσι τη συνολική ποσότητα νερού που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών της. Οι σχετικές ποσότητες νερού που ανακτώνται και επαναχρησιμοποιούνται στις παραγωγικές της μονάδες είναι 11,85% για τις λιγνιτικές μονάδες και 54,73% για τις πετρελαϊκές μονάδες. Η ποσότητα του ψυχρού θαλασσινού νερού δεν λήφθηκε υπόψη κατά την εκτίμηση των παραπάνω ποσοστών ανάκτησης [3].

❖ Τηλεθέρμανση

Η παροχή υπηρεσιών τηλεθέρμανσης αποτελεί πρωτότυπο μοντέλο βιώσιμης διαχείρισης, όπως αποτυπώνεται στους στόχους της Εθνικής Στρατηγικής για την Κυκλική Οικονομία. Παράλληλα επιτυγχάνονται σημαντικές μειώσεις CO₂ που διαφορετικά θα οφείλονταν στην κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης. Ενδεικτικά το έτος 2020 εξοικονομήθηκαν περίπου 548 GWh θερμικής ενέργειας με την χρήση τηλεθέρμανσης [3].

❖ Απόβλητα

Η ΔΕΗ σεβόμενη την ορθή διαχείριση των αποβλήτων συνεισφέρει στην αποτελεσματική λειτουργία της τόσο με την συμμόρφωσή στην περιβαλλοντική νομοθεσία όσο και με την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε όλους τους αποδέκτες. Η εταιρία ερευνά διαρκώς τρόπους για να μειώσει περαιτέρω την ποσότητα των αποβλήτων που δημιουργούνται από τις παραγωγικές διαδικασίες και προσπαθεί συνεχώς να μετατρέψει τα δυνητικά απόβλητα σε χρήσιμα υλικά. Η ΔΕΗ διαθέτει εξήντα τρεις εγκαταστάσεις που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων (ΗΜΑ) κατά το έτος 2020. Η υποχρέωση μιας Μονάδας Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης να υποβάλλει ετήσια έκθεση αποβλήτων εκπληρώνεται μέσω του ΗΜΑ [3].

❖ Στερεά απόβλητα

Η ΔΕΗ διαχειρίζεται τα στερεά απόβλητα (επικίνδυνα και μη) που προκύπτουν από την παραγωγική διαδικασία σύμφωνα με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία με κύριο σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η διαχείριση γίνεται μέσω της συνεργασίας της ΔΕΗ με αδειοδοτημένες (ανά κατηγορία αποβλήτου) εταιρείες συλλογής, μεταφοράς, διαχείρισης και αξιοποίησης αποβλήτων στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, καθώς και με εταιρείες με εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης, εγκεκριμένες από τη νομοθεσία του Εθνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης [3].

❖ Υγρά απόβλητα

Όλοι οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας της ΔΕΗ διαθέτουν σύγχρονα συστήματα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων τους, σύμφωνα με τις αποφάσεις έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων κάθε εγκατάστασης, καθώς και με το Εγχειρίδιο Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών για τις Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης. Ταυτόχρονα, η επιχείρηση ακολουθεί μια σειρά απαραίτητων μέτρων για την ελαχιστοποίηση των διαρροών και την ασφαλή συλλογή των απόβλητων λιπαντικών ελαίων και υγρών καυσίμων σε κατάλληλες δεξαμενές. Η διάθεση των επεξεργασμένων υδατικών αποβλήτων γίνεται είτε σε φυσικούς επιφανειακούς αποδέκτες, είτε υπεδάφια, ανάλογα με τη θέση της εγκατάστασης και τις σχετικές εγκρίσεις. Η Εταιρεία παρακολουθεί τακτικά τις ποσότητες και τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων αποβλήτων και ενημερώνει συστηματικά τις αρμόδιες υπηρεσίες, όπως προβλέπεται από τις ισχύουσες διατάξεις [3].

1.7. Ενεργειακή Απόδοση-Ορθολογική Αξιοποίηση Πόρων

Η ΔΕΗ Α.Ε. καταναλώνει ενέργεια κυρίως κατά την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ πολύ μικρές ποσότητες ενέργειας καταναλώνονται για τη λειτουργία των κτιρίων της Εταιρείας (θέρμανση / ψύξη χώρων και ηλεκτρικές χρήσεις), καθώς και για την κίνηση των οχημάτων. Η ΔΕΗ υλοποιεί δράσεις τόσο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας, όσο και για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση, και σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΔΕΑ). Το ΣΔΕΑ περιλαμβάνει μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης που αφορούν τον εφοδιασμό και την χρήση ενέργειας. Μερικά παραδείγματα έργων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης κατά τον ενεργειακό εφοδιασμό είναι οι δράσεις αναβάθμισης και αντικατάστασης των παλαιών μονάδων με νέες περιβαλλοντικά φιλικότερες, σύγχρονης τεχνολογίας και υψηλότερης απόδοσης. Επίσης μέσω προγραμμάτων συνεργασίας της Επιχείρησης με τις αρμόδιες Δημοτικές Υπηρεσίες αξιοποιείται η θερμότητα που παράγεται από ατμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής και παρέχει θερμική ενέργεια με τη μορφή θερμού νερού, για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης για αστική χρήση [3].

1.8. Απολιγνιτοποίηση

Το Εθνικό Σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα (ΕΣΕΚ, ΦΕΚ 4893/Β/2019), συμβαδίζοντας πλήρως με τον φιλόδοξο στόχο της Ε.Ε. ανάδειξης της Ευρώπης ως την πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο έως το έτος 2050, προβλέπει την πλήρη απολιγνιτοποίηση της Ελλάδας μέχρι το έτος 2028. Παρόλα αυτά η ΔΕΗ αποφάσισε την επιτάχυνση της απόσυρσης των υφιστάμενων λιγνιτικών της μονάδων, συνολικής ισχύος 3,4 GW, έως το έτος 2023 (Πίνακας 1.7). Μόνο η νέα Μονάδα Πτολεμαΐδα V προβλέπεται να λειτουργήσει με καύσιμο λιγνίτη έως το έτος 2025, ενώ έπειτα σχεδιάζεται να μετατραπεί σε μονάδα φυσικού αερίου, με αύξηση της ισχύος της σε 1.000 MW.

Πίνακας 1.7: Χρονοδιάγραμμα απόσυρσης υφιστάμενων λιγνιτικών μονάδων σύμφωνα με το ΕΣΕΚ [4]

Λιγνιτική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής	Ονομαστική ισχύς	Έτος απόσυρσης
Καρδιά 1	275	2019
Καρδιά 2	275	2019
Καρδιά 3	280	2021
Καρδιά 4	280	2021
Άγιος Δημήτριος 1	274	2022
Άγιος Δημήτριος 2	274	2022
Άγιος Δημήτριος 3	283	2022
Άγιος Δημήτριος 4	283	2022
Άγιος Δημήτριος 5	342	2023
Αμόνταιο 1	273	2020
Αμόνταιο 2	273	2020
Φλώρινα-Μελίτη	289	2023
Μεγαλόπολη 3	255	2022
Μεγαλόπολη 4	256	2023

Δεδομένου ότι όλες οι λιγνιτικές μονάδες της Ελλάδας σύμφωνα με το ΕΣΕΚ θα αποσυρθούν έως το έτος 2025, η ΔΕΗ συνδράμει στην προσπάθεια μετατροπής των λιγνιτικών περιοχών σε νέες βιώσιμες, οικονομικές δραστηριότητες καθώς και την επανακατάρτιση και επανατοποθέτηση του εργατικού δυναμικού για νέες δεξιότητες. Καθώς οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο λιγνίτη αποσύρονται, θα σταματήσουν να λειτουργούν και τα ορυχεία που τους προμηθεύουν. Στις παραπάνω παραγωγικές μονάδες (ορυχεία–σταθμοί παραγωγής) θα γίνει αποξήλωση και απομάκρυνση του εξοπλισμού καθώς και αποκατάσταση των πληγείσων εδαφών [3].

Παρόλα αυτά και σύμφωνα με τα νέα δεδομένα και τις πολιτικές εξελίξεις (πόλεμος Ουκρανίας-Ρωσίας, αύξηση της τιμής φυσικού αερίου και γενικότερα των καυσίμων και της ενέργειας κατά το έτος 2022) έγινε επιτακτική η επαναφορά μερικών λιγνιτικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το φθινόπωρο του έτους 2022 για την εξασφάλιση ενεργειακής επάρκειας και ασφάλειας της Ελλάδας, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι η ΔΕΗ και η Ελληνική Κυβέρνηση σταματούν το σχέδιο της απολιγνιτοποίησης της χώρας. Με βάση τις νέες συνθήκες προγραμματίζεται μια σταδιακή παύση της απόσυρσης των λιγνιτικών

μονάδων, ενώ εκτιμάται ότι η συνέχιση της απόσυρσης θα ολοκληρωθεί όπως είχε αρχικά προβλεφθεί (ΕΣΕΚ, ΦΕΚ 4893/Β/2019) το έτος 2028 και όχι το έτος 2025. Επιπλέον υπάρχει η πιθανότητα λίγες νεότερης τεχνολογίας λιγνιτικές εγκαταστάσεις να παραμείνουν σαν εφεδρικές με την προϋπόθεση ότι είναι οικονομικά βιώσιμες. Εκτός αυτών έχει προληφθεί στον εθνικό κλιματικό νόμο η επανεξέταση του χρονοδιαγράμματος της διακοπής της λειτουργίας των υφιστάμενων λιγνιτικών μονάδων το έτος 2023.

1.9. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ο όμιλος ΔΕΗ Α.Ε. είναι η πρωτοπόρα επιχείρηση στην χώρα μας που από το 1982 ασχολήθηκε με τον κλάδο των ΑΠΕ (Εικόνες 1.17 έως 1.19). Εκμεταλλευόμενη το πλούσιο φυσικό τοπογραφικό ανάγλυφο της Ελλάδας η εταιρία εξακολουθεί να κατασκευάζει φράγματα στην ροή των ποταμών και τεχνητές λίμνες ή δεξαμενές, χρησιμοποιώντας την υδροηλεκτρική ενέργεια της χώρας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να συμβάλει στη διατήρηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού (Εικόνα 1.17). Σε πολλές περιπτώσεις, τα έργα υδροηλεκτρικής ενέργειας αντικαθιστούν τα ορυκτά καύσιμα και έτσι συμβάλλουν καθοριστικά στη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η ΔΕΗ Α.Ε. κατέχει και διαχειρίζεται 16 μεγάλους ΥΗΣ σε διάφορες περιοχές της χώρας. Οι ΥΗΣ Σφηκιάς στον Αλιάκμονα και Θησαυρού στο Νέστο είναι αντλητικοί, δηλαδή αποθηκεύουν πιθανή περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας για να την προμηθεύσουν αργότερα σε περιόδους υπερβολικής ζήτησης σε σχέση με την παραγωγή. Η 100% θυγατρική της η ΔΕΗ Ανανεώσιμες συνεχίζει την παράδοση της μητρικής. Ο τομέας των ΑΠΕ θα αναλυθεί εκτενέστερα στο δεύτερο Κεφάλαιο [3].



Εικόνα 1.17: Υδροηλεκτρικός Σταθμός Πλατανόβρυσης στο Νομό Δράμας [3]



Εικόνα 1.18: Αιολικό πάρκο Μονής Τοπλού, Σητεία Κρήτη [3]



Εικόνα 1.19: Φωτοβολταϊκός Σταθμός Κύθνου της ΔΕΗ Ανανεώσιμες [3]

1.10. Ερευνητικά Έργα Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος

Η ΔΕΗ, στο πλαίσιο της πολιτικής της για τη βιώσιμη ανάπτυξη, συμμετέχει σε μια σειρά από εθελοντικές πρωτοβουλίες και ερευνητικά προγράμματα για την προστασία του Περιβάλλοντος. Μερικά αξιοσημείωτα προγράμματα είναι τα παρακάτω [3]:

- η αειφόρος χρήση απορρίψεων αποβλήτων εξόρυξης,
- η αξιολόγηση εκπομπών λιγνιτικών μονάδων σε διεργασίες βιομετατροπής προς καύσιμα και ειδικά χημικά-BIOMEK (Τ1ΕΔΚ-00279),
- η συνεισφορά των δενδροφυτεμένων εκτάσεων του ΛΚΔΜ στην προστασία του Περιβάλλοντος και στο μετριασμό της Κλιματικής Αλλαγής-Coformit (Τ1ΕΔΚ-02521) (Εικόνα 1.20),
- η βιομετατροπή του CO₂ σε βιοπροϊόντα υψηλής αξίας μέσω αειφόρων καλλιεργειών μικροφυκών CO₂-Bioproducts (Τ1ΕΔΚ-02681),
- οι ευφυείς τεχνολογίες επεξεργασίας νερού για εξοικονόμηση νερού σε συνδυασμό με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας και ανάκτηση υλικών σε βιομηχανίες έντασης ενέργειας –INTELWATT και άλλα.



Εικόνα 1.20: Δενδροφυτεμένη έκταση αποκατεστημένων εδαφών του Ορυχείου Αμυνταίου στα πλαίσια του ερευνητικού έργου Coformit [3]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ (ΔΕΗ)

2.1. Συμβατική Παραγωγή

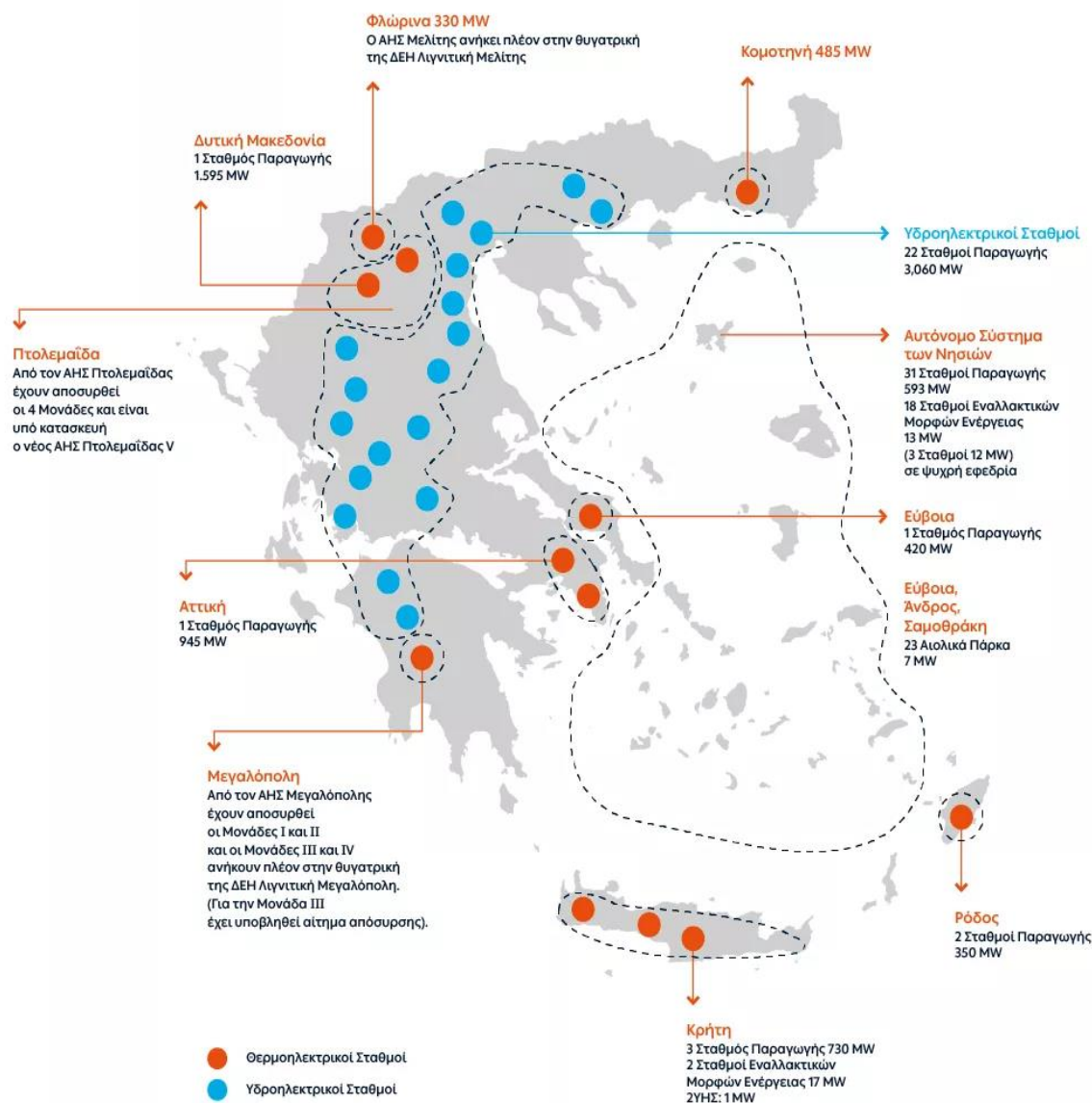
Η ΔΕΗ εξασφαλίζει την επάρκεια των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την Ελλάδα (Εικόνα 2.1). Η συμβατική παραγωγή περιλαμβάνει θερμοηλεκτρικά και λιγνιτικά έργα καθώς και εξαγωγή ορυκτών καυσίμων (λιγνίτη) από το υπέδαφος (ορυχεία). Ωστόσο, με επίκεντρο την καθαρή ενέργεια και την υλοποίηση πράσινων έργων έχουν ξεκινήσει δυναμικά τα μεγάλα έργα των ΑΠΕ, τα οποία θα αντικαταστήσουν σταδιακά τις λιγνιτικές μονάδες παραγωγής. Στη συνέχεια θα αναλυθούν οι δράσεις ώστε να γίνει η χώρα περιβαλλοντικά βιώσιμη.

Συμβατική Παραγωγή:

1) Θερμοηλεκτρική

Η ΔΕΗ σήμερα έχει τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου ως βασικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο τον λιγνίτη. Αποτελείται από πέντε μονάδες με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 1.595 MW. Η νέα Λιγνιτική Μονάδα της ΔΕΗ Α.Ε., ΑΗΣ Πτολεμαΐδας Μονάδα V με εγκατεστημένη ισχύ 660 MW, τέθηκε σε λειτουργία εντός του έτους 2022. Επίσης στη ΔΕΗ ανήκουν πλήρως δύο θυγατρικές εταιρίες. Η Λιγνιτική Μελίτης Α.Ε. στην οποία ανήκει ο ΑΗΣ Μελίτης συνολικής εγκατεστημένης Ισχύος 330 MW, και η Λιγνιτική Μεγαλόπολης Α.Ε., στην οποία ανήκουν οι Μονάδες III και IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης. Σήμερα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς της Λιγνιτικής Μεγαλόπολης είναι 600 MW, ενώ για τη Μονάδα III αναμένεται σύντομα να αποσυρθεί.

Γεωγραφική κατανομή σταθμών παραγωγής

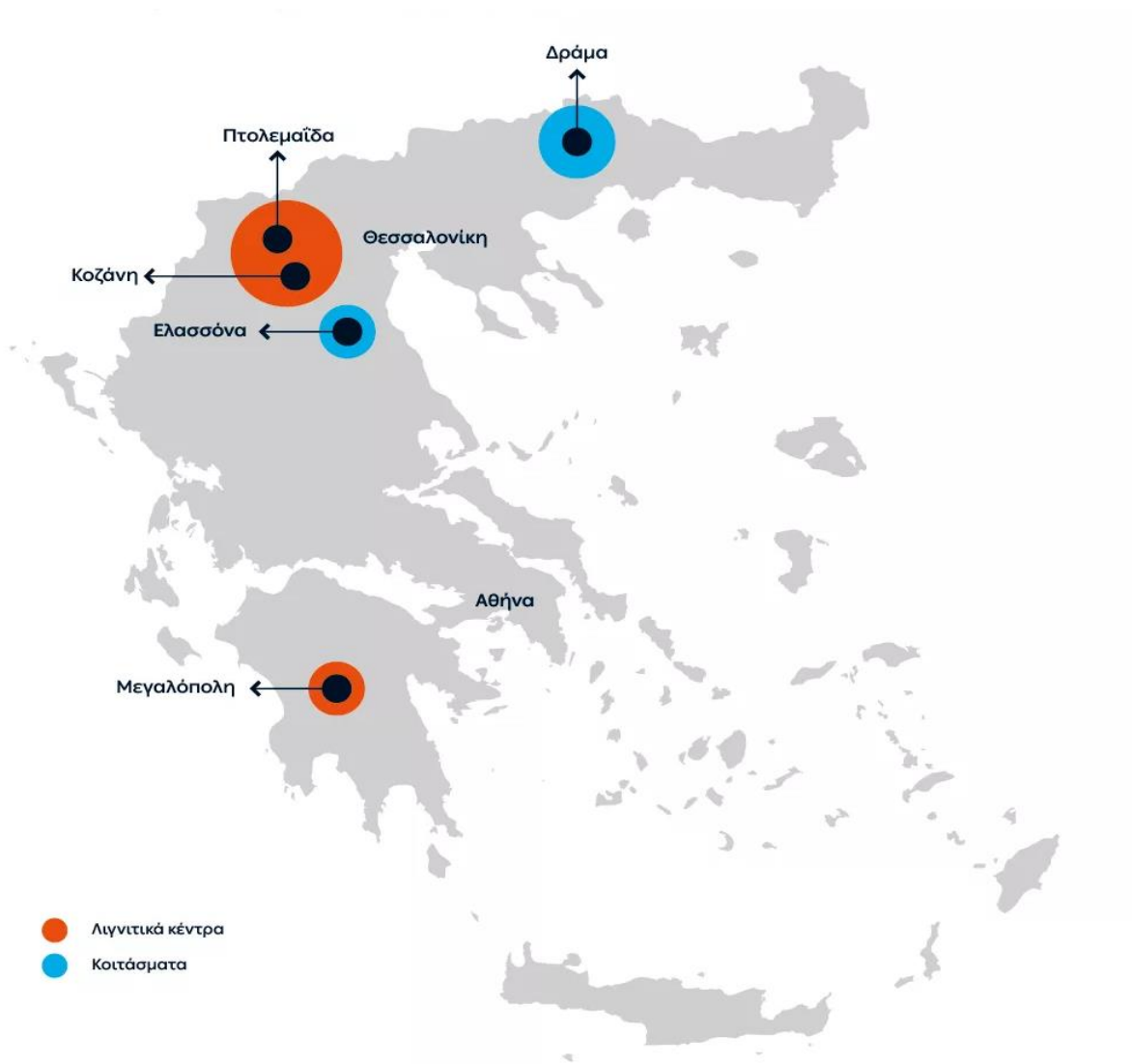


Εικόνα 2.1: Γεωγραφική κατανομή Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας [3]

2) Λιγνιτική

Τα λιγνιτωρυχεία, πρωτίστως της ΔΕΗ και δευτερευόντως των ιδιωτών, στις περιοχές Αλιβερίου, Κοζάνης–Πτολεμαΐδας-Φλώρινας και Μεγαλόπολης εξασφάλισαν, από το έτος 1955 και για ένα χρονικό διάστημα 65 ετών περίπου, τον λιγνίτη, μεγάλης σημασίας ενεργειακό καύσιμο και εγχώριο προϊόν για την ελληνική οικονομία, στον οποίο βασίστηκε ο εξηλεκτρισμός της χώρας από την ίδρυση της ΔΕΗ (Εικόνα 2.2). Το μεγαλύτερο Λιγνιτικό

Κέντρο της Ελλάδας αναπτύχθηκε στην ευρύτερη περιοχή Κοζάνης–Πτολεμαΐδας–Φλώρινας με την ανάπτυξη ορυχείων. Το έτος 2020, η παραγωγή λιγνίτη από τα Ορυχεία της περιοχής του ΛΚΔΜ ήταν 10,3 εκατομμύρια τόνοι. Το δεύτερο αξιοσημείωτο Λιγνιτικό Κέντρο της χώρας αναπτύχθηκε στην περιοχή της Μεγαλόπολης Αρκαδίας, με επιφανειακά Ορυχεία. Την πενταετία 2015-2019 η παραγωγή κυμαινόταν στο επίπεδο των 6 - 8 εκατομμυρίων τόνων ετησίως. Το έτος 2020 η παραγωγή λιγνίτη από τα ορυχεία Μεγαλόπολης ήταν 2,8 εκατομμύρια τόνοι [3].



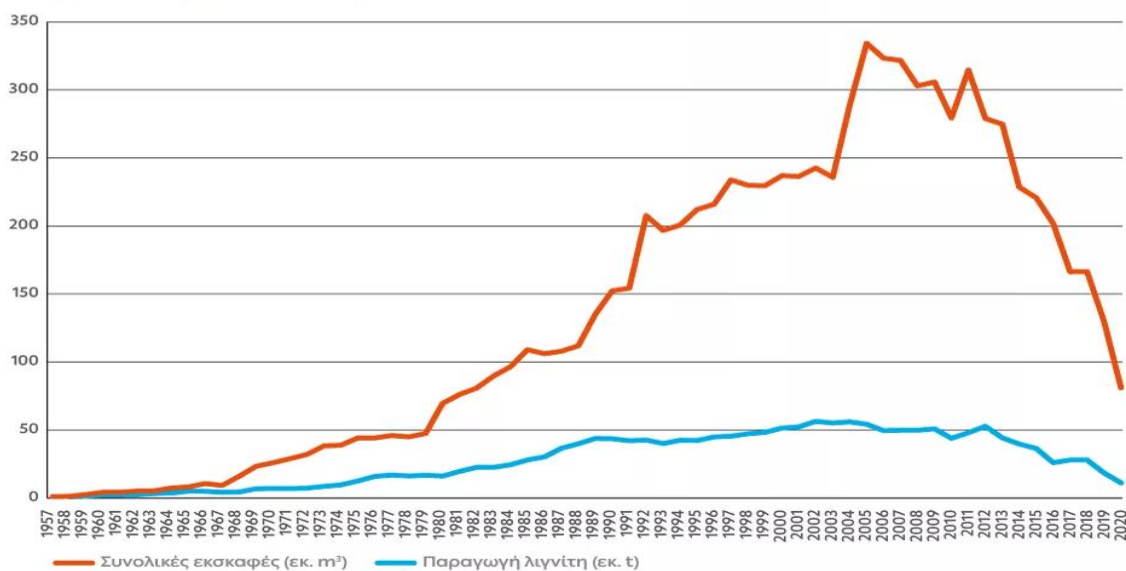
Εικόνα 2.2: Λιγνιτικά Κέντρα και τα σημαντικότερα κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα [3]

Σύμφωνα με το ισχύον Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ, ΚΥΣΟΠ/4/31.12.2019, ΦΕΚ 4893/Β'/31.12.2019), η απολιγνιτοποίηση της Ελλάδας θα

πραγματοποιηθεί το αργότερο έως το έτος 2028, με τα τωρινά όμως, δεδομένα ήδη έχει αρχίσει η σταδιακή παύση της λιγνιτικής παραγωγής (Εικόνα 2.3). Η ραγδαία μείωση της παραγωγής λιγνίτη σχετίζεται με τις δυσχερείς συνθήκες της αγοράς και την απόσυρση των λιγνιτικών σταθμών παραγωγής. Ήδη έχουν οριστικά τεθεί εκτός λειτουργίας και αποσυρθεί, τα παρακάτω μέσα παραγωγής (8/2021):

- ✓ Μονάδα I, II, III και IV ΑΗΣ Πτολεμαΐδας
- ✓ Μονάδα I και II ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ
- ✓ Μονάδα I, II, III και IV ΑΗΣ Αλιβερίου
- ✓ Μονάδα I, II και III ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου
- ✓ Μονάδα 8 και 9 ΑΗΣ Αγίου Γεωργίου
- ✓ Μονάδα I, II, III και IV ΑΗΣ Καρδιάς
- ✓ Μονάδα I και II ΑΗΣ Αμυνταίου-Φιλώτα
- ✓ Ορυχείο Πεδίου Αμυνταίου
- ✓ Ορυχείο Πεδίου Καρδιάς

και έως το τέλος του 2023 θα τερματιστεί και η παραγωγική λειτουργία των Ορυχείων Μεγαλόπολης [3].



Εικόνα 2.3: Διαχρονική εξέλιξη της παραγωγής λιγνίτη (σε εκατομμύρια τόνους) και συνολικών εκσκαφών (σε εκατομμύρια m³) στα ορυχεία Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου – Φλώρινας της ΔΕΗ [3]

2.2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η ΔΕΗ μετασχηματίζεται σε μια περιβαλλοντικά βιώσιμη εταιρία, επιταχύνοντας τις επενδύσεις σε ΑΠΕ (βλέπε ενότητα 1.9), συνεχίζοντας την απολιγνιτοποίηση των μονάδων παραγωγής της, ενώ έχει συνάψει σημαντικές συμφωνίες για την πραγματοποίηση «πράσινων» έργων σε όλη την χώρα [3].

2.2.1. Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μία από τις παλαιότερες, μεγαλύτερες και πιο διαδεδομένες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, η οποία χρησιμοποιεί την φυσική ροή του κινούμενου νερού για την δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 2.4). Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι εύκολο να αποκτηθεί (νερό = «καύσιμο») και χρησιμοποιείται ευρύτερα σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [6]. Το νερό σήμερα αποτελεί ανεξάρτητο φυσικό πόρο, του οποίου η αξία και η σπουδαιότητα στις μέρες μας συνεχώς αυξάνεται σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης ζωής, ενώ η διαθεσιμότητα του δεν είναι πάντοτε εύκολη. Γι' αυτό, η διαχείρισή του χρειάζεται να στοχεύει στην ορθή χρήση του με στόχο την κάλυψη των απαιτούμενων αναγκών με τον καλύτερο και πιο αποδοτικό τρόπο. Η Ελλάδα στο μεγαλύτερο μέρος της αποτελεί ορεινή χώρα (πάνω από το 80%), τα περισσότερα βουνά της είναι συγκεντρωμένα στα βορειοδυτικά της όπου οι περισσότερες περιοχές είναι κατάλληλες για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Ο θεωρητικός υδροδυναμικός όγκος της είναι περίπου 80 TWh ανά έτος. Το οικονομικά εκμεταλλεύσιμο υδροδυναμικό της ανήλθε στις 12 TWh. Μέχρι σήμερα έχει αναπτυχθεί σχεδόν το 40%.

Οι δεκαέξι συνολικά μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ με εγκατεστημένη ισχύ >15 MW) εντάσσονται σε τέσσερα κυρίως Συγκροτήματα και δύο Ανεξάρτητους ΥΗΣ, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 3.170,7 MW (Πίνακας 2.1) [3].

Πίνακας 2.1: Μεγάλοι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (ΥΗΣ) της ΔΕΗ [3]

Συγκροτήματα-ΥΗΣ	Περιοχές-Νομοί	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς
Συγκρότημα Αχελώου (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος Ι)	π. Αχελώος, Ν. Αιτωλοακαρνανίας, Δ. Στερεά Ελλάδα.	907,2 MW
Συγκρότημα Αλιάκμονα (Ιλαρίων, Πολύφυτο, Σφηκιά, Ασώματα/Άγρας, Εδεσσαίος).	π. Αλιάκμων, Ν. Κοζάνης/Ημαθίας, Δ./Κ. Μακεδονία / π. Εδεσσαίος, Ν. Πέλλας, Κ. Μακεδονία	1.020 MW
Συγκρότημα Αράχθου (Πηγές Αώου, Πουρνάρι Ι, Πουρνάρι ΙΙ)	π. Αώος/Αραχθος, Ν. Ιωαννίνων/Αρτας, Ήπειρος.	543,6 MW
Συγκρότημα ποταμού Νέστου (Θησαυρός, Πλατανόβρυση)	π. Νέστος, Ν. Δράμας, Α. Μακεδονία.	500 MW
Ν. Πλαστήρας	π. Ταυρωπός, Ν. Καρδίτσας	129,9 MW
Λάδωνας	π. Λάδων, Ν. Αρκαδίας, Πελοπόννησος	70 MW
Συνολικά	Συνολικά	Σύνολο
6	16 Μεγάλοι ΥΗΣ	3.170,7 MW

Ταυτόχρονα, η ΔΕΗ Ανανεώσιμες διαθέτει σήμερα 18 Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς σε λειτουργία 68 MW, 4 σε φάση κατασκευής 19 MW, ενώ αρκετά νέα έργα έχουν λάβει άδεια παραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το έτος 2020 έφτασε τις 136 GWh, ενώ από την λειτουργία των Μικρών Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΜΥΗΣ) αποφεύχθηκε η εκπομπή 94.108 τόνων CO₂, καλύπτοντας έτσι τις ανάγκες σε ενέργεια 37.104 ελληνικών νοικοκυριών [7].



Εικόνα 2.4: Υδραυλική Ενέργεια που παράγεται από την πτώση του νερού [7].

Πώς όμως χρησιμοποιείται η υδροηλεκτρική ενέργεια;

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 1.3.2., η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που παράγει ενέργεια χρησιμοποιώντας ένα φράγμα (Εικόνα 2.4) ή μια δομή εκτροπής για να μεταβάλει τη φυσική ροή ενός ποταμού ή άλλου υδατικού πόρου. Η υδροηλεκτρική ενέργεια βασίζεται στο σύστημα επαναφόρτισης του κύκλου του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιώντας ως «καύσιμο» το νερό που δεν μειώνεται ή εξαλείφεται στη διαδικασία. Υπάρχουν πολλοί τύποι υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων, αν και όλοι τροφοδοτούνται από την κινητική ενέργεια του ρέοντος νερού καθώς κινείται προς τα κάτω. Η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιεί στρόβιλους και γεννήτριες για να μετατρέψει αυτή την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια (βλέπε ενότητα 1.3.2.), η οποία στη συνέχεια τροφοδοτείται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να τροφοδοτήσει σπίτια, επιχειρήσεις και βιομηχανίες. Επειδή η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιεί νερό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι εγκαταστάσεις βρίσκονται συνήθως ακριβώς επάνω ή κοντά σε μια πηγή νερού. Η ενέργεια που διατίθεται από το κινούμενο νερό εξαρτάται τόσο από τον όγκο της ροής του νερού όσο και από την αλλαγή στην υψομετρική διαφορά από το υψηλότερο σημείο (κεφαλή) στο χαμηλότερο. Όσο μεγαλύτερη είναι η ροή και όσο σε υψηλότερη υψομετρική διαφορά βρίσκεται η κεφαλή, τόσο περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί. Το νερό στο εργοστάσιο ρέει μέσω ενός

σολήνα (γνωστός ως πυλωτής) και στη συνέχεια περιστρέφει τα πτερύγια ενός στροβίλου, ο οποίος, με τη σειρά του, περιστρέφει μια γεννήτρια που παράγει τελικά ηλεκτρισμό. Οι περισσότερες συμβατικές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ροής του ποταμού και των συστημάτων αντλίας αποθήκευσης [6].

Πλεονεκτήματα - Χρήσεις των ΥΗΣ - Υδροηλεκτρικής Ενέργειας

Η υδροηλεκτρική ενέργεια και η αποθήκευση νερού με αντλία συνεχίζουν να διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στον αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής παρέχοντας βασικές υπηρεσίες ενέργειας, αποθήκευσης και ευελιξίας (Εικόνα 2.5). Οι ΥΗΣ ως εγκαταστάσεις πολλαπλού σκοπού κατέχουν πρωταρχικό ρόλο στην εθνική οικονομία και συμβάλλουν τα μέγιστα στην κοινωνική ζωή των περιοχών που βρίσκονται και λειτουργούν. Παρακάτω είναι μερικά μόνο από τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει η υδροηλεκτρική ενέργεια [3, 6]:

- Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η ενέργεια που παράγεται μέσω της υδροηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται στον κύκλο του νερού, ο οποίος οδηγείται από τον ήλιο, καθιστώντας τον ανανεώσιμο. Οι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί συμβάλλουν σε ποσοστό περισσότερο από 9% στην συνολική παραγωγή της ΔΕΗ Α.Ε.
- Η υδροηλεκτρική ενέργεια τροφοδοτείται από το νερό, καθιστώντας την καθαρή πηγή ενέργειας.
- Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια εγχώρια πηγή ενέργειας, που επιτρέπει σε κάθε κράτος να παράγει τη δική του ενέργεια χωρίς να εξαρτάται από διεθνείς πηγές καυσίμων.
- Η υδροηλεκτρική ενέργεια δημιουργεί δεξαμενές και πολλές περιοχές των λιμνών των ΥΗΣ προσφέρουν ευκαιρίες αναψυχής, τουρισμού και ναυταθλητισμού, όπως αλιεία σε επαγγελματικό ή ερασιτεχνικό επίπεδο, κολύμπι, βαρκάδα, θαλάσσιο σκι, κωπηλασία, καγιάκ και άλλα. Οι περισσότερες εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας απαιτείται να παρέχουν κάποια δημόσια πρόσβαση στους ταμιευτήρες νερού για να επιτρέψουν στο κοινό να επωφεληθεί από αυτές τις ευκαιρίες.
- Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ευέλικτη. Ορισμένες εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας μπορούν γρήγορα να μεταβούν από τη μηδενική ισχύ στη μέγιστη απόδοση. Επειδή οι ΥΗΣ μπορούν να παράγουν ηλεκτρισμό στο δίκτυο αμέσως,

παρέχουν απαραίτητη εφεδρική ισχύ κατά τη διάρκεια μεγάλων διακοπών ή διακοπής ρεύματος. Οι ΥΗΣ εξαιτίας των ειδικών τους χαρακτηριστικών παρέχουν επικουρικές υπηρεσίες στο Ηλεκτρικό Σύστημα δηλαδή εφεδρεία ισχύος, ρύθμιση συχνότητας, τάσης και άλλα.

- Οι κύριοι ταμιευτήρες των ποταμών με την αποθηκευτική τους ικανότητα δημιουργούν ανάσχεση των πλημμυρικών φαινομένων παρέχοντας την αντιπλημμυρική προστασία στις κατάντη των ΥΗΣ περιοχές.

- Από τους ταμιευτήρες των ΥΗΣ αρδεύονται περίπου 5.000.000 στρέμματα συμβάλλοντας έτσι στην γεωργική παραγωγή της χώρας. Οι πληθυσμοί πολλών πόλεων υδρεύονται από τους ταμιευτήρες των ΥΗΣ.

- Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι προσιτή. Η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει ηλεκτρική ενέργεια χαμηλού κόστους και ανθεκτικότητα με την πάροδο του χρόνου σε σύγκριση με άλλες πηγές ενέργειας. Το κόστος κατασκευής μπορεί ακόμη και να μετριαστεί χρησιμοποιώντας προϋπάρχουσες κατασκευές, όπως γέφυρες, σήραγγες και φράγματα.

- Γενικά οι ΥΗΣ αναβαθμίζουν το περιβάλλον τους με τη δημιουργία οικοσυστημάτων στην περιοχή των λιμνών και με τη διατήρηση εντός των κοιτών των ποταμών των οικολογικών παροχών για τη διατήρηση της ιχθυοπανίδας



Εικόνα 2.5: Σταθμός Παραγωγής Υδροηλεκτρικής Ενέργειας [7]

2.2.2. Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μία ήπια και καθαρή μορφή ενέργειας που εκμεταλλεύεται την ανεξάντλητη δύναμη του ανέμου. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσής της ήταν τα ιστία (πανιά) των ιστιοφόρων και αργότερα οι ανεμόμυλοι στην στεριά. Ονομάζεται αιολική ενέργεια γιατί πήρε το όνομά της από τον θεό Αίολο που στην ελληνική μυθολογία ήταν ο θεός του ανέμου [1]. Ο άνεμος αυτός ο πολύτιμος φυσικός πόρος που διατίθεται άφθονα στην Ελλάδα, είναι μια μορφή ηλιακής ενέργειας που προέρχεται από έναν συνδυασμό τριών γεγονότων [8]:

1. την άνιση θέρμανση της ατμόσφαιρας από τον ήλιο.
2. την περιστροφή της γης.
3. την ετερογένεια της επιφάνειας της γης.

Στην σύγχρονη εποχή η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας πραγματοποιείται μέσω των ανεμογεννητριών (Α/Γ). Οι ανεμογεννήτριες (σύγχρονοι ανεμόμυλοι) είναι μηχανές που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σταδιακά σε ηλεκτρική. Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιείται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική μέσω της συνεχούς περιστροφής του άξονα της πτερωτής. Στο δεύτερο στάδιο μέσω της γεννήτριας επιτυγχάνεται η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική [9].

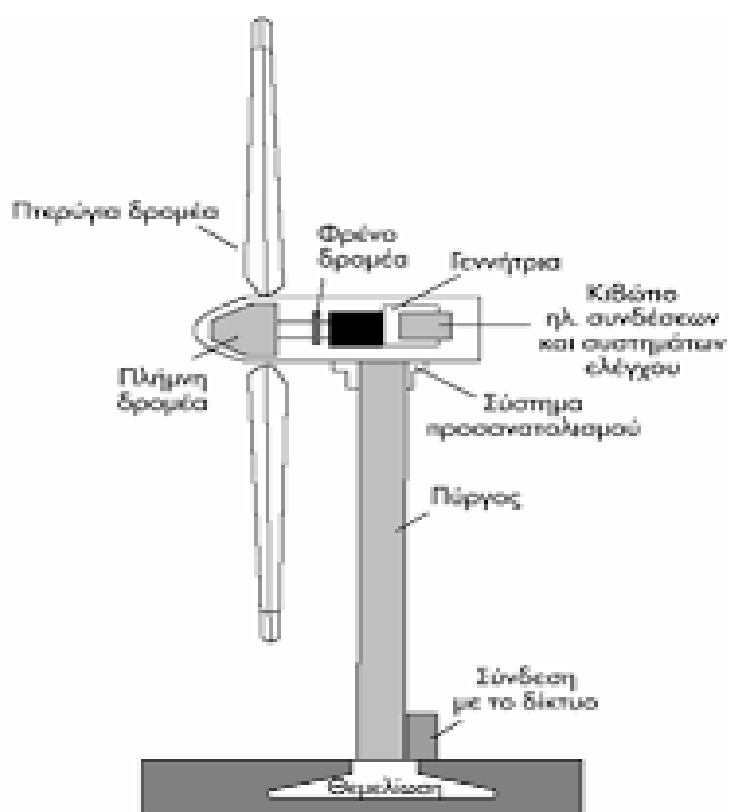
Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες, οι οποίες εντάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες (Εικόνα 2.6) [10]:

A) Οριζόντιου άξονα που έχουν κυριαρχήσει τις τελευταίες δεκαετίες παρόλο που είναι παλιές. Η συντριπτική πλειοψηφία των Α/Γ που είναι εγκατεστημένες στα αιολικά πάρκα, είναι τέτοιου τύπου. Ένα βασικό πλεονέκτημα αυτών των ανεμογεννητριών είναι, ότι έχουν την δυνατότητα να πετυχαίνουν υψηλότερη ταχύτητα περιστροφής και επομένως χρειάζονται κιβώτιο ταχυτήτων με χαμηλότερο λόγο πολλαπλασιασμού περιστροφής, άρα παράγουν και περισσότερη ενέργεια.

B) Κατακόρυφου άξονα που αναπτύχθηκαν εμπορικά την περίοδο 1970-1980 και έπειτα σταμάτησε η χρήση τους λόγω των μειονεκτημάτων που παρουσίαζαν σε σχέση με τις Α/Γ οριζόντιου άξονα. Μερικά σοβαρά μειονεκτήματα είναι η μεγάλη διακύμανση της ωφέλιμης ροπής σε κάθε περιστροφή, η μικρή δυνατότητα επιλογών για την ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής σε υψηλές ταχύτητες ανέμων. Για αυτούς τους λόγους παράγουν λιγότερη ενέργεια και δημιουργούν προβλήματα στην ενσωμάτωσή τους κυρίως σε μεγάλα αιολικά πάρκα.



Εικόνα 1.6: Είδη Ανεμογεννητριών [12].



Εικόνα 2.7: Τα βασικά μέρη μιας Ανεμογεννήτριας [11]

Πολλές Α/Γ μαζί συγκροτούν ένα αιολικό πάρκο. Οι ανεμογεννήτριες τροφοδοτούν με ενέργεια το ηλεκτρικό δίκτυο και βρίσκονται συνήθως τοποθετημένες στην ξηρά σε λόφους

και πεδιάδες. Αξίζει να αναφερθεί, ότι ένα μικρό ποσοστό Α/Γ μπορεί να τις συναντήσουμε θεμελιωμένες στην θάλασσα και πλωτές στους ωκεανούς (υπεράκτια αιολικά πάρκα) κυρίως στο εξωτερικό. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία Α/Γ ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα τους. Ο πιο συνηθισμένος τύπος είναι με τα τρία πτερύγια τοποθετημένα σε έναν οριζόντιο άξονα (Εικόνα 2.7).

Μερικά από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας είναι [8]:

- ◆ Είναι μια «καθαρή και ήπια» μορφή ενέργειας, με πλούσιο περιβαλλοντικό όφελος (μη ρυπογόνος πηγή καυσίμων), η οποία αντικαθιστά τα ορυκτά καύσιμα και συμβάλλει στον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (Ευρωπαϊκοί κλιματικοί στόχοι 2050).

- ◆ Ως πηγή ανανεώσιμης ενέργειας είναι ανεξάντλητη, απεριόριστη και δωρεάν. Ο άνεμος είναι μια μορφή ηλιακής ακτινοβολίας, επομένως όσο υπάρχει ο ήλιος, τόσο θα υπάρχει ο άνεμος, άρα τα αιολικά πάρκα θα παράγουν ενέργεια.

- ◆ Είναι οικονομικά αποδοτική και σχετικά πιο φθηνή σε σχέση με τις νέες πηγές ενέργειας. Οι τοποθεσίες των αιολικών πάρκων μπορούν ταυτόχρονα να χρησιμοποιηθούν για άλλες δραστηριότητες, όπως αγροτικές καλλιέργειες και άλλους σκοπούς.

- ◆ Επίσης, στις περιοχές των αιολικών πάρκων δημιουργούνται πληθώρα νέων θέσεων εργασίας και εκτός από τις υπεργολαβίες, και καταβάλλονται τέλη (μίσθωμα) στις τοπικές κοινωνίες. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν πολλά οφέλη για τους τοπικούς πληθυσμούς.

- ◆ Παράλληλα, ο αιολικός κλάδος έχει ωφελήσει και έχει δημιουργήσει επενδύσεις στον τομέα της ναυπηγίας, της χαλυβουργίας, του άνθρακα και της χημικής βιομηχανίας.

Η ΔΕΗ μέσω της θυγατρικής της ΔΕΗ Ανανεώσιμες αξιοποιεί τον ανεξάντλητο φυσικό πόρο τον άνεμο και δημιουργεί αιολικά πάρκα (Εικόνα 2.), τόσο σε νησιωτικά όσο και σε ηπειρωτικά τμήματα της Ελλάδας. Πέρα από τα περιβαλλοντικά οφέλη που απορρέουν από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η δημιουργία αιολικών πάρκων στις νησιωτικές περιοχές συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην ενεργειακή αυτονομία τους. Ενδεικτικό είναι ότι η λειτουργία ενός Αιολικού Πάρκου (ΑΠ) ισχύος 10 MW προσφέρει ετησίως την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται 7.250 νοικοκυριά και συμβάλλει στην εξοικονόμηση σχεδόν 7.000 τόνων πετρελαίου. Η εγκατεστημένη ισχύς των ΑΠ της ΔΕΗ Ανανεώσιμες ανέρχεται περίπου σε 115 MW, προερχόμενη από 31 Αιολικά Πάρκα, ενώ το έτος 2020 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανήλθε σε 157 GWh. Μέσω της λειτουργίας των

ΑΠ αποφεύχθηκε η εκπομπή 108.640 τόνων CO₂, καλύπτοντας έτσι, τις ανάγκες σε ενέργεια 42.833 ελληνικών νοικοκυριών [3].



Εικόνα 2.8.: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες [19].

2.2.3. Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια άφθονη και πρακτικά απεριόριστη μορφή ενέργειας, καθώς προέρχεται από τον ήλιο, έναν ανεξάντλητο φυσικό πόρο, όπου η εκμετάλλευση της ενέργειας πραγματοποιείται χωρίς περιορισμό χώρου και χρόνου. Στην σύγχρονη εποχή, η τεχνολογία αξιοποιεί ένα ελάχιστο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που φθάνει στη γη με τρία βασικά είδη συστημάτων (Εικόνα 2.9) [1]:

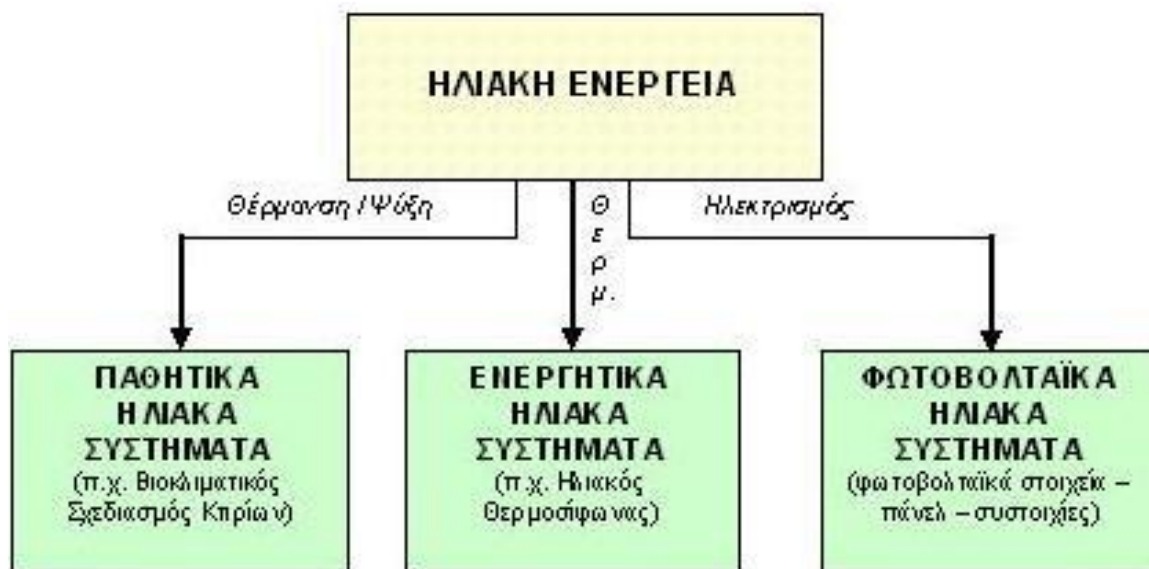
1) Τα Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (Ηλιακοί θερμοσίφωνες, παράγουν ζεστό νερό που χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή βιομηχανική χρήση, τελευταία ακόμα και για τη θέρμανση και ψύξη χώρων) (Εικόνα 2.10).

2) Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα (για τον φυσικό φωτισμό κτιρίων ή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτά, όπως ηλιακοί τοίχοι, θερμοκήπια και άλλα).

3) Τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα (πρόκειται για συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια). Ανάλογα με την χρήση του ρεύματος που παράγεται κατατάσσονται σε:

- i. Αυτόνομα συστήματα (από την παραγωγή στην κατανάλωση).

ii. Διασυνδεδεμένα συστήματα (διοχέτευση ενέργειας στο δίκτυο μεταφορά αλλού).



Εικόνα 2.9: Τρία βασικά συστήματα αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας [1]

Η ΔΕΗ αξιοποιεί την πολύτιμη δύναμη της ηλιακής ενέργειας, η οποία υπάρχει απλόχερα στην Ελλάδα λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντάς την σε ηλεκτρική. Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες διαθέτει Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) Πάρκα που βρίσκονται σε λειτουργία σε 3 νησιώτικες περιοχές της χώρας, στη Σίφνο, στην Κύθνο και στην Κρήτη. Επιπρόσθετα, η ΔΕΗ Ανανεώσιμες βρίσκεται στην ολοκλήρωση νέων μεγάλων Φωτοβολταϊκών Πάρκων στην Πτολεμαΐδα και στην Μεγαλόπολη, τα οποία θα θεωρούνται από τα μεγαλύτερα Φ/Β πάρκα στον κόσμο μελλοντικά. Αυτά τα Φ/Β πάρκα θα καλύψουν τις ανάγκες ηλεκτροδότησης 28.000 σπιτιών και θα ελαττώσουν σημαντικά το ανθρακικό αποτύπωμα και τους εκπεμπόμενους επιβλαβείς αέριους ρύπους (SO₂ και NO_x) [7].

Μερικά από τα σημαντικότερα οφέλη της ηλιακής ενέργειας και των φωτοβολταϊκών συστημάτων (Εικόνα 2.10) είναι [13]:

- Η αθόρυβη λειτουργία, η αξιοπιστία και η μεγάλη διάρκεια ζωής τους με ελάχιστη συντήρηση.
- Η ανεξαρτησία που προσφέρουν από την τροφοδοσία καυσίμων στις πιο απομακρυσμένες περιοχές και η δυνατότητα επιλογής ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες του καταναλωτή.
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανανεώσιμη, καθαρή και ανεξάντλητη.

- Τα φωτοβολταϊκά αποτελούν τα πλέον ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής, καθώς χρησιμοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία, τον ανεξάντλητο ενεργειακό πόρο της Ελλάδας, παρέχοντας έτσι ανεξαρτησία και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία, αλλά ταυτόχρονα διαθέτουν ευκολία χρήσης καθώς αποφεύγονται άσκοπες μετακινήσεις μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

- Επιπλέον τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι υψίστης σημασίας, αφού αντικαθιστούν τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα και συνεπώς αποφεύγεται η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα και άλλων επικίνδυνων ρύπων (αιωρούμενων μικροσωματιδίων, οξειδίων του αζώτου, ενώσεων του θείου και άλλων) στην ατμόσφαιρα περιορίζοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου, της κλιματικής αλλαγής και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.



Εικόνα 2.10: Φωτοβολταϊκά στοιχεία-πάνελ [7]

2.2.4. Γεωθερμική Ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια ήπια και ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, που παράγεται από την εκμετάλλευση του υπόγειου γεωθερμικού δυναμικού, δηλαδή της θερμότητας που περιέχεται στο εσωτερικό της γης, η οποία προκαλεί τη δημιουργία διαφόρων

γεωλογικών φαινομένων σε παγκόσμια κλίμακα [9]. Η μετάδοση θερμικής ενέργειας πραγματοποιείται με δύο τρόπους [1]:

- a. Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια της γης
- b. Με ρεύματα μεταφοράς

Η αξιοποίηση της γεωθερμίας κατέχει τεράστια σημασία για τον άνθρωπο σήμερα, καθώς είναι μια πρακτικά απεριόριστη πηγή ενέργειας και συμβάλει αποτελεσματικά στην κάλυψη των αναγκών του [1]. Η θερμότητα που απελευθερώνεται από τον πυρήνα της γης (Εικόνα 2.11), χρησιμοποιείται ήδη προς εκμετάλλευση από το 1904 για την παραγωγή «πράσινης» ενέργειας. Για την παραγωγή ενέργειας καθοριστικό ρόλο διαδραματίζουν τα γεωθερμικά ρευστά, δηλαδή υπόγειες δεξαμενές νερού από θαλάσσια ή άλλα ύδατα, τα οποία θερμαίνονται σε θερμοκρασίες που μερικές φορές ξεπερνούν τους 350°C, λόγω της τριβής τους με πετρώματα, τα οποία έχουν θερμανθεί από τη λάβα που βρίσκεται στο εσωτερικό της γης. Έτσι, η άντληση των γεωθερμικών ρευστών σε σχέση με τις σύγχρονες τεχνολογίες επιτρέπουν όχι μόνο την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος αλλά και την χρήση τους σε άλλες εφαρμογές, όπως η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού, η ξήρανση αγροτικών προϊόντων, η θέρμανση και ψύξη χώρων, η τηλεθέρμανση, η θέρμανση των θερμοκηπίων, τα θερμά λουτρά, οι ιχθυοκαλλιέργειες και άλλα. Η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό και έως σήμερα έχουν εντοπιστεί γεωθερμικά πεδία σε 30 περιοχές σε όλη τη χώρα, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν [9]. Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί έναν από τους βασικούς τομείς ανάπτυξης των ΑΠΕ και εντάσσεται στους πρωταρχικούς στόχους του επιχειρησιακού σχεδίου της ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. [7].



Εικόνα 2.11: Γεωθερμικό Πεδίο [7]

Τα γεωθερμικά συστήματα παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα [14]:

- ✓ Η γεωθερμική ενέργεια είναι ανανεώσιμη, ήπια μορφή ενέργειας ανεξάντλητη, προσιτή και απόλυτα φιλική προς το περιβάλλον.
- ✓ Αντικαθιστούν τα συμβατικά καύσιμα και συντελούν στην προστασία του περιβάλλοντος, αφού περιορίζουν τις εκπομπές αέριων ρύπων και τα συνεπακόλουθα προβλήματά τους (όξινη βροχή, φαινόμενο του θερμοκηπίου, καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος και άλλα).
- ✓ Μπορούν να προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας και αξιοπιστία, γιατί μειώνουν το κόστος θέρμανσης-ψύξης και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα καθώς είναι «κλειστά» συστήματα που εγκαθίστανται μέσα στα κτίρια ή υπόγεια.
- ✓ Η συντήρησή τους είναι απλή και δεν παρουσιάζει βλάβες έπειτα από παρατεταμένη χρήση.
- ✓ Είναι αθόρυβα στην χρήση τους και σε μεγάλες εγκαταστάσεις μπορεί να πραγματοποιηθεί εξοικονόμηση χρημάτων λόγω της μεταφοράς ζέστης ή κρύου από συγκεκριμένες ζώνες ενός κτιρίου σε άλλες.

2.2.5. Ενέργεια Βιομάζας

Η βιομάζα είναι η ενέργεια που παράγεται από υλικά οργανικής προέλευσης, όπως από υπολείμματα γεωργικών καλλιιεργειών και δασικών εργασιών, παραπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών, ζωικά απόβλητα, οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων και ενεργειακές καλλιέργειες. Η βιομάζα μπορεί να έχει πολλαπλές χρήσεις ανάλογα με το είδος και τις δυνατότητες τελικής αξιοποίησης της (παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, υγρών βιοκαυσίμων και άλλα) (Εικόνα 2.12) [3]. Η βιομάζα είναι η πιο παλιά ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, ενώ οι πρώτες ύλες της διαχωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες [16]:

Α) Υπολειμματικές μορφές, οι οποίες χωρίζονται με την σειρά τους σε τέσσερις υποκατηγορίες:

- ✓ Γεωργικής προέλευσης
- ✓ Δασικής προέλευσης
- ✓ Ζωικής προέλευσης

✓ Αστικά απόβλητα (Εικόνα 2.14)

Β) Ενεργειακές μορφές (καλλιέργειες), η βιομάζα των οποίων συγκροτεί τα βιοκαύσιμα, τα οποία κατηγοριοποιούνται σε:

- ❖ Βιοαιθανόλη
- ❖ Βιοαέριο
- ❖ Βιοντίζελ
- ❖ Βιομεθανόλη
- ❖ Βιομεθυλαιθέρας
- ❖ Συνθετικά βιοκαύσιμα
- ❖ Βιοϋδρογόνο
- ❖ Καθαρά φυτικά έλαια και άλλα



Εικόνα 2.12: Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας [15]

Οι πιο βασικές μέθοδοι μετατροπής της βιομάζας σε βιοκαύσιμα (Εικόνα 2.13) και ενέργεια είναι [16]:

- Η καύση είναι μία αντίδραση κατά την οποία απελευθερώνεται θερμότητα, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και έπειτα μετατρέπεται σε ισχύ. Η βιομάζα θεωρείται το πιο ανανεώσιμο καύσιμο, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντικαθιστώντας τον άνθρακα.

- Η πυρόλυση είναι η διαδικασία, κατά την οποία αποσυντίθεται ο άνθρακας με θερμικά μέσα και απουσία του οξυγόνου προς δημιουργία υγρών βιοκαυσίμων, όπως βιοντίζελ, βιοαερίου και άλλων.

- Η αεριοποίηση πραγματοποιείται με μερική οξείδωση του άνθρακα σε υψηλή θερμοκρασία και το σημαντικό πλεονέκτημα είναι οι χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα.

- Η ανθρακοποίηση πραγματοποιείται σε εξωτερικούς χώρους ή σε δοχεία σε σχήμα φιάλης για να προσφέρουν υψηλότερη απόδοση και η βιομάζα μετατρέπεται σε ένα ανθρακούχο υλικό υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα.

- Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας είναι μια διαδικασία που πραγματοποιείται με απουσία οξυγόνου. Η πρώτη ύλη αποτελείται από οργανικές ουσίες και μικροοργανισμούς και το παραγόμενο βιοκαύσιμο είναι το βιοαέριο.

- Η διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης έχει ως τελικό αποτέλεσμα αλκοόλες, όπου ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται αγροτικά προϊόντα.

Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα της βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι [16]:

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό αποτύπωμα άνθρακα. Θεωρείται ότι δεν απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα, καθώς τα φυτά, από τα οποία έχει παραχθεί η βιομάζα, το δεσμεύουν κατά την διαδικασία αυτήν και έτσι δεν εντείνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

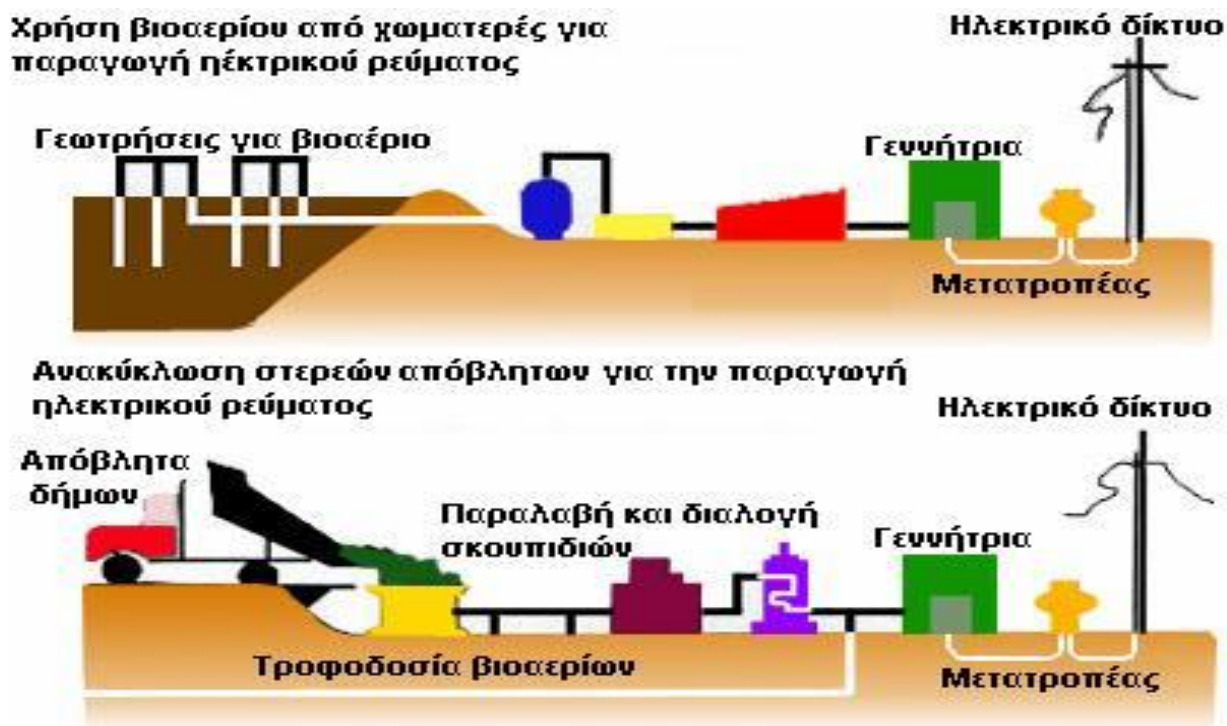
- Επίσης ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η χαμηλή ύπαρξη θείου που συμβάλλει στον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα και κατά συνέπεια απουσία της όξινης βροχής.

- Επιπλέον η βιομάζα αποτελεί εγχώρια πηγή ενέργειας και η αξιοποίηση της συμβάλλει στην ενεργειακή αυτονομία, στην μείωση της εξάρτησης εισαγόμενων καυσίμων και στην εξοικονόμηση εισοδήματος.

- Ένα εξίσου αξιόλογο όφελος είναι η αύξηση της ζήτησης νέων θέσεων εργασίας στις αγροτικές περιοχές κυρίως με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη «συγκράτηση» του πληθυσμού στον τόπο τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής.



Εικόνα 2.13: Πρώτες ύλες βιομάζας, μέθοδοι παραγωγής βιοκαυσίμων από βιομάζα και παραγωγή ενέργειας [17]



Εικόνα 2.14: Μετατροπή βιομάζας σε ηλεκτρική ενέργεια [18]

2.2.6. Υβριδικά Συστήματα

Τα υβριδικά συστήματα παραγωγής ενέργειας στηρίζονται στον συνδυασμό δύο μορφών ΑΠΕ (Εικόνα 2.15):

1. Την Αιολική ενέργεια
2. Την Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. μετά από μακροχρόνιες έρευνες κατέληξε στην αξιοποίηση των υβριδικών συστημάτων ως λύση στο σημαντικό ζήτημα της αποθήκευσης και διανομής της ενέργειας που παράγεται. Ένα αξιόλογο παράδειγμα είναι η κατασκευή του Υβριδικού Ενεργειακού Έργου της νήσου Ικαρίας, το οποίο είναι το μοναδικό του είδους του στην Ευρώπη. Το έργο αποτελείται από το Αιολικό Πάρκο της Στραβοκουντούρας, τον Μικρό Υδροηλεκτρικό Σταθμό (ΜΥΗΣ) Προεσπέρας και τον ΜΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας. Η συνολική ισχύς του έργου ανέρχεται σε 6,85 MW και το 2020 η παραγωγή ανήλθε σε 2 GWh. Κύριος σκοπός του υβριδικού συστήματος είναι η αύξηση της διείσδυσης των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό δίκτυο της νήσου Ικαρίας και η αντίστοιχη μείωση της ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από πετρέλαιο στον Τοπικό Σταθμό Παραγωγής στον Άγιο Κήρυκο. Η επιτυχής λειτουργία του έργου θα αποτελέσει μελλοντικά τη βάση για την επίτευξη της ενεργειακής αυτονομίας μη διασυνδεδεμένων στο ηλεκτρικό σύστημα απομακρυσμένων νησιών και νησιωτικών συμπλεγμάτων με χρήση αποκλειστικά ΑΠΕ [7].



Εικόνα 2.15: Ενεργειακό Υβριδικό Έργο ΑΠΕ [7]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΑΗΣ ΔΕΗ ΚΕΡΑΤΕΑΣ-ΛΑΥΡΙΟΥ

Ο Ατμοηλεκτρικός Σταθμός της Δημόσιας Εταιρείας Ηλεκτρισμού Κερατέας-Λαυρίου (ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου) είναι εγκατεστημένος σε παραθαλάσσιο γήπεδο, ιδιοκτησία της ΔΕΗ Α.Ε., στην περιοχή του όρμου Αγίου Νικολάου Θορικού, στην θέση Φραγκολίμανο, περίπου 4 χιλιόμετρα βόρεια της πόλης του Λαυρίου, Περιφερειακή Ενότητα Ανατολικής Αττικής, Περιφέρεια Αττικής (Εικόνα 3.1). Το Λαύριο βρίσκεται 40 χιλιόμετρα Νοτιοανατολικά της Αθήνας (οδικώς 60 χιλιόμετρα και 7 χιλιόμετρα βόρεια του ακρωτηρίου του Σουνίου). Το Λαύριο είναι μια μικρή πόλη στο νοτιοανατολικό μέρος της Αττικής και ανήκει στο Δήμο Λαυρεωτικής. Είναι γνωστό από την κλασσική αρχαιότητα για την εξόρυξη ασήμιου που ήταν μία από τις κύριες πηγές εισοδήματος της πόλης-κράτους της Αθήνας για την παραγωγή νομισμάτων και την χρηματοδότηση του Αθηναϊκού Στόλου [1].



Εικόνα 3.1: Ατμοηλεκτρικός Σταθμός της Δημόσιας Εταιρείας Ηλεκτρισμού Κερατέας-Λαυρίου (ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου).

Περιγραφή της εγκατάστασης

Εντός του σταθμού ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου ευρίσκονται:

α) Οι μονάδες I και II του ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου, με ονομαστική ισχύος 150 και 300 MWe (Megawatt electrical) αντιστοίχως, οι οποίες έχουν αποσυρθεί οριστικά σύμφωνα με την Απόφαση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) 405/2016.

β) Η μονάδα III του ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου, ονομαστικής ισχύος 176,5 MWe, η οποία έχει αποσυρθεί οριστικά σύμφωνα με την Απόφαση ΡΑΕ 654/2014.

γ) Η μονάδα IV του ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου, ονομαστικής ισχύος 559,9 MWe.

δ) Η μονάδα V του ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου, ονομαστικής ισχύος 385,25 MWe.

Οι ενεργές Μονάδες IV και V του ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου λειτουργούν σε 24ωρη βάση σε μεταβλητό φορτίο, σύμφωνα με τις οδηγίες που εκδίδονται από τον Ανεξάρτητο Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ Α.Ε.) για την ασφαλή, σταθερή και οικονομικότερη εκμετάλλευση ολόκληρου του συστήματος παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή του διασυνδεδεμένου Συστήματος. Η καθαρή ηλεκτρική απόδοση της Μονάδας IV κατά την παραλαβή της καθορίστηκε στο 51,29 %, ενώ με τα τρέχοντα στοιχεία λειτουργίας, ο συνολικός βαθμός απόδοσης της Μονάδας κυμαίνεται στο 45 %. Αντίστοιχα η καθαρή ηλεκτρική απόδοση της Μονάδας V κατά την παραλαβή της καθορίστηκε στο 56,32 %, ενώ σύμφωνα με τα τρέχοντα στοιχεία λειτουργίας, ο συνολικός βαθμός απόδοσης της Μονάδας κυμαίνεται στο 55 %. Συνοπτικά τα βασικά στοιχεία των μονάδων παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Μονάδες Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου [2].

A/A	Μονάδα	Καύσιμο	Ονομαστική Ισχύς (MW)	Λειτουργική Κατάσταση	Έτος Ένταξης
1	A/H No1	Μαζούτ	150	Έχει αποσυρθεί οριστικά (ΡΑΕ 405/2016)	1982

2	A/H No2	Μαζούτ	300	Έχει αποσυρθεί οριστικά (ΡΑΕ 405/2016)	1983
3	A/H No3	Φυσικό Αέριο	176,5	Έχει αποσυρθεί οριστικά (ΡΑΕ 654/2014)	1997
4	A/H No4	Φυσικό Αέριο	559,9	Εν Λειτουργία	1999
5	ΜΣΚ No5	Φυσικό Αέριο	385,25	Εν Λειτουργία	2006

3.1. Κύρια Περιγραφή του ΑΗΣ

Ο ΑΗΣ αποτελείται από τα εξής κύρια τμήματα και εγκαταστάσεις [2]:

Μονάδα IV (Συνδυασμένος Κύκλος) [2]:

- Τρεις (3) αεριοστροβίλους ονομαστικής ισχύος 119 MWe έκαστος.
- Έναν (1) ατμοστρόβιλο ονομαστικής ισχύος 202,9 MWe.
- Τρεις (3) λέβητες ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων αεριοστροβίλων.
- Συμπυκνωτή ατμού (κύριο ψυγείο), στον οποίο εισέρχεται ο ατμός που εξέρχεται από τον Ατμοστρόβιλο. Στην εγκατάσταση αυτή, ο ατμός συμπυκνώνεται με τη βοήθεια ψυκτικού νερού και το συμπύκνωμα, μέσω αντλιών, επιστρέφει στους λέβητες ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων
 - Κυκλώματα νερού-ατμού, αέρα καύσης και καυσαερίων
 - Έξι (6) Καπνοδόχους, δύο (2) για κάθε αεριοστρόβιλο, ύψους 80 m και διαμέτρου 7 m
 - Κτίριο στροβιλοστασίου εντός του οποίου βρίσκονται οι αεριοστρόβιλοι και ο ατμοστρόβιλος
 - Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος H/Z σε ξεχωριστή κτιριακή εγκατάσταση

- Συστήματα ψύξης με θαλασσίνο και απιονισμένο νερό
- Συγκρότημα άντλησης θαλασσινού νερού ψύξης
- Συστήματα λίπανσης
- Μετασχηματιστές ανύψωσης και βοηθητικοί μετασχηματιστές
- Σύστημα παραγωγής και έγχυσης υποχλωριώδους νατρίου (ηλεκτροχλωρίωση) στο κύριο ψυκτικό κύκλωμα, με την αντίστοιχη δεξαμενή αποθήκευσης
- Τρία (3) στέγαστρα φιαλών διοξειδίου του άνθρακα, ένα για κάθε αεριοστρόβιλο
- Σταθμό υποδοχής φυσικού αερίου, που περιλαμβάνει μετρητή κατανάλωσης, καθώς και συστήματα ελέγχου–αυτοματισμών, υποβιβασμού πίεσης, καθαρισμού και προθέρμανσης του φυσικού αερίου
- Τρία (3) κτίρια εισόδου φυσικού αερίου, ένα για κάθε αεριοστρόβιλο
- Δύο (2) Δεξαμενές Ημερήσιας Κατανάλωσης Ντίζελ για την περίπτωση έκτακτης ανάγκης λειτουργίας της μονάδας IV με καύσιμο ντίζελ, χωρητικότητας 1.120 m³ και 1.650 m³, με το αντίστοιχο αντλιοστάσιο καυσίμων
- Συγκρότημα κατεργασίας καυσίμου ντίζελ σε ξεχωριστή κτιριακή εγκατάσταση, δυναμικότητας 40–220 m³/h, τεχνολογίας ηλεκτρικής συσσωμάτωσης, για την κατεργασία του καυσίμου ντίζελ, στη περίπτωση που χρησιμοποιηθεί στη Μονάδα IV
- Δύο (2) αποστακτήρες για την παραγωγή αφαλατωμένου νερού από θαλασσίνο νερό, δυναμικότητας 2 x 40 m³/h
- Δύο (2) παράλληλες στήλες απιονισμού με ιονεναλλακτικές ρητίνες δυναμικότητας 2 x 100 m³ /h
- Μια (1) δεξαμενή απιονισμένου νερού, χωρητικότητας 1.500 m³
- Δύο (2) δεξαμενές απιονισμένου νερού χωρητικότητας 900 m³ καθεμιά

Μονάδα V (Συνδυασμένος Κύκλος) [2]:

- Έναν (1) αεριοστρόβιλο ονομαστικής ισχύος 255,6 MW
- Έναν (1) ατμοστρόβιλο ονομαστικής ισχύος 129,65 MWe
- Έναν (1) λέβητα ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων αεριοστροβίλου
- Συμπυκνωτή ατμού, στον οποίο εισέρχεται ο ατμός που εξέρχεται από τον Ατμοστρόβιλο. Στην εγκατάσταση αυτή, ο ατμός συμπυκνώνεται με τη βοήθεια ψυκτικού νερού και το συμπύκνωμα, μέσω αντλιών, επιστρέφει στους λέβητες ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων

- Σταθμό υποδοχής φυσικού αερίου, που περιλαμβάνει μετρητή κατανάλωσης, καθώς και συστήματα ελέγχου αυτοματισμών, υποβιβασμού πίεσης, καθαρισμού και προθέρμανσης του φυσικού αερίου
- Κυκλώματα νερού-ατμού, αέρα καύσης και καυσαερίων
- Μια (1) Καπνοδόχο, ύψους 45 m και διαμέτρου 5,2 m
- Συστήματα λίπανσης
- Αντλιοστάσιο προσαγωγής θαλασσινού νερού ψύξης ατμοστροβίλου
- Συγκρότημα ηλεκτροχλωρίωσης του θαλασσινού νερού, το οποίο αποτελείται από τις κυψέλες ηλεκτροχλωρίωσης και το δίκτυο προσαγωγής θαλασσινού νερού και διανομής του
- Κτίριο στροβιλοστασίου εντός του οποίου βρίσκεται ο αεριοστρόβιλος και ο ατμοστρόβιλος
- Κύριο ψυγείο (συμπυκνωτής) για τον ατμοστρόβιλο
- Συστήματα ψύξης με θαλασσινό και απιονισμένο νερό
- Συγκρότημα άντλησης θαλασσινού νερού ψύξης
- Μετασχηματιστές ανύψωσης και βοηθητικοί μετασχηματιστές
- Δύο (2) στέγαστρα φιαλών διοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου αντιστοίχως.
- Έναν (1) αποστακτήρα για την παραγωγή αφαλατωμένου νερού από θαλασσινό νερό, δυναμικότητας 30 m³/h
- Μια (1) δεξαμενή απιονισμένου νερού, χωρητικότητας 1.000 m³
- Μια (1) εφεδρική δεξαμενή απιονισμένου νερού, χωρητικότητας 150 m³
- Βοηθητικό Ατμολέβητα (φυσικού αερίου), θερμικής ισχύος 25,312 MWth (Megawatt Thermal), ο οποίος χρησιμοποιείται για την παραγωγή βοηθητικού ατμού απαραίτητου κατά τις περιόδους εκκίνησης της Μονάδας V, τις ανάγκες παροχής ατμού προς το σύστημα αποθήκευσης και διακίνησης καυσίμου μαζούτ και τις ανάγκες παροχής ατμού προς τους Αποστακτήρες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αφαλατωμένου νερού

3.2. Βοηθητικές Εγκαταστάσεις του Σταθμού

Επίσης στον ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου βρίσκονται οι παρακάτω βοηθητικές εγκαταστάσεις για όλες τις μονάδες [2]:

- Συγκρότημα επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, μέγιστης δυναμικότητας 100 m³/h και κτίριο ηλεκτρικών πινάκων αυτού
- Συγκρότημα Βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων, δυναμικότητας 50 m³/d και κτίριο ελέγχου αυτού
- Στεγασμένος χώρος, με δάπεδο από σκυρόδεμα με φρεάτιο συλλογής τυχόν υδατικών απορροών για την προσωρινή αποθήκευση των στερεών αποβλήτων του σταθμού
- Δίκτυο διανομής βοηθητικού ατμού για τη λειτουργία των εξατμιστήρων θαλασσινού νερού και τη θέρμανση των δεξαμενών και του δικτύου διακίνησης μαζούτ του σταθμού
- Μια δεξαμενή αφαλατωμένου νερού όγκου 2.400 m³, όπου οδηγείται το σύνολο της παραγωγής των αποστακτήρων
- Τέσσερις (4) δεξαμενές αφαλατωμένου νερού, χωρητικότητας 1.000, 500 και 250 m³
- Υπό μελέτη και κατασκευή μονάδας αφαλάτωσης θαλασσινού νερού με την τεχνολογία της αντίστροφης ώσμωσης, δυναμικότητας 2 x 50 m³/h
- Δίκτυα διακίνησης αφαλατωμένου νερού, νερού γενικής χρήσης και πόσιμου νερού
- Συστήματα πυρασφάλειας
- Δύο (2) μεταλλικές δεξαμενές με επικάλυψη από συνθετικό υλικό για την αποθήκευση θαλασσινού νερού πυρασφάλειας, χωρητικότητας 67 και 50 m³ αντίστοιχα
- Μια (1) δεξαμενή από συνθετικό υλικό (FRP - Fibre-reinforced plastic) για την αποθήκευση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου όγκου 20 m³.
- Κτίριο Διοίκησης
- Στεγασμένες θέσεις στάθμευσης
- Σταθμός ανεφοδιασμού καυσίμων οχημάτων
- Χημικό εργαστήριο
- Ξυλουργείο, μηχανουργείο, ηλεκτρολογείο, αποθήκες, εστιατόριο, ξενώνας προσωπικού, αποδυτήρια

Σημειώνεται ότι στις εγκαταστάσεις του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου, πέραν των αναφερομένων στην ΚΥΑ Έγκρισης Περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ), περιλαμβάνονται [2]:

✚ Ένα (1) Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (Η/Ζ) Έκτακτης Ανάγκης (“Black Start Diesel Generator”), 4.000 kVA (3 MW), αποκλειστικά για τις ανάγκες εκκίνησης των αεριοστροβίλων της Μονάδας IV από νεκρό δίκτυο, αλλά και ομαλής παύσης λειτουργίας τους, στην εξαιρετικά απίθανη περίπτωση όπου δεν υπάρχει διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια τόσο από την παραγωγή (εσωτερική πηγή), όσο από το δίκτυο (εξωτερική πηγή), δηλαδή σε περιπτώσεις “Black-Out”. Το καύσιμο του Η/Ζ είναι το πετρέλαιο ντίζελ

✚ Ένα (1) Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (Η/Ζ) Έκτακτης Ανάγκης (“Black Start Diesel Generator”), 1.600 kW, με καύσιμο πετρέλαιο ντίζελ (black start) για τη Μονάδα V

Συγκρότημα αποθήκευσης και διακίνησης καυσίμων μετά των συνοδών λιμενικών εγκαταστάσεων. Οι εγκαταστάσεις **αποθήκευσης και διακίνησης καυσίμου** αποτελούνται από [2]:

- Πέντε (5) δεξαμενές αποθήκευσης μαζούτ χωρητικότητας $5 \times 30.700 \text{ m}^3$ και δύο (2) δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμου ντίζελ χωρητικότητας $2 \times 23.500 \text{ m}^3$, μαζί με τα συστήματα διακίνησης των καυσίμων, από και προς τα καταπλέοντα πλοία

-Λιμενικές εγκαταστάσεις

Όλες οι Μονάδες του ΑΗΣ της ΔΕΗ Κερατέας–Λαυρίου λειτουργούν σύμφωνα με τις οδηγίες που εκδίδονται από το ΑΔΜΗΕ για την ασφαλή, σταθερή και οικονομικότερη εκμετάλλευση ολόκληρου του συστήματος παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή του διασυνδεδεμένου Συστήματος. Οι Μονάδες είναι διαθέσιμες να λειτουργούν όλο το 24ωρο, σε συνθήκες μεταβλητού φορτίου ανάλογα με τη ζήτηση. Οι δύο Μονάδες τίθενται εκτός λειτουργίας για ένα μήνα περίπου ετησίως έκαστη, για λόγους συντήρησης. Επιπροσθέτως, στον ΑΗΣ παραμένουν οι εγκαταστάσεις των Μονάδων I, II και III, παρόλο που έχουν αποσυρθεί οριστικά, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Σχετικά με τα κοινά συστήματα εξυπηρέτησης των δυο (2) Ατμοηλεκτρικών Μονάδων I και II, τα οποία αποτελούν το Σύστημα παραλαβής-παράδοσης, διακίνησης και αποθήκευσης καυσίμων, αυτά πλέον εξυπηρετούν την αποθήκευση και διακίνηση των καυσίμων μαζούτ και ντίζελ προς τις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ στα νησιά [2].

3.3. Πρώτες ύλες και άλλα χρησιμοποιούμενα υλικά

Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται [2]:

- Φυσικό Αέριο των εκάστοτε νόμιμων προδιαγραφών ως βασικό καύσιμο, με μέγιστη ετήσια κατανάλωση της τάξης των $760 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ για τις Μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου IV και V. Η μέγιστη κατανάλωση στο Βοηθητικό Ατμολέβητα είναι της τάξης των $2.495 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Δεν γίνεται αποθήκευση φυσικού αερίου στις εγκαταστάσεις του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου.

- Πετρέλαιο ντίζελ κίνησης των εκάστοτε ισχυρικών νόμιμων προδιαγραφών, σε ποσότητα της τάξης των 1.000 m^3 το χρόνο για τη διενέργεια δοκιμών ετοιμότητας για καύση ντίζελ, σε περίπτωση έλλειψης φυσικού αερίου στη Μονάδα IV. Επίσης, χρησιμοποιείται και για τη δοκιμαστική λειτουργία των Η/Ζ έκτακτης ανάγκης.

- Λιπαντικά σε ετήσιες ποσότητες της τάξης των 36 t

Ως κυριότερα πρόσθετα υλικά χρησιμοποιούνται [2]:

- Υδράσβεστος σε σκόνη σε ποσότητα της τάξης των 20 t ετησίως για τη ρύθμιση του pH των προς κατεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, στο συγκρότημα κατεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων. Η αποθήκευση του γίνεται σε σιλό χωρητικότητας 100 m^3 .

- Βιομηχανικό διάλυμα θεικού οξέος (98% κ.β.) σε ποσότητα της τάξης των 20 t ετησίως για την αναγέννηση των ρητινών ιοντοεναλλαγής του συστήματος απιονισμού. Η μεταφορά του γίνεται με ειδικά βυτιοφόρα οχήματα και η αποθήκευσή του γίνεται σε χαλύβδινη δεξαμενή, όγκου 15 m^3 , τοποθετημένη μέσα σε λεκάνη ασφαλείας από σκυρόδεμα και επενδεδυμένη με κατάλληλο αντιδιαβρωτικό υλικό.

- Βιομηχανικό Διάλυμα Καυστικού Νατρίου (50%) σε ποσότητα της τάξης των 20 t ετησίως για την αναγέννηση των ρητινών ιοντοεναλλαγής του συστήματος απιονισμού, τη ρύθμιση του pH στις εισροές του συγκροτήματος κατεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, στην περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμη υδράσβεστος. Η μεταφορά του γίνεται με ειδικά βυτιοφόρα οχήματα και η αποθήκευσή του γίνεται σε δύο (2) χαλύβδινες δεξαμενές χωρητικότητας 15 και 5 m^3 , οι οποίες είναι τοποθετημένες μέσα σε λεκάνη ασφαλείας από σκυρόδεμα και επενδεδυμένες με κατάλληλο αντιδιαβρωτικό υλικό.

- Άλατα τρισθενούς σιδήρου σε ποσότητα της τάξης των 70 t ετησίως στο συγκρότημα επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ), σε μορφή διαλύματος αλάτων τρισθενούς σιδήρου, συνήθως τριχλωριούχου σιδήρου ή εναλλακτικά τρισθενούς χλωριούχου

θεικού σιδήρου, περιεκτικότητας περίπου 12,5–14 % κ.β. σε σίδηρο. Η αποθήκευση γίνεται σε δύο πλαστικές δεξαμενές, χωρητικότητας 8 m³ η κάθε μία, με σύστημα ελέγχου στάθμης και σε μια χαλύβδινη δεξαμενή χωρητικότητας 1 m³, επιλαστιχωμένη και εξοπλισμένη με αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου στάθμης. Οι δεξαμενές διαθέτουν λεκάνη ασφαλείας, από οπλισμένο σκυρόδεμα, ικανή να κατακρατήσει το περιεχόμενο σε περίπτωση διαρροής.

- Διάλυμα αμμωνίας (19-25 % κ.β.) σε ποσότητα της τάξης των 12 t ετησίως στα κυκλώματα νερού ατμού των ατμολεβήτων των μονάδων

- Φωσφορικό τρινάτριο σε ποσότητες της τάξης των 2 t ετησίως

- Ανιονικός πολυηλεκτρολύτης σε σκόνη σε ποσότητα της τάξης των 1 t ετησίως στην εγκατάσταση ΣΚΥΒΑ

- Αέριο υδρογόνο σε ποσότητα της τάξης των 12.000 Nm³ για την ψύξη των γεννητριών

- Διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου σε ποσότητα της τάξης των 4 t ετησίως για την απολύμανση των χημικών εγκαταστάσεων

- Πρόσθετα αντικαθαλωτικά για την καταπολέμηση των επικαθίσεων αλάτων στα συστήματα των μονάδων αφαλάτωσης θαλασσινού νερού, σε ποσότητα της τάξης των 10 t ετησίως και αντιαφριστικά της τάξης των 0,2 t ετησίως για την αντιμετώπιση φαινομένων αφρισμού στις αφαλατώσεις θαλασσινού νερού

- Διάλυμα υδροχλωρικού οξέος σε ποσότητα της τάξης των 7 t ετησίως για τη διενέργεια χημικών καθαρισμών και τη ρύθμιση του pH στην εγκατάσταση ΣΚΥΒΑ

- Αμίνες, η σύσταση των οποίων μπορεί να είναι διαφορετική, αναλόγως με τον προμηθευτή, για την προστασία των κυκλωμάτων νερού/ατμού κατά τις περιόδους συντήρησης και μη λειτουργίας των μονάδων, σε ποσότητες της τάξης των 5 t ανά έτος. Σημειώνεται ότι η έναρξη χρήσης του προσθέτου προγραμματίζεται για το ερχόμενο έτος.

- Νατράσβεστος σε ποσότητα της τάξης των 500 kg ετησίως στις δεξαμενές αφαλατωμένου νερού

- Χημικά αντιδραστήρια σε ποσότητα της τάξης των 200 kg ετησίως για το χημικό εργαστήριο και τα όργανα μέτρησης υπερκάθαρου νερού

- Αμόλυβδη βενζίνη σε ετήσια ποσότητα της τάξης των 12.000 l και πετρέλαιο ντίζελ σε ποσότητα των 15.000 l για την κίνηση των οχημάτων του σταθμού ΑΗΣ

- Αέριο οξυγόνο, ασετυλίνη, προπάνιο σε μικροποσότητες

- Αέριο διοξείδιο του άνθρακα για την εκδίωξη του υδρογόνου από τη γεννήτρια της Μονάδας V και για τη λειτουργία της πυρασφάλειας, σε ετήσιες ποσότητες της τάξης των 2.000 Nm³

- Σουλφαμικό οξύ για τη διενέργεια χημικών καθαρισμών στον εξοπλισμό αφαλάτωσης θαλασσινού νερού, σε ποσότητες της τάξης των 5 t ανά πενταετία

3.4. Περιγραφή Εγκατάστασης Συστήματος Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων και Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (ΣΚΑΛ-ΣΚΥΒΑ)

Η τροφοδοσία του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας–Λαυρίου με ακατέργαστο νερό για βιομηχανική χρήση και για νερό γενικής χρήσης των μονάδων εξασφαλίζεται από τις μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού. Σημειώνεται ότι η μόνη πηγή ακατέργαστου νερού είναι η θάλασσα και ότι δεν γίνεται καμία χρήση υπογείου ή εσωτερικού επιφανειακού υδάτινου δυναμικού. Για τις ανάγκες χρήσης νερού ανθρώπινης κατανάλωσης ο ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας–Λαυρίου προμηθεύεται πόσιμο νερό από το δίκτυο του Δήμου Λαυρεωτικής. Στο Σύστημα Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων (ΣΚΑΛ) του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας–Λαυρίου, η μέγιστη ετήσια ποσότητα λυμάτων που εισέρχεται στο σύστημα είναι της τάξης των 10.000 m³. Δεδομένης της πολύ μικρής ποσότητας ιλύος που προκύπτει κατά τη λειτουργία του ΣΚΑΛ, λαμβάνεται υπόψη απομάκρυνση ίσης ποσότητας κατεργασμένων υγρών αποβλήτων. Από την παραγωγική διαδικασία του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας–Λαυρίου προκύπτουν στερεά απόβλητα και απόβλητα σε υγρή μορφή, τα οποία η Εταιρεία διαχειρίζεται σύμφωνα με τα όσα προβλέπει η νομοθεσία, με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Τέτοια απόβλητα αποτελούν η αφυδατωμένη ιλύς από το Συγκρότημα Κατεργασίας Υδατικών Βιομηχανικών Αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ) και από το Συγκρότημα Παραγωγής Υποχλωριώδους Νατρίου (καθαρισμός δεξαμενής αποθήκευσης NaOCl από λάσπη ηλεκτροχλωρίωσης). Οι προκύπτουσες ποσότητες ιλύος (περίπου 100 t ανά έτος), αφού υποστούν τελική αφυδάτωση σε φιλτρόπρεσσα, διατίθενται σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (μεταφορά στο εξωτερικό ή διάθεση στο εσωτερικό) σε κατάλληλα αδειοδοτημένες εταιρείες. Επίσης από το συγκρότημα Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων δεν παράγονται παρά ελάχιστες ποσότητες ιλύος ετησίως που αποτίθενται σε παρακείμενη κλίνη ξήρανσης και εφόσον χρειαστεί, γίνεται διαχείρισή της σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ισχύουσας Νομοθεσίας. Η διαχείριση των ιλύων γίνεται μέσω της συνεργασίας της ΔΕΗ Α.Ε. με εταιρείες συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης, που έχουν τις προβλεπόμενες από τη νομοθεσία εγκρίσεις του Εθνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης, καθώς και με αδειοδοτημένες (ανά κατηγορία αποβλήτου) εταιρείες συλλογής, μεταφοράς, διαχείρισης και αξιοποίησης αποβλήτων στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Άλλα στερεά απόβλητα που παράγονται, ενδεικτικά, από τις εγκαταστάσεις του

ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου είναι οι ρυπασμένες συσκευασίες με επικίνδυνα υλικά, τα απορροφητικά υλικά, απόβλητα μονωτικά υλικά, υλικά αμμοβολής από τον καθαρισμό των δεξαμενών μαζούτ και άλλα. Τα είδη και οι ποσότητες των παραγόμενων υγρών και στερεών αποβλήτων από τη λειτουργία του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου, καταγράφονται σε ετήσια βάση, στο Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων [2].

Στο συγκρότημα ΣΚΥΒΑ οδηγούνται [2]:

➤ Απόβλητα από τις εξαγωγές των τυμπάνων (Blow Down) των Λεβήτων ανάκτησης θερμότητας των Μονάδων Συνδυασμένου Κύκλου IV & V και οι λοιπές υδατικές απορροές των μηχανοστασίων των Μονάδων IV και V. Μέρος των συμπυκνωμάτων, προσυγκεντρώνεται σε τρεις δεξαμενές συνολικού όγκου 1.000 m³ και στη συνέχεια οδηγούνται προς ανακύκλωση σε φίλτρο αποσιδήρωσης και τελικά στο Συγκρότημα Παραγωγής Απιονισμένου Νερού. Το υπόλοιπο συμπύκνωμα οδηγείται στη Δεξαμενή Συλλογής του ΣΚΥΒΑ.

➤ Απόβλητα από την αναγέννηση των ρητινών του Συγκροτήματος Παραγωγής Απιονισμένου Νερού. Οι αναγεννήσεις είναι περιοδικές και πραγματοποιούνται μία (1) φορά το δίμηνο περίπου. Τα απόβλητα προσυγκεντρώνονται στη Δεξαμενή Εξουδετέρωσης και από εκεί οδηγούνται στη Δεξαμενή Συλλογής του ΣΚΥΒΑ.

➤ Ρυπασμένα νερά πυρόσβεσης

➤ Απόβλητα, από τις εξυδατώσεις και όμβρια ύδατα των Δεξαμενών Αποθήκευσης Καυσίμων (Δ.Α.Κ.) (Μαζούτ και Πετρελαίου Ντίτζελ) που οδηγούνται στους Ελαιοδιαχωριστές. Το μεν καύσιμο, που διαχωρίζεται στους Ελαιοδιαχωριστές, συλλέγεται και επανατροφοδοτείται στις Δ.Α.Κ. Μαζούτ, η δε υδάτινη φάση, η οποία περιέχει μικρές ποσότητες καυσίμου, οδηγείται στον Ελαιοδιαχωριστή τύπου API (American Petroleum Institute). Η υδατική φάση του Ελαιοδιαχωριστή οδηγείται στη συνέχεια στην είσοδο του Συστήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων.

➤ Απόβλητα από το Σύστημα Κατεργασίας του Πετρελαίου Ντίτζελ, τα οποία οδηγούνται στον Ελαιοδιαχωριστή τύπου API, ο οποίος αναφέρθηκε παραπάνω και λειτουργεί μόνο κατά τη φάση δοκιμών της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου (ΜΣΚ) IV και τυχόν περιόδους έκτακτων συνθηκών που επιβάλλουν λειτουργία της Μονάδας IV με καύση ντίτζελ.

➤ Υδατικά απόβλητα από το χημικό καθαρισμό των συστημάτων ηλεκτροχλωρίωσης. Είναι τα απόβλητα που προκύπτουν από το χημικό καθαρισμό των συστοιχιών ηλεκτρολυτικών κελιών των Συγκροτημάτων Παραγωγής και Έγχυσης

Υποχλωριώδους Νατρίου των Μονάδων IV και V. Ο χημικός καθαρισμός είναι περιοδικός και πραγματοποιείται μία (1) φορά ανά μήνα, για κάθε σύστημα ηλεκτροχλωρίωσης.

➤ Απόβλητα από το χημικό καθαρισμό των αποστακτήρων του υφιστάμενου Συγκροτήματος Παραγωγής Αφαλατωμένου Νερού. Ο χημικός καθαρισμός είναι περιοδικός και πραγματοποιείται ανά πέντε (5) χρόνια περίπου. Τα απόβλητα οδηγούνται αρχικά στη Δεξαμενή Εξουδετέρωσης και στη συνέχεια για περαιτέρω κατεργασία στο Συγκρότημα ΣΚΥΒΑ.

Το Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων έχει δυνατότητα επεξεργασίας Αποβλήτων παροχής έως 100 m³/h αλλά η συνήθης λειτουργία είναι στα 50 m³/h.

Το Συγκρότημα ΣΚΥΒΑ περιλαμβάνει [2]:

A) Το Σύστημα Προκατεργασίας, Συλλογής και Μεταφοράς Υγρών Αποβλήτων.

B) Το Κύριο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Αποβλήτων.

Γ) Το Συγκρότημα Συλλογής και Κατεργασίας Ιλύος.

Δ) Το Συγκρότημα Αποθήκευσης και Παρασκευής Χημικών.

A.) Το Σύστημα Προκατεργασίας, Συλλογής και Μεταφοράς Υγρών Αποβλήτων περιλαμβάνει [2]:

-Δύο Δεξαμενές Προσυλλογής :

✧ Δεξαμενή Συλλογής S0

✧ Δεξαμενή Συλλογής S1

-Τέσσερις (4) Ελαιοδιαχωριστές

-Ελαιοδιαχωριστή τύπου API

-Δεξαμενή Εξουδετέρωσης χώρου απιονισμού

B.) Το κύριο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων περιλαμβάνει [2]:

✓ Τη Δεξαμενή Απομάκρυνσης Στερεών & Ελαίων

✓ Τη Δεξαμενή Συλλογής αποβλήτων

✓ Τη Δεξαμενή Αρχικής Ρύθμισης των αποβλήτων

✓ Τη Δεξαμενή Συσσωμάτωσης

✓ Τη Δεξαμενή Διαύγασης

✓ Δύο (2) Φίλτρα Βαρύτητας Άμμου (2 x 100%)

- ✓ Δεξαμενή Τελικής Ρύθμισης pH
- ✓ Δεξαμενή Αποστράγγισης

Γ.) Το Συγκρότημα Συλλογής και Κατεργασίας Ιλύος περιλαμβάνει [2]:

- ❖ Δεξαμενή Ρύθμισης pH της Ιλύος που προέρχεται από τον πυθμένα της Δεξαμενής Απομάκρυνσης Στερεών & Ελαίων.
- ❖ Παχυντής Ιλύος
- ❖ Φιλτρόπρεσσα

Στο ΣΚΥΒΑ λαμβάνει χώρα η προεπεξεργασία των διαφορετικών ροών αποβλήτων και εφαρμόζονται οι παρακάτω τεχνικές κατεργασίας υγρών αποβλήτων, οι οποίες αποτελούν βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (ΒΔΤ) με στόχο την αποφυγή της επιβάρυνσης των μη επιβαρυνμένων υγρών αποβλήτων και τη μείωση των εκπομπών στο νερό [2]:

- I. Επιφανειακή συλλογή για τα ελεύθερα έλαια. Διαχωρισμός και συλλογή των ελαίων στους κύριους Ελαιοδιαχωριστές, στους Ελαιοδιαχωριστές τύπου API και στη Δεξαμενή Απομάκρυνσης Στερεών & Ελαίων.
- II. Εξουδετέρωση-ρύθμιση pH. Πραγματοποιείται στην αντίστοιχη δεξαμενή. Η εξουδετέρωση γίνεται με ανάμιξη των ποσοτήτων διαλυμάτων θειικού οξέος και καυστικού νατρίου που χρησιμοποιούνται για την αναγέννηση των ρητινών ιοντοεναλλαγής και των αποβλήτων από τους χημικούς καθαρισμούς των αποστακτήρων (συχνότητα καθαρισμών, μία φορά ανά πενταετία περίπου). Τα εξουδετερωμένα απόβλητα οδηγούνται με φυγοκεντρικές αντλίες, στη Δεξαμενή Συλλογής του ΣΚΥΒΑ. Επίσης στη δεξαμενή Αρχικής Ρύθμισης του pH γίνεται προσθήκη διαλύματος αλάτων σιδήρου και υδρασβέστου, ώστε να ρυθμιστεί το pH σε τιμές 4–6. Εδώ πραγματοποιείται η κροκίδωση των αποβλήτων.
- III. Η Συσσωμάτωση και η κροκίδωση των αποβλήτων (coagulation) γίνεται, όπως αναφέρθηκε, στη δεξαμενή Αρχικής Ρύθμισης του pH, με προσθήκη διαλύματος αλάτων σιδήρου και υδρασβέστου. Στη συνέχεια τα απόβλητα οδηγούνται μέσω διασυνδεδετικού αγωγού στην παρακείμενη δεξαμενή Συσσωμάτωσης (flocculation), στην οποία πραγματοποιείται προσθήκη διαλύματος υδρασβέστου, ώστε το pH να διατηρείται στην περιοχή 6 - 9 και με την προσθήκη διαλύματος πολυηλεκτρολύτη, τα κροκιδωμένα σωματίδια συσσωματώνονται σε μεγαλύτερου όγκου και βάρους σωματίδια και έτσι επιτυγχάνεται πιο εύκολα η καθίζησή τους.

- IV. Καθίζηση. Γίνεται στη δεξαμενή διαύγασης. Στο κέντρο της δεξαμενής υπάρχει τύμπανο με σκοπό την εξαναγκασμένη όδευση των αποβλήτων προς το πυθμένα της δεξαμενής. Επίσης η δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με ξέστρο ιλύος πυθμένα και δύο αντλίες ανακυκλοφορίας λάσπης (μία σε αυτόματη αναμονή) προς τη δεξαμενή αρχικής ρύθμισης pH. Η λάσπη από τον πυθμένα της δεξαμενής οδηγείται, μέσω δύο αντλιών (μία σε αυτόματη αναμονή) στον Παχυντή Λάσπης. Η καθαρή φάση των αποβλήτων της Δεξαμενής Διαύγασης οδηγείται με ελεύθερη ροή, μέσω περιμετρικού καναλιού που βρίσκεται στο χείλος της δεξαμενής, για περαιτέρω κατακράτηση σωματιδίων, σε δύο Φίλτρα Βαρύτητας Άμμου.
- V. Φίλτραση με φίλτρα άμμου–βαρύτητας. Είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα και σε αυτά οδηγείται η καθαρή φάση των υδατικών αποβλήτων, τα οποία προέρχονται από τη Δεξαμενή Διαύγασης. Στα φίλτρα, τα υδατικά απόβλητα διηθούνται με σκοπό την περαιτέρω απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων. Τα σωματίδια κατακρατούνται από δύο φίλτρα άμμου διαφορετικής κοκκομετρίας. Για την αποφυγή έμφραξης και κατά συνέπεια μείωσης της απόδοσης των φίλτρων, γίνεται περιοδικά έκπλυσή τους με ανακυκλωμένο νερό από τη δεξαμενή τελικής ρύθμισης pH, αφού προηγηθεί η αναμόχλευσή τους με πεπιεσμένο αέρα, προκειμένου να διευκολυνθεί η απομάκρυνση των κατακρατημένων σωματιδίων. Το χρησιμοποιούμενο νερό έκπλυσης προέρχεται από τη Δεξαμενή Τελικής Ρύθμισης, δηλαδή μετά το στάδιο τελικής επεξεργασίας των υδατικών αποβλήτων. Ο αέρας εισέρχεται στα φίλτρα μέσω δύο αεροσυμπιεστών (ένας σε αυτόματη αναμονή), ενώ το ανακυκλωμένο νερό μέσω δύο (2) φυγοκεντρικών αντλιών (μία σε αυτόματη αναμονή). Οι εκπλύσεις των φίλτρων βαρύτητας εκτελούνται κάθε 12-20 ώρες λειτουργίας αυτών αυτόματα, είτε μετά την πάροδο συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος, είτε μετά από ένδειξη υψηλής στάθμης, ενώ κάθε πλύση διαρκεί περίπου 10 λεπτά. Τα απόβλητα των εκπλύσεων οδηγούνται στη Δεξαμενή Αποστράγγισης και από εκεί στη Δεξαμενή Συλλογής για επεξεργασία. Μετά τη διήθηση, το διήθημα, απαλλαγμένο από αιωρούμενα στερεά, οδηγείται στη Δεξαμενή Τελικής Ρύθμισης pH.

Τα επεξεργασμένα υδατικά απόβλητα του ΑΗΣ οδηγούνται μέσω αρχικά ανοικτού καναλιού και στη συνέχεια κλειστού, στο κανάλι εξόδου του ψυκτικού νερού της Μονάδας IV και στη συνέχεια στη θάλασσα. Μέρος των επεξεργασμένων υγρών απόβλητων από το ΣΚΥΒΑ, χρησιμοποιούνται στην έκπλυση των φίλτρων άμμου. Η τεχνική αυτή αποτελεί ΒΔΤ για τη μείωση της χρήσης νερού και του όγκου των απορριπτόμενων υγρών αποβλήτων.

Το **Σύστημα Καθαρισμού Πετρελαίου Ντίτζελ** περιλαμβάνει δύο συστοιχίες φυγοκεντρικών διαχωριστήρων. Μέσω αυτών επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των στερεών που περιέχονται στο καύσιμο που λαμβάνεται από τις δύο μεγάλες Δ.Α.Κ. Ντίτζελ καθώς επίσης και η μείωση της περιεκτικότητας του σε νάτριο (Na), κάλιο (K), μόλυβδο (Pb), ασβέστιο (Ca), Βανάδιο (V) και νερό, με τη μέθοδο της φυγοκέντρωσης [2].

Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε:

- για συνολική συγκέντρωση (Na) και (K) 5 ppm στην είσοδο του συστήματος καθαρισμού, η συνολική συγκέντρωση (Na) και (K) στην έξοδο να είναι μικρότερη από 0,33 ppm ($C_{Na,K} < 0,33$ ppm).
- για συνολική συγκέντρωση (Na) και (K) 1 ppm, η μείωση που επιτυγχάνεται να είναι 1:10 δηλαδή για αρχική συγκέντρωση 1 ppm (Na) και (K), η τιμή στην έξοδο της μονάδας θα είναι 0,1 ppm.

Το επεξεργασμένο καύσιμο οδηγείται στις δύο Δεξαμενές Δ.Α.Κ. Πετρελαίου Ντίτζελ (της Μονάδας IV), στις οποίες λαμβάνει χώρα τελική εξυδάτωση του καυσίμου. Οι εξυδατώσεις οδηγούνται σε έναν Ελαιοδιαχωριστή, στον οποίο διαχωρίζεται το καύσιμο, συλλέγεται προς επαναχρησιμοποίηση και οδηγείται στις Δ.Α.Κ. Μαζούτ, ενώ η υδατική (κατώτερη) φάση στον Ελαιοδιαχωριστή οδηγείται σε Ελαιοδιαχωριστή τύπου API. Στον Ελαιοδιαχωριστή τύπου API οδηγούνται επίσης και τα απόβλητα από το Σύστημα Καθαρισμού Πετρελαίου Ντίτζελ. Τα απόβλητα από τον Ελαιοδιαχωριστή τύπου API οδηγούνται με αντλίες στη Δεξαμενή Απομάκρυνσης Στερεών & Ελαίων του Συγκροτήματος ΣΚΥΒΑ. Το συλλεγόμενο από τους Ελαιοδιαχωριστές καύσιμο οδηγείται στις Δ.Α.Κ. Μαζούτ [2].

Στο **Σύστημα Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων Βιολογικού Καθαρισμού (ΣΚΑΛ–ΒΙΟΚΑ)** οδηγούνται τα αστικά λύματα από τους χώρους του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου. Το συγκρότημα ΣΚΑΛ περιλαμβάνει το σύστημα Προεπεξεργασίας και το σύστημα Δευτεροβάθμιας (Βιολογικής) Επεξεργασίας. Το σύστημα Προκατεργασίας αποτελείται από [2]:

- Εσχάρωση
- Εξάμμωση
- Εξισορρόπηση
- Αντλιοστάσιο

Το σύστημα Δευτεροβάθμιας (Βιολογικής) Επεξεργασίας, το οποίο λειτουργεί με τη μέθοδο της προσκολλημένης βιομάζας, αποτελείται από [2]:

-Τη βιολογική ζώνη (διβάθμιος βιολογικός καθαρισμός)

-Τη ζώνη δευτεροβάθμιας καθίζησης

-Την απολύμανση με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου

Η παραγόμενη λάσπη αποτίθεται σε παρακείμενες κλίνες ξήρανσης. Στα αστικά λύματα του ΑΗΣ εφαρμόζεται αερόβια βιολογική επεξεργασία, η οποία αποτελεί ΒΔΤ τεχνική για τη μείωση των ρύπων στο νερό.

3.5. Αέριοι ρύποι – Σταθμός μέτρησης ποιότητας ατμόσφαιρας (ΣΜΠΑ)

Για τον έλεγχο της ποιότητας της ατμόσφαιρας, σύμφωνα με την εθνική και κοινοτική νομοθεσία, στην ευρύτερη περιοχή, η ΔΕΗ Α.Ε. λειτουργεί στην περιοχή Νυχτοχώρι ένα σταθμό μέτρησης ποιότητας ατμόσφαιρας, καταγραφής και τηλεμετάδοσης των τιμών των βασικών ατμοσφαιρικών ρύπων και μετεωρολογικών παραμέτρων. Από την παραγωγική διαδικασία προκύπτουν καυσαέρια που περιλαμβάνουν τους εξής ρύπους, οι οποίοι και παρακολουθούνται σε συνεχή και περιοδική βάση:

- NO_x (NO και NO₂)
- CO

Για καύση με χρήση φυσικού αερίου οι λοιποί αέριοι ρύποι όπως διοξείδιο του θείου, αιωρούμενα σωματίδια (σκόνη), δεν επιβάλλεται να παρακολουθούνται συνεχώς και ο ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου εφαρμόζει πρόγραμμα περιοδικών μετρήσεων μέσα στο έτος. Επίσης παρακολουθούνται σε συνεχή ή περιοδική βάση σχετικές παράμετροι, όπως το περιεχόμενο O₂, η θερμοκρασία, η πίεση, και η παροχή των εκπεμπόμενων καυσαερίων. Στην εξαιρετική περίπτωση καύσης με χρήση πετρελαίου ντίζελ στην Μονάδα IV, σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης και ενεργειακού εφοδιασμού λόγω ελλείψεως φυσικού αερίου, παρακολουθούνται οι εκπομπές των ακόλουθων ρύπων: αιωρούμενων σωματιδίων (σκόνη), SO₂, NO_x και CO, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας [2].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

4.1. Νομοθεσίες

Ο ΑΗΣ λειτουργεί σε πλήρη συμμόρφωση με τα αναφερόμενα στην ΚΥΑ ΕΠΟ υπ' αριθμό 133872/06.12.2004 ΚΥΑ “Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων Λειτουργίας του ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου της ΔΕΗ Α.Ε”. Οι Μονάδες I και II του ΑΗΣ ΔΕΗ ΚΕΡΑΤΕΑΣ-ΛΑΥΡΙΟΥ έχουν αποσυρθεί οριστικά δυνάμει της απόφασης ΡΑΕ 405/2016. Η μονάδα III του ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου έχει αποσυρθεί οριστικά δυνάμει της Απόφασης ΡΑΕ 654/2014. (Ε.Ε.) 2017/1442. Η Μονάδα IV του ΑΗΣ καλύπτεται από την Ενιαία Άδεια Παραγωγής (Άρθρο 42 του Ν. 2773/1999). Η Μονάδα IV του ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου καλύπτεται από την Τροποποίηση της Ενιαίας Άδειας Παραγωγής που χορηγήθηκε στη ΔΕΗ Α.Ε. με την Απόφαση ΡΑΕ 217/2021/ ΦΕΚ 1323Β’/05.04.2021. Μέχρι της έκδοσης της Αυτοτελούς Άδειας, η Μονάδα V καλύπτεται από την Προσωρινή Ενιαία Άδεια Λειτουργίας των Μονάδων της ΔΕΗ Α.Ε. με ισχύ έως την 31.12.2021, σύμφωνα με το άρθρο 32 του Ν. 4643/2019 (ΦΕΚ Α’ 193/03.12.2019) ‘Απελευθέρωση αγοράς ενέργειας, εκσυγχρονισμός της ΔΕΗ, ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠΑ και στήριξη των ΑΠΕ και λοιπές διατάξεις’. Η Μονάδα V, καλύπτεται από την υπ’ αριθ. ΥΠΑΝ/Δ5/ΗΛ/Α/Φ7/770/12555/16.07.2003 Άδεια Παραγωγής όπως αυτή τροποποιήθηκε με την ΥΠΑΝ/Δ5/ΗΛ/Α/Φ7/694/7833/17.08.2007 Απόφαση.

Σχέδιο Παραλαβής και Διαχείρισης Αποβλήτων Πλοίων. Ο ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου έχει εκπονήσει Σχέδιο Παραλαβής και Διαχείρισης Αποβλήτων Πλοίων (Ιανουάριος 2016). Το Σχέδιο αυτό έχει εγκριθεί με την Απόφαση 3122.3-1.2/37375/2017, 24.05.2017, του Υπουργού Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής.

Άδεια Διάθεσης Αποβλήτων και Αστικών Λυμάτων .

Ο ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου υπέβαλε το 2005 προς τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ανατολικής Αττικής Μελέτη Διάθεσης Υγρών και Στερεών Αποβλήτων όπως ορίζεται στην § Γ.2.2 της ΚΥΑ ΕΠΟ, με το έγγραφο ΔΕΗ/ΔΜΚΘ/2579/21.03.2005.

Σχέδιο Αντιμετώπισης Περιστατικών Θαλάσσιας Ρύπανσης (Παράγραφος Γ1.2 ΑΕΠΟ).

Ο ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου έχει εκπονήσει Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης Αντιμετώπισης Θαλάσσιας Ρύπανσης (Contingency Plan), προσαρμοσμένο στο Τοπικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης (Παράγραφος 2.2 Π.Δ. 11/2002). Το Σχέδιο αυτό έχει εγκριθεί από το τοπικό Λιμεναρχείο του Δήμου Λαυρεωτικής.

Σύμφωνα με το Άρθρο 18 της ΚΥΑ 36060/1155/Ε.103/14.06.2013, ΦΕΚ 1450Β η ΔΕΗ Α.Ε. για την εγκατάσταση του ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου υποχρεούται να υποβάλλει Βασική Έκθεση που θα περιλαμβάνει πληροφορίες για την κατάσταση του υπογείου νερού και υπεδάφους.

Τροποποιήσεις μετά την περιβαλλοντική αδειοδότηση ή νέες διατάξεις που αφορούν σε όρια εκπομπών ρύπων κατά τη λειτουργία της δραστηριότητας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου

- Κανονισμός (ΕΚ) αριθμό 166/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 18ης Ιανουαρίου 2006 για τη σύσταση ευρωπαϊκού μητρώου έκλυσης και μεταφοράς ρύπων και για την τροποποίηση των οδηγιών 91/689/ ΕΟΚ και 1996/61/ΕΚ του Συμβουλίου, όπως τροποποιημένος ισχύει.
- ΚΥΑ 51354/2641/Ε103/10 (ΦΕΚ 1909Β) «Καθορισμός Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) για τις συγκεντρώσεις ορισμένων ρύπων και ουσιών προτεραιότητας στα επιφανειακά ύδατα», σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2008/105/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2008, όπως τροποποιημένη ισχύει.
- ΚΥΑ 14122/549/Ε.103/2011 (ΦΕΚ 488Β) "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", όπως τροποποιημένη ισχύει.
- ΚΥΑ 36060/1155/Ε103/13-6-2013 (ΦΕΚ 1450 Β) "Καθορισμός πλαισίου κανόνων, μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης του περιβάλλοντος από βιομηχανικές δραστηριότητες σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2010/75/Ε.Ε. "περί βιομηχανικών εκπομπών (ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης)" του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Νοεμβρίου 2010, όπως τροποποιημένη ισχύει.
- Εκτελεστική Απόφαση (Ε.Ε.) 2017/1442/Ε.Ε. «για τον καθορισμό των συμπερασμάτων για τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (ΒΔΤ) βάσει της Οδηγίας 2010/75/Ε.Ε. του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης».
- ΚΥΑ 6164/2018 (ΦΕΚ 1107 Β) «Περιορισμός των εκπομπών ορισμένων ρύπων στην ατμόσφαιρα από μεσαίου μεγέθους Μονάδες καύσης – μεταφορά στο εθνικό δίκαιο της

Οδηγίας (Ε.Ε.) 2015/2193 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (ΕΕL 313/28.11.2015)».

□ Υ.Α. 181478/965/2017 (ΦΕΚ 3763/Β` 26.10.2017), Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπ' αριθμό. Η.Π. 54409/2632/2004 κοινής υπουργικής απόφασης «Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/87/ΕΚ «σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου» του Συμβουλίου της 13ης Οκτωβρίου 2003 και άλλες διατάξεις», (1931/Β) όπως αυτή έχει τροποποιηθεί και ισχύει.

□ Οδηγία 2010/75/Ε.Ε. «περί βιομηχανικών εκπομπών (ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης)» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Νοεμβρίου 2010.

□ ΚΥΑ 36060/1155/Ε103/13-6-2013 (ΦΕΚ 1450 Β) «Καθορισμός πλαισίου κανόνων, μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης του περιβάλλοντος από βιομηχανικές δραστηριότητες σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2010/75/Ε.Ε. «περί βιομηχανικών εκπομπών (ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης)» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Νοεμβρίου 2010, όπως τροποποιημένη ισχύει.

□ ΚΥΑ 48963/5-10-12 (ΦΕΚ 2703 Β) «Προδιαγραφές περιεχομένου Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) για έργα και δραστηριότητες κατηγορίας Α της υπ' αριθμό 1958/12 Απόφασης του Υπουργού ΠΕΚΑ, όπως ισχύει, σύμφωνα με τα άρθρο 2 παράγραφο 7 του Ν.4014/11» όπως τροποποιημένη ισχύει.

□ ΚΥΑ οικ 30651/23-6-14 (ΦΕΚ Β 1817) «Έξειδίκευση των προδιαγραφών, του τρόπου παροχής και συντήρησης, των διαδικασιών και αδειών ηλεκτρονικής πρόσβασης και εισαγωγής πληροφοριών καθώς και κάθε αναγκαίας λεπτομέρειας για την οργάνωση, υλοποίηση και λειτουργία του Ηλεκτρονικού Περιβαλλοντικού Μητρώου (ΗΠΜ), σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 18 παράγραφος 5 του Ν. 4014/2011 (ΦΕΚ Α 209).

□ Ανακοίνωση της Επιτροπής 2014/C136/03 «Κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τις βασικές εκθέσεις βάσει του άρθρου 22 παράγραφος 2 της οδηγίας 2010/75/Ε.Ε. περί βιομηχανικών εκπομπών.

□ Εκτελεστική Απόφαση της Επιτροπής 2012/249/Ε.Ε. «σχετικά με τον προσδιορισμό των περιόδων έναρξης και διακοπής λειτουργίας για τους σκοπούς της οδηγίας 2010/75/Ε.Ε. του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου περί βιομηχανικών εκπομπών.[2]

Ποιότητα Ατμόσφαιρας

- ΚΥΑ 14122/549/Ε.103/2011 (ΦΕΚ 488Β) "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".
- ΚΥΑ 22306/1075/Ε103/2007 (ΦΕΚ 920Β) "Καθορισμός τιμών-στόχων και ορίων εκτίμησης των συγκεντρώσεων του αρσενικού, του καδμίου, του υδραργύρου, του νικελίου και των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων στον ατμοσφαιρικό αέρα", με την οποία ενσωματώθηκε στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2004/107/ΕΚ.
- ΚΥΑ οικ. 70601/2013 (ΦΕΚ 3272 Β) "Βραχυπρόθεσμα σχέδια δράσης για την αντιμετώπιση ατμοσφαιρικής ρύπανσης από αιωρούμενα σωματίδια" 3.6 Οδηγία 2008/50/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21ης Μαΐου 2008, για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη.[2]

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - Θόρυβος

- Η ΚΥΑ 36060/1155/Ε.103/2013 «Καθορισμός πλαισίου κανόνων, μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης του περιβάλλοντος από βιομηχανικές δραστηριότητες, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2010/75/Ε.Ε. «περί βιομηχανικών εκπομπών (ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης)» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Νοεμβρίου 2010», όπως τροποποιημένη ισχύει.
- Αριθμό ΥΠΕΝ/ΔΝΕΠ/67467/3577 (ΦΕΚ 4740 Β/2018) Μείωση των εθνικών εκπομπών ορισμένων ατμοσφαιρικών ρύπων, τροποποίηση της Οδηγίας 2003/35/ΕΚ και κατάργηση της Οδηγίας 2001/81/ΕΚ - μεταφορά στο εθνικό δίκαιο της Οδηγίας (Ε.Ε.) 2016/2284 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (ΕΕL 344/1/17.12.2016).[2]

Χρήση Νερού - Υγρά Απόβλητα

- ΚΥΑ 51354/2641/Ε103/10 (ΦΕΚ 1909Β) "Καθορισμός Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) για τις συγκεντρώσεις ορισμένων ρύπων και ουσιών προτεραιότητας στα επιφανειακά ύδατα, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της 91 οδηγίας 2008/105/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2008.
- Οδηγία 2006/118/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 2006 "σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από την ρύπανση και την υποβάθμιση".
- ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354Β) "Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις" όπως τροποποιημένη ισχύει ΚΥΑ 1811/11 (ΦΕΚ 3322 Β) "Όρισμός ανώτερων αποδεκτών τιμών για τη συγκέντρωση συγκεκριμένων ρύπων, ομάδων ρύπων ή δεικτών ρύπανσης σε υπόγεια ύδατα, σε εφαρμογή της παραγράφου 2 του άρθρου 3 της ΚΥΑ 39626/2208/2009".
- ΚΥΑ 145026 (ΦΕΚ 31 Β) Σύσταση, διαχείριση και λειτουργία Εθνικού Μητρώου Σημείων Υδροληψίας (ΕΜΣΥ) από Επιφανειακά και Υπόγεια Υδατικά Συστήματα.[2]

Στερεά Απόβλητα

- Απόφαση της Επιτροπής 2014/955/ΕΚ "για την τροποποίηση της απόφασης 2000/532/ΕΚ όσον αφορά τον κατάλογο των αποβλήτων σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.
- Ν. 4042/12 (ΦΕΚ 24 Α) "Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων.
- ΚΥΑ 22912/1117/05 (ΦΕΚ 759Β) "Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων".
- Κ.Υ.Α. 3122.3-15/79639/16/2016 (ΦΕΚ 3085/Β' 28.9.2016), Τροποποίηση της κοινής υπουργικής απόφασης 8111.1/41/09 (ΦΕΚ 412/Β) «Μέτρα και όροι για τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων που παράγονται στα πλοία και καταλοίπων φορτίου σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της υπ' αριθμό 2007/71/ΕΚ Οδηγίας» [2].

Καύσιμα

- ΚΥΑ 291/2003/2004 (ΦΕΚ 332B) "Εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας προς την Οδηγία 98/70/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13ης Οκτωβρίου 1988, όσον αφορά την ποιότητα των καυσίμων βενζίνης και ντίζελ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει".
- ΠΔ 96/2014 (ΦΕΚ 2136 Β) Εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία 2012/33/Ε.Ε. του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Νοεμβρίου 2012 για την τροποποίηση της Οδηγίας 1999/32/ΕΚ του Συμβουλίου σχετικά με την περιεκτικότητα των καυσίμων πλοίων σε θείο.
- Απόφαση Αριθ. 128 / 2016 « «Εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία (Ε.Ε.) 2016/802 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Μαΐου 2016 «σχετικά με τη μείωση της περιεκτικότητας ορισμένων υγρών καυσίμων σε θείο», ΦΕΚ 3958/Β/2016.
- Στην Οδηγία 2010/75/ΕΚ, η οποία ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με την ΚΥΑ υπ. αριθμό 36060/1155 /Ε.103 (ΦΕΚ 1450 Β, 14/06/2013), αναφέρονται οι οριακές τιμές εκπομπής (ΟΤΕ), οι οποίες πρέπει να τηρούνται κατά τη λειτουργία των Μονάδων του ΑΗΣ.
- Στο εδάφιο 2.1 των Περιβαλλοντικών Όρων Λειτουργίας του ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου που εγκρίθηκαν με το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε./ΓΔΠ/Δ.ΕΑΡΘ/Τ.Β/133872/06.12.2004, καθώς και το ΠΥΣ 34/2002 (ΦΕΚ 125Α/2002) καθορίζονται οι οριακές τιμές PM₁₀, SO₂ και NO₂, για την Ποιότητα Περιβάλλοντος. Να τηρούνται οι αναφερόμενες οριακές τιμές εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων στα καυσαέρια των Μονάδων IV και V (Μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου), και των μονάδων μεσαίου μεγέθους μονάδων καύσης, όπως ο βοηθητικός λέβητας της Μονάδας V (ΚΥΑ 36060/1155/Ε103/13 (ΦΕΚ 1450 Β) όπως τροποποιημένη ισχύει, ΚΥΑ 6164/2018 (ΦΕΚ1107B)).
- Να τηρούνται οι οριακές τιμές της ποιότητας της ατμόσφαιρας, όπως αυτές ορίζονται στις διατάξεις της υπ' αριθμόν ΚΥΑ Η.Π. 14122/549/Ε.103/2011 (ΦΕΚ 488B) «Μέτρα για τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας», όπως αυτή τροποποιήθηκε από την υπ' αριθμό.174505/607/2017(ΦΕΚ 1311B) και ισχύει.
- Επίβλεψη των εργασιών εκσκαφής θα πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του Ν. 3028/2002 'για την Προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς' όπως εκάστοτε ισχύει.
- Να εφαρμόζονται οι διατάξεις της Κ.Υ.Α. αριθμό ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017 Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων στο βαθμό που αφορούν τη ΔΕΗ Α.Ε.

- Στα πλαίσια του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου η ΔΕΗ Α.Ε. να ανταποκρίνεται στις υποχρεώσεις της Υ.Α. 181478/965/2017, (ΦΕΚ 3763/Β/26.10.2017) στο βαθμό που αφορούν τον ΑΗΣ.
- Να εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα για τη συντήρηση των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού.
- Να εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα από τον Κανονισμό (ΕΚ) 517/2014, την ΚΥΑ 18694/658/Ε103/2012 (ΦΕΚ 1232 Β), το Κανονισμό (ΕΚ) 1005/2009, την ΚΥΑ 37411/1829/Ε103/2007 (ΦΕΚ 1827 Β) για τη συντήρηση του εξοπλισμού που περιέχει φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου και του εξοπλισμού που περιέχει ουσίες που βλάπτουν τη στοιβάδα του όζοντος. Ειδικά για τα συστήματα ψύξης/κλιματισμού να εφαρμόζονται οι διατάξεις της ΥΑ 37411/1829/Ε103/2007 (ΦΕΚ 1827 Β).
- Η δραστηριότητα του ΑΗΣ υπάγεται στο Παράρτημα Ι της ΚΥΑ 36060/1155/Ε103/2013 (ΦΕΚ 1450 Β) και ως εκ τούτου εμπίπτει στις διατάξεις του κεφαλαίου ΙΙ αυτής. Για το λόγο αυτό υποχρεούται να τηρεί τα οριζόμενα στο άρθρο 9 της προαναφερόμενης ΚΥΑ και να εφαρμόζει τις αναφερόμενες συνοπτικά, Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (ΒΔΤ).
- Μετά το πέρας της επεξεργασίας τους τα υγρά απόβλητα (βιομηχανικά και αστικά) να διοχετεύονται στη θάλασσα, μέσω του θαλασσινού νερού ψύξης σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 4014/11 (ΦΕΚ 209 Α) όπως τροποποιημένος ισχύει.
- Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων να παρακολουθούνται και να καταγράφονται σύμφωνα με τα της παραγράφου Ε8 της παρούσας. Απαγορεύεται η κάθε μορφής καύση υλικών όπως ελαστικά, χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια και στουπιά, καλώδια, συσκευασίες και άλλα, που μπορεί να προκαλέσει σημαντική ατμοσφαιρική ρύπανση [ΚΥΑ 11535/93 (ΦΕΚ 328Β)] και η ανεξέλεγκτη απόρριψη στερεών αποβλήτων και ιλύος στο έδαφος, στο υπέδαφος ή σε αποδέκτη υγρών αποβλήτων.
- Τα κυριότερα απόβλητα από τη λειτουργία του ΑΗΣ (ενδεικτικά), με τον αντίστοιχο κωδικό ΕΚΑ σύμφωνα με τις Αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 2001/118/ΕΚ και 2014/955/ΕΚ είναι.
- Να τηρείται μητρικό μη επικινδύνων στερεών και επικινδύνων αποβλήτων, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο Ν. 4042/12 (ΦΕΚ 24 Α), όπως τροποποιημένος ισχύει, της ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909 Β), της 13588/725/2006 (ΦΕΚ 383 Β) όπως τροποποιημένη ισχύει και της ΚΥΑ 24944/1159/06 (ΦΕΚ 791 Β).
- Ο ΑΗΣ να είναι εγγεγραμμένος στο Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων του ΥΠΕΝ.
- Η μέτρηση των παραμέτρων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των λοιπών μεγεθών πραγματοποιείται με βάση πρότυπες μεθόδους όπως αναφέρονται στη ΚΥΑ

14122/549/Ε.103/2011 (ΦΕΚ 488Β) όπως τροποποιημένη ισχύει.

- Η ΔΕΗ Α.Ε. υποχρεούται να ενημερώνει τις αρμόδιες Υπηρεσίες και Φορείς για τις πραγματοποιηθείσες μετρήσεις ποιότητας ατμόσφαιρας (Ετήσια Έκθεση), καθώς και για τυχόν υπερβάσεις των οριακών τιμών και τις αντίστοιχες ενέργειες για την αποφυγή εμφάνισης επεισοδίων ρύπανσης (Εξαμηνιαία Έκθεση).
- Το περιεχόμενο των Εκθέσεων δύναται να διαφοροποιείται με απόφαση της αρμόδιας Υπηρεσίας του ΥΠΕΝ σύμφωνα με το Ν.1650/86 (ΦΕΚ 160 Α).
- Η ΔΕΗ Α.Ε σε εφαρμογή της Κ.Υ.Α. 1915/2018 - ΦΕΚ Β 304, σε περίπτωση που συμβεί κάποιο σοβαρό ατύχημα ή καταστροφή που έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον, θα πρέπει να εφαρμόσει τα απαιτούμενα μέτρα για την αντιμετώπιση ή/και μετριασμό των σημαντικών αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον, όπως αυτά αναφέρονται στην Μελέτη Περιβάλλοντος για την Τροποποίηση / Ανανέωση της υπ. αριθμό 133872/06.12.2004 ΚΥΑ και μετά το πέρας του συμβάντος να ενημερώσει εντός ενός μηνός την αδειοδοτούσα αρχή με αντικείμενο την αποκατάσταση του περιβάλλοντος και τη λειτουργία της δραστηριότητας [2].

Παράγραφος ΑΕΠΟ, οριακές τιμές Ποιότητας Περιβάλλοντος-Ατμόσφαιρα Και ΑΕΠΟ, Παρακολούθηση / Καταγραφή της Ποιότητας της Ατμόσφαιρας

Το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο περιλαμβάνεται στην ΚΥΑ Η.Π. 14122/549/Ε.103, ΦΕΚ 488Β, 30.03.2011. Ειδικότερα στο παράρτημα ΧΙ αυτής καθορίζονται οριακές τιμές για τις παραμέτρους Διοξείδιο του Θείου, Διοξείδιο του Αζώτου, Βενζόλιο, Μονοξείδιο του Άνθρακα, Μόλυβδο και PM10. Η χρήση του φυσικού αερίου ως αποκλειστικού πλέον καυσίμου στον ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου έχει σαν αποτέλεσμα να περιορίζεται το πλήθος των μετρούμενων παραμέτρων ενδιαφέροντος στη μέτρηση του Διοξειδίου του Αζώτου. Ειδικότερα προτείνεται να επιβληθεί οριακή τιμή συγκέντρωσης ατμοσφαιρικού αέρα μόνο για το Διοξείδιο του Αζώτου, ως εξής:

Πίνακας 4.1.: Οριακές Τιμές Συγκέντρωσης Ατμοσφαιρικού Αέρα [2]

NO ₂	Περίοδος μέσου όρου: 1 ώρα	200 μg/m ³ NO ₂ των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 18 φορές ανά ημερολογιακό έτος
	Περίοδος μέσου όρου: Ημερολογιακό έτος	40 μg/m ³ NO ₂

Με βάση τα αναφερόμενα στην σχετική παράγραφο της ΑΕΠΟ προτείνεται να μην τεθεί υποχρέωση μετρήσεων συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα για τις παραμέτρους SO₂, C₆H₆, CO, Pb και Αιωρούμενα Σωματίδια. Όσον αφορά την παρακολούθηση και καταγραφή της ποιότητας της ατμόσφαιρας, αντίστοιχα προτείνεται η παρακολούθηση / καταγραφή με αυτόματο αναλυτή για τη συνεχή μέτρηση μόνο του Διοξειδίου του Αζώτου, παράλληλα με τις επιθυμητές μετεωρολογικές παραμέτρους [2].

Παράρτημα Β' ΑΕΠΟ, Διακίνηση / Αποθήκευση Υγρών Καυσίμων (Μαζούτ και Ντίζελ)

Παρακαλούμε να ληφθεί υπόψη ότι η αποθήκευση των υγρών καυσίμων πραγματοποιείται σε πέντε (5) δεξαμενές μαζούτ, συνολικής χωρητικότητας 153.500 m³ και δύο (2) δεξαμενές ντίζελ συνολικής χωρητικότητας 47.000 m³. Η αποθήκευση του καυσίμου μαζούτ στις δεξαμενές του σταθμού γίνεται στα πλαίσια των αναγκών διακίνησης – μεταφόρτωσης του μαζούτ από τον διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο του ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου προς τις νησιωτικές μονάδες της ΔΕΗ Α.Ε. Επίσης σύμφωνα με το Ν. 4123/2013, ΦΕΚ 43Α, 19.02.2013 και την Υ.Α. Δ1/Β/21196, ΦΕΚ 2956Β, 21.11.2013, επιδιώκεται προς όφελος της χώρας η διασφάλιση υψηλού επιπέδου ασφάλειας εφοδιασμού με πετρέλαιο, για την αντιμετώπιση ενδεχόμενης σοβαρής έλλειψης. Για το λόγο αυτό η ΔΕΗ Α.Ε. ως Υπόχρεος τήρησης Αποθεμάτων Ασφαλείας έχει πιστοποιήσει εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένων δεξαμενών αποθήκευσης μαζούτ του ΑΗΣ Κερατέας–Λαυρίου, ως Αποθήκες Τήρησης Αποθεμάτων. Για το λόγο αυτό και ανεξάρτητα από τη λειτουργία του σταθμού μόνο με φυσικό αέριο, επιδιώκεται η περιβαλλοντική αδειοδότηση των εγκαταστάσεων αυτών.

Επιπρόσθετα όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι δεξαμενές αυτές λειτουργούν και για την εξυπηρέτηση των αναγκών τροφοδοσίας των νησιωτικών σταθμών παραγωγής.

Υγρά Απόβλητα: Να τηρούνται οι οριακές τιμές παραμέτρων που καθορίζονται από τη σχετική ΚΥΑ 1964ΟΠ9 (ΦΕΚ 1136ΒΠ9) "Περί διαθέσεως υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων στο Βόρειο και Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο, καθώς και στους αντίστοιχους Κόλπους Μαλιακό και Πεταλιών". Με την εξαίρεση των οριακών τιμών της παροχής σε ωριαία βάση οι οριακές τιμές να νοούνται ως μέσες ημερήσιες τιμές. Ως τιμή σύγκρισης με τις οριακές τιμές να λογίζεται η μέση ημερήσια τιμή μετρήσεων συνεχούς βάσης ή ο μέσος όρος στιγμιαίων τιμών που αντιστοιχούν σε τουλάχιστον 3 δείγματα λαμβανόμενα με μεταξύ τους χρονική απόσταση 2 ωρών εντός του ίδιου 24ωρου. Η τήρηση των ορίων να επιτυγχάνεται με κατάλληλη επεξεργασία των αποβλήτων και πριν από τυχόν αραίωση τους.

Πρόγραμμα Παρακολούθησης

Στο πλαίσιο του προγράμματος περιβαλλοντικής παρακολούθησης των εγκαταστάσεών του, ο ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου παρακολουθεί/καταγράφει τις εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα και στα υδατικά απόβλητα, τις εκπομπές θορύβου και τις λοιπές περιβαλλοντικές παραμέτρους λειτουργίας απ' όλες τις Μονάδες του ΑΗΣ, τόσο σε συνεχή όσο και σε περιοδική βάση καθώς και ενημερώνει τις αρμόδιες Υπηρεσίες με την υποβολή Εκθέσεων σε έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή.

Παρακολούθηση βασικών παραμέτρων της διεργασίας που συνδέονται με εκπομπές στην ατμόσφαιρα και στο νερό

Σε συνεχή βάση πραγματοποιούνται μετρήσεις περιεκτικότητας σε οξυγόνο, θερμοκρασίας, και περιεκτικότητας σε NOx και CO στα καυσαέρια. Οι ίδιες παράμετροι μετρώνται περιοδικά, με συχνότητα μια φορά το τρίμηνο. Επίσης, γίνεται συνεχής παρακολούθηση παροχής, pH στην έξοδο του ΣΚΥΒΑ, θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου θαλασσινού ψυκτικού νερού. Από τις διενεργούμενες μετρήσεις συνάγεται ότι τηρείται το σύνολο των σχετικών οριακών τιμών εκπομπών στην ατμόσφαιρα και το θαλασσινό νερό.

Παρακολούθηση της ποιότητας ατμόσφαιρας

Σε συνεχή βάση πραγματοποιούνται μετρήσεις συγκέντρωσης SO₂, NO₂ και εισπνεύσιμων σωματιδίων (PM₁₀), διεύθυνσης και ταχύτητας ανέμου, σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας, στο σταθμό παρακολούθησης Ποιότητας της Ατμόσφαιρας στη θέση «Νυχτοχώρι» Λαυρίου. Από τις διενεργούμενες μετρήσεις συνάγεται ότι τηρείται το σύνολο των σχετικών οριακών τιμών των παραμέτρων ποιότητας ατμόσφαιρας. Στο εδάφιο 2.1 των Περιβαλλοντικών Όρων Λειτουργίας του ΑΗΣ Λαυρίου που εγκρίθηκαν με το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε./ΓΔΠ/Δ.ΕΑΡΘ/Τ.Β/133872/06.12.2004, καθώς και το ΠΥΣ 34/2002 (ΦΕΚ 125Α/2002) καθορίζονται οι οριακές τιμές PM₁₀, SO₂ και NO₂, για την Ποιότητα Περιβάλλοντος.

Παρακολούθηση/καταγραφή χαρακτηριστικών υδατικών αποβλήτων

Σε συνεχή βάση μετριέται/καταγράφεται στην έξοδο της εγκατάστασης τελικής επεξεργασίας του ΣΚΥΒΑ η παροχή, το pH, καθώς και η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του θαλασσινού ψυκτικού νερού. Πέραν των συνεχών μετρήσεων πραγματοποιείται μία (1) φορά ανά εβδομάδα δειγματοληψία και έλεγχος (μετρήσεις/αναλύσεις) των εξής χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων: pH, θερμοκρασία, αιωρούμενα στερεά, διαλυμένο οξυγόνο, ελεύθερο χλώριο, COD, BOD₅, Θολερότητα, Χρώμα, Ολικός Σίδηρος, των προς διάθεση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Επίσης πραγματοποιείται μία (1) φορά ανά εβδομάδα δειγματοληψία και έλεγχος (μετρήσεις/αναλύσεις) των εξής χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων: pH, θερμοκρασία, αιωρούμενα στερεά, διαλυμένο οξυγόνο, ελεύθερο χλώριο, COD, BOD₅, Θολερότητα, Χρώμα, Ολικός Σίδηρος, των προς διάθεση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων.

Παρακολούθηση/καταγραφή θορύβου

Σε περιοδική βάση (δύο φορές ετησίως) πραγματοποιούνται μετρήσεις θορύβου στα όρια του γηπέδου του ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου.

Παρακολούθηση Ποιότητας Καυσίμων

Φυσικό Αέριο Η ΔΕΗ παρακολουθεί και καταγράφει την ανάλυση του καυσίμου σε συνεχή βάση. Οι αναλύσεις γίνονται on-line μέσω αερίου χρωματογράφου, όπου γίνεται συνεχής μέτρηση της ποιότητας του φυσικού αερίου, και μεταξύ άλλων μετρώνται οι παράμετροι LHV, CH₄, C₂H₆, CO₂, N₂, δείκτης Wobbe. Η καταχώρηση των μετρούμενων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του φυσικού αερίου γίνεται ηλεκτρονικά με μέριμνα του Διαχειριστή Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ).

Ντίζελ Η ΔΕΗ παρακολουθεί και καταγράφει, σε τακτά διαστήματα, την ποιότητα του χρησιμοποιούμενου καυσίμου ντίζελ. Για τη δειγματοληψία και την ανάλυση εφαρμόζονται τα σχετικά πρότυπα CEN και σε περίπτωση μη διαθεσιμότητάς τους, εφαρμόζονται πρότυπα ISO, ελληνικά ή διεθνή που εξασφαλίζουν την παροχή στοιχείων ισοδύναμης επιστημονικής ποιότητας. Εναλλακτικά, ως ποιότητα των καυσίμων θεωρείται αυτή των εκάστοτε νόμιμων προδιαγραφών ή η αναγραφόμενη στα δελτία παραλαβής καυσίμου και τα αντίστοιχα πιστοποιητικά ποιότητας καυσίμου που παρέχονται στη ΔΕΗ από τον προμηθευτή καυσίμου. Ο έλεγχος ποιότητας του καυσίμου ντίζελ πραγματοποιείται κάθε φορά που παραλαμβάνεται νέο φορτίο και εάν έχουν διαφοροποιηθεί σημαντικά οι προδιαγραφές ή έχει λάβει χώρα αλλαγή προμηθευτή, βάσει πιστοποιητικών των προμηθευόμενων καυσίμων. Έως 31-7-2021 πραγματοποιείται στοιχειακή ανάλυση των καυσίμων και ντίζελ ως προς το θείο (προσδιορισμός S). Από 1-8-2021 θα πραγματοποιείται στοιχειακή ανάλυση του ντίζελ (προσδιορισμός N, C, S, τέφρας).

Υδατικά απόβλητα και αστικά λύματα

Στους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ Λαυρίου καθορίζονται οι οριακές τιμές των χαρακτηριστικών των προς διάθεση υδατικών βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων καθώς και άλλων σχετικών παραμέτρων. Οι οριακές τιμές δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 4.2.: Οριακές Τιμές Χαρακτηριστικών Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων [2].

Παράμετροι	Οριακές τιμές παραμέτρων
Θερμοκρασία (T°C)	35°C στην έξοδο του συστήματος επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων
Ενεργός Οξύτητα (pH)	6-9
Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (TSS)	<40 ppm
Ολικά διαλυμένα στερεά	<1,5 g/l
BOD ₅	<40 mg O ₂ /l
COD	<150 mg O ₂ /l
Διαλυμένο Οξυγόνο (O ₂)	>5 mg/l
Υπολειμματικό Cl ₂	<0,5 mg/l
Θολρότητα (NTU-FNU)	<10 NTU
Ολικός σίδηρος (Fe)	<2 ppm
Ορυκτά Έλαια-Υδρογονάνθρακες	<15 ppm

Πίνακας 4.3.: Οριακές Τιμές Χαρακτηριστικών Αστικών Λυμάτων [2]

Παράμετροι	Οριακές τιμές
Θερμοκρασία (T°C)	35°C στην έξοδο του συστήματος επεξεργασίας αστικών λυμάτων
Ενεργός Οξύτητα pH	6-9
Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (TSS)	< 40 ppm
Ολικά διαλελυμένα στερεά	< 1,5 g/l
BOD ₅	< 40 mg O ₂ /l
COD	< 120 mg O ₂ /l
Θολρότητα (NTU-FNU)	< 10 NTU
Ολικός σίδηρος (Fe)	< 2 ppm
Διαλυμένο οξυγόνο (O ₂)	> 3 mg/l
Ορυκτά Έλαια-Υδρογονάνθρακες	< 15 ppm
Υπολειμματικό Cl ₂	< 0,7 mg/l

Υπ' αριθμό 133872/06.12.2004 ΚΥΑ. Σύμφωνα με τους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου. Σύμφωνα με την ΥΑ 1811/11 (ΦΕΚ 3322 σε εφαρμογή της παραγράφου 2 του άρθρου 3 της ΚΥΑ 39626/2208/2009.

* Με το υπ' αριθμό. πρωτοκόλλου. Δ1(δ) / Γ.Π.21912 - 17.04.2020 έγγραφο του Υπουργείου Υγείας με θέμα: Ασφαλής διάθεση αστικών λυμάτων και αποβλήτων - Προστασία από τον κορονοϊό SARS-COV-2, το υπολειμματικό χλώριο στα επεξεργασμένα αστικά λύματα ορίζει ότι πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,5 mg/l.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Αρχικά πραγματοποιήθηκαν 12 διπλές δειγματοληψίες από τον Ιούλιο του έτους 2021 έως τον Δεκέμβριο του ίδιου έτους και κατά το διάστημα από 9:00 π.μ. έως 3:00 μ.μ ανά 15 ημέρες. Όπως αναφέρθηκε ήδη, όλες οι δειγματοληψίες διεξήχθησαν στο χημικό εργαστήριο που στεγάζεται στον εσωτερικό χώρο του εργοστασίου του ΑΗΣ της ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου δίπλα από τα γραφεία διοικήσεως. Η πειραματική διαδικασία περιλάμβανε τις δειγματοληψίες των υγρών αποβλήτων-λυμάτων από τον Σταθμό Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων και τον Σταθμό Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων σε πλαστικά δοχεία, την παρακολούθηση και έλεγχο μερικών παραμέτρων κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας, την ταχεία μεταφορά των δειγμάτων στο χημικό εργαστήριο της ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου για την αποφυγή της έκθεσής τους στις καιρικές συνθήκες λόγω της ευαλωτότητάς τους, την πιστή τήρηση και εφαρμογή συγκεκριμένων μεθοδολογιών για τον προσδιορισμό μέτρησης της συγκέντρωσης ανά λίτρο (mg/L) των συλλεγόμενων υγρών, με βάση ειδικών παραμέτρων (pH, DO, υπολειμματικό Cl₂, COD, BOD₅, NTU-FNU, T) με την χρήση οργάνων μέτρησης, την καταγραφή των αποτελεσμάτων και την τελική αξιολόγησή τους σύμφωνα με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία. Παρακάτω, ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν με την χρήση εγκεκριμένων οργάνων μέτρησης.

5.1. Μέθοδοι μετρήσεων Οργάνων

5.2. Προσδιορισμός Υπολειμματικού Ελεύθερου Χλωρίου (Cl₂)

Το όργανο Hach DR300 Colorimeter (Εικόνα 5.1) είναι ένα φορητό χρωματόμετρο που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του νερού. Χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για την μέτρηση του υπολειμματικού ελεύθερου χλωρίου στα δείγματα των επεξεργασμένων και απολυμασμένων με χλωρίωση υγρών αποβλήτων του σταθμού ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου. Οι κυψελίδες δείγματος είναι γυάλινες διαμέτρου 25 mm (10 ml). Η παρούσα ψηφιακή συσκευή Κατηγορίας Β ανταποκρίνεται σε όλες τις προδιαγραφές του Καναδικού Κανονισμού Εξοπλισμού Πρόκλησης Παρεμβολών (IECS - Institute of Clinical and Health Effectiveness).



Εικόνα 5.1: Φορητό Χρωματόμετρο Hach DR300 για τον προσδιορισμό του υπολειμματικού ελεύθερου χλωρίου [4].



Εικόνα 5.2: Αντιδραστήρια για τον προσδιορισμό του υπολειμματικού ελεύθερου χλωρίου με την μέθοδο DPD (N,N-diethyl-p-phenylenediamine) FREE Chlorine. Εύρος μέτρησης: 0,02-2,00 mg/L Cl₂. Μέγεθος δείγματος: 10 ml [4].

Το όργανο αυτό έχει βαθμονομηθεί στο εργοστάσιο. Δεν απαιτείται βαθμονόμηση από τον χρήστη. Οι οδηγίες χρήσης του οργάνου είναι οι ακόλουθες μετά την ενεργοποίηση του μετά το πάτημα του μπλε κουμπιού έναρξης [4]:

1. Πατήστε το πάνω βελάκι για να επιλέξετε το ισχύον εύρος μέτρησης (π.χ. LR ή HR).
2. Συλλέξτε τουλάχιστον 20 ml δείγματος, 10 ml για το τυφλό και 10 ml για το δείγμα (Τυφλό είναι το δείγμα που περιέχει μόνο νερό).
3. Καθαρίστε την κυψελίδα δείγματος με ένα πανί που δεν αφήνει χνούδι.

4. Τοποθετήστε την κυψελίδα τυφλού δείγματος στον υποδοχέα κυψελίδας. (Φροντίστε να τοποθετήσετε την κυψελίδα τυφλού δείγματος με σωστό και σταθερό προσανατολισμό, ούτως ώστε τα αποτελέσματα να είναι περισσότερο επαναλήψιμα και ακριβή.)
5. Τοποθετήστε το κάλυμμα της συσκευής επάνω από τον υποδοχέα κυψελίδας.
6. Πατήστε το μπλε αριστερό τετράγωνο πλήκτρο για να μηδενίσετε τη συσκευή.
7. Αφαιρέστε την κυψελίδα τυφλού δείγματος.
8. Στο δείγμα των 10ml προσθέστε ένα φακελάκι από το αντιδραστήριο DPD FREE Chlorine (Εικόνα 5.2). Ανακινήστε ήπια για να χρωματιστεί το δείγμα σε ροζ χρώμα συνήθως.
9. Καθαρίστε την κυψελίδα δείγματος με ένα πανί που δεν αφήνει χνούδι.
10. Τοποθετείστε την κυψελίδα δείγματος στον υποδοχέα κυψελίδας.
11. Τοποθετήστε το κάλυμμα της συσκευής επάνω από τον υποδοχέα κυψελίδας.
12. Πατήστε το πλήκτρο με το πράσινο βελάκι. Η οθόνη εμφανίζει τα αποτελέσματα σε μονάδες συγκέντρωσης (mg/L) ή ως απορρόφηση. Σημείωση: Το αποτέλεσμα αναβοσβήνει αν η τιμή είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από το εύρος της συσκευής.
13. Αφαιρείτε την κυψελίδα δείγματος από τον υποδοχέα της κυψελίδας.
14. Αδειάστε αμέσως και εκπλύνετε την κυψελίδα δείγματος. Εκπλύνετε την κυψελίδα δείγματος και το πώμα τρεις φορές με απιονισμένο (ή απεσταγμένο νερό). Σημείωση: Εναλλακτικά, χρησιμοποιείτε νερό βρύσης για να εκπλύνετε την κυψελίδα δείγματος αν τα δείγματα που μετρήθηκαν έχουν υψηλότερη συγκέντρωση από το νερό βρύσης.

Εμφάνιση μετρήσεων Σημείωση: Το όργανο αποθηκεύει έως και 50 μετρήσεις. Μετά την εκτέλεση 50 μετρήσεων, οι νέες μετρήσεις αντικαθιστούν τις παλαιότερες. Περισσότερες πληροφορίες αναφέρονται στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου [4].

5.3. Προσδιορισμός Θολερότητας

Τα φορητά θολόμετρα Hach 2100Q και 2100QIS (Εικόνα 5.3) μετρούν τη θολότητα υδατικών δειγμάτων από το 0 έως 1.000 NTU (FNU). Κυρίως για χρήση σε πεδίο, ο φορητός μετρητής λειτουργεί με τέσσερις μπαταρίες AA. Τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν και να μεταφερθούν σε έναν εκτυπωτή, υπολογιστή ή συσκευή αποθήκευσης USB. Η ακρίβεια είναι $\pm 2\%$ της μέτρησης και η επαναληψιμότητα $\pm 1\%$ της μέτρησης ή 0,01 NTU (FNU) (όποιο είναι μεγαλύτερο). Απαιτείται δείγμα 15 ml και οι κυψελίδες δείγματος είναι κυλινδρικές, διαστάσεων 60 x 25 mm, από βοριοπυριτικό γυαλί με βιδωτά καπάκια. Η

παρούσα ψηφιακή συσκευή Κατηγορίας Α ανταποκρίνεται σε όλες τις προδιαγραφές του Καναδικού Κανονισμού Εξοπλισμού Πρόκλησης Παρεμβολών (IECS). Αρχικά γίνεται βαθμονόμηση του οργάνου με πρότυπα διαλύματα 0, 20, 100 και 800 NTU αντίστοιχα (Η διαδικασία υπάρχει στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου.) Η θολερότητα σχετίζεται με την οπτική συμπεριφορά του δείγματος, και ο προσδιορισμός της παραμέτρου βασίζεται στην εξασθένιση της έντασης της διερχόμενης φωτεινής ακτινοβολίας λόγω φαινομένων σκέδασης και απορρόφησης [20].



Εικόνα 5.3: Θολερόμετρο Hach 2100Q – 2100QIS 1 [4].

Η διαδικασία μέτρησης είναι η εξής:

- 1) Ανοίγουμε την συσκευή μέτρησης.
- 2) Γεμίζουμε μια στεγνή και καθαρή κυψελίδα με το προς ανάλυση δείγμα, μέχρι το κάτω μέρος του βέλους.
- 3) Καθαρίζουμε το εξωτερικό μέρος της κυψελίδας με πανί (υπάρχει μέσα στο κουτί με τη συσκευή), ώστε να είναι απόλυτα καθαρό και να μην έχει δαχτυλιές, υπολείμματα νερού ή άλλες εκδορές. (Οι κυψελίδες δείγματος και τα καπάκια πρέπει να είναι ιδιαίτερα καθαρά και χωρίς γρατζουνιές. Βάζουμε μια λεπτή επίστρωση λαδιού σιλικόνης στο εξωτερικό των κυψελίδων για να καλύψουμε ατέλειες και γρατζουνιές που μπορεί να επηρεάσουν τη διάχυση του φωτός.)
- 4) Εισάγουμε την κυψελίδα δείγματος μέσα στο χώρο της κυψελίδας οργάνου έτσι ώστε το σημάδι διαμαντιού ή προσανατολισμού να ευθυγραμμίζεται μπροστά από τη θήκη της κυψελίδας και κλείνουμε το καπάκι.
- 5) Πατάμε το πάνω δεξιά κουμπί- που λέει “μέτρηση” και η οθόνη δείχνει σταθεροποίηση και μετά δείχνει το αποτέλεσμα.

6) Στην οθόνη εμφανίζεται η τιμή της θολερότητας σε μονάδες FNU.

Καταγράφουμε την ένδειξη και ακολούθως βγάζουμε την κυψελίδα από τη συσκευή.

Καθαρισμός-Αποθήκευση κυψελίδων

1. Γεμίζουμε τις κυψελίδες δείγματος με απεσταγμένο ή απιονισμένο νερό.
2. Κλείνουμε με καπάκι και αποθηκεύουμε τις κυψελίδες δείγματος.
3. Σκουπίζουμε το εξωτερικό μέρος των κυψελίδων δείγματος με ένα μαλακό πανί.

Περισσότερες πληροφορίες αναφέρονται στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου [4].

5.4. Προσδιορισμός Βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου(BOD₅)

Το Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD, Biochemical Oxygen Demand) είναι ένα τεστ που μετρά την ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται από βακτήρια, τα οποία οξειδώνουν την οργανική ύλη σε δείγμα νερού. Το τεστ χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του βιοαποικοδομήσιμου οργανικού φορτίου των λυμάτων και για την εξέταση της αποτελεσματικότητας της βιολογικής επεξεργασίας σε εργοστάσια επεξεργασίας λυμάτων.



Εικόνα 5.4: Συσκευή Hach BOD TRAK II [4].

Η συσκευή Hach BOD TRAK II (Εικόνα 5.4) που χρησιμοποιήθηκε, περιλαμβάνει προγράμματα μέτρησης του BOD για 5, 7, 10, 20 ημέρες, τεστ βιοδιάσπασης OECD για 30 ημέρες. Εύρος μετρήσεων 0-700 mg/L O₂, μεταβλητό. Περιλαμβάνει 6 ελαστικά δακτυλιοειδή πώματα, 6 φιάλες των 492 mL από σκούρο γυαλί, λιπαντικό, 6 μαγνητικούς αναδευτήρες, χοάνη, 1 πακέτο σακουλάκια LiOH σε σκόνη, 1 πακέτο σακουλάκια θρεπτικού μέσου σε σκόνη. Η ανάλυση είναι 1mg/L BOD. Η παρούσα ψηφιακή συσκευή Κατηγορίας A ανταποκρίνεται σε όλες τις προδιαγραφές του Καναδικού Κανονισμού Εξοπλισμού Πρόκλησης Παρεμβολών (IECS).

Μέθοδος Μέτρησης:

- 1) Συλλέγουμε τα δείγματα σε καθαρά γυάλινα ή πλαστικά δοχεία και μπουκάλια. Συγκεκριμένα συλλέγουμε ένα δείγμα από το ΣΚΑΛ και ένα δείγμα από το ΣΚΥΒΑ.
- 2) Αφήνουμε την θερμοκρασία των δειγμάτων να αυξηθεί σε θερμοκρασία δωματίου πριν την ανάλυση.
- 3) Πραγματοποιείται ποσοτική μεταφορά των δειγμάτων σε γυάλινη ογκομετρική φιάλη των 1.000 ml για ακριβή προσδιορισμό των ποσοτήτων των δειγμάτων.
- 4) Παίρνουμε δυο μαύρες καθαρές σκούρες γυάλινες φιάλες με δύο μαγνητικούς αναδευτήρες, ένας στην καθεμία αντίστοιχα.
- 5) Για το δείγμα ΣΚΑΛ βάζουμε στη σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη 355 ml αστικών λυμάτων με την βοήθεια χωνιού αργά και με προσοχή. Αντίστοιχα για το δείγμα ΣΚΥΒΑ προσθέτουμε στη σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη 420 ml υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.
- 6) Βάζουμε λίγη σιλικόνη σε κάθε στόμιο των δύο μπουκαλιών έτσι ώστε να σταθεροποιηθούν και να σφραγιστούν τα ελαστικά δακτυλιοειδή πώματα.
- 7) Προσθέτουμε ένα φακελάκι με υδροξείδιο του λιθίου σε σκόνη αντίστοιχα σε κάθε δακτυλιοειδές πώμα κάθε σκουρόχρωμης φιάλης με την βοήθεια του χωνιού και με προσοχή ώστε να πέσει όλο το φακελάκι μέσα στο πώμα και όχι στην φιάλη.
- 8) Τοποθετούμε τα μπουκάλια μέσα στην βάση της συσκευής στον επωαστικό θάλαμο των 20 °C σε τυχαίες θέσεις και σφίγγουμε τα καπάκια των μπουκαλιών. Πρέπει να είμαστε σίγουροι

ότι οι μαγνήτες ανάδευσης περιστρέφονται σωστά (κυκλικά) στο κέντρο κάθε μπουκαλιού πριν τεθεί σε λειτουργία η συσκευή.

9) Στην οθόνη με τους αριθμούς πατάμε συνεχόμενα τους αριθμούς που αντιστοιχούν σε κάθε φιάλη αντίστοιχα. Εμφανίζει τις λεπτομέρειες του κάθε καναλιού για τις προηγούμενες μετρήσεις. Έτσι με το αριστερό βελάκι μηδενίζουμε τον μετρητή με επιλογή της μονάδας σε mg/L για να ξεκινήσει νέα μέτρηση και με το αριστερό ή το δεξί βελάκι βρίσκουμε την κλίμακα 70 για το δείγμα ΣΚΑΛ και την κλίμακα 35 για το δείγμα ΣΚΥΒΑ. Αφού βρούμε την κλίμακα πατάμε παρατεταμένα το κουμπί ON για να αρχίσει η μέτρηση, η οποία θα διαρκέσει πέντε ημέρες. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης γραφικής παράστασης του BOD/ημέρες. Περισσότερες πληροφορίες περιγράφονται στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου [4].

5.5. Προσδιορισμός pH

Οι αισθητήρες Hach pH Intellical σειράς PHC101 (Εικόνα 5.5) της συσκευής μέτρησης του Hach pH HQ11d (Εικόνα 5.6), είναι ψηφιακά, συνδυαστικά ηλεκτρόδια που μετρούν το pH σε υγρά απόβλητα, πόσιμο νερό και γενικά δείγματα νερού. Προορίζονται για χρήση από άτομα που μετρούν παραμέτρους ποιότητας νερού στο εργαστήριο ή στο πεδίο. Οι αισθητήρες διαθέτουν έναν μη επαναπληρώσιμο ηλεκτρολύτη τύπου gel και έναν ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας. Ο ανοικτός σύνδεσμος αναφοράς παρέχει βέλτιστη ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ του δείγματος και του ηλεκτρολύτη και δεν φράζει. Εύρος pH: 2-14, ακρίβεια pH: $\pm 0,02$ pH, ελάχιστο βάθος βύθισης 20mm (0,79 inch) και πιστοποιήσεις: CE, FCC/ISED.



Εικόνα 5.5: Ηλεκτρόδιο pH Hach Intellical PHC101 [4]



Εικόνα 5.6: Συσκευή Μέτρησης pH Hach HQ11d συνδεδεμένη με το ηλεκτρόδιο PHC101 [4]

Η βαθμονόμηση του οργάνου πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια ρυθμιστικών διαλυμάτων γνωστών pH 4, 7 και 10 αντίστοιχα. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία μέτρησης αναφέρεται στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου, όπως και η διαδικασία επαλήθευσης της βαθμονόμησης [4].

Η διαδικασία μέτρησης δείγματος ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ είναι η εξής:

- Αρχικά συλλέγουμε το δείγμα αποβλήτων που μας ενδιαφέρει σε ένα πλαστικό δοχείο και το πωματίζουμε με το καπάκι του. Έπειτα, πραγματοποιείται ποσοτική μεταφορά του δείγματος σε μια γυάλινη φιάλη ή σε ένα ποτήρι ζέσεως.
- Μετά ξεπλύνουμε τον αισθητήρα με απιονισμένο νερό και τον στεγνώνουμε με ένα πανί που δεν αφήνει χνούδι.
- Ανοίγουμε την συσκευή, τοποθετούμε τον αισθητήρα και τον σύνδεσμο αναφοράς πλήρως βυθισμένα στο δείγμα με προσοχή ώστε να μην αγγίζει ο αισθητήρας τον πυθμένα ή τα πλαϊνά του ποτηριού ζέσεως. (Μεταξύ των μετρήσεων, είναι χρήσιμο να ξεπλύνουμε τον αισθητήρα με απιονισμένο νερό και να τον στεγνώνουμε με ένα πανί που δεν αφήνει χνούδι, για να αποφύγουμε τη επιμόλυνση).
- Πατάμε το επάνω δεξιά πράσινο κουμπί για να εμφανιστεί η μέτρηση, ανακινούμε τον αισθητήρα ήπια από την μια πλευρά στην άλλη για να ανανεώσουμε το σύνδεσμο αναφοράς και να αφαιρέσουμε τυχόν φυσαλίδες αέρα κάτω από τον αισθητήρα που μπορεί να προκαλέσουν αργή απόκριση ή σφάλμα στη μέτρηση.
- Τέλος, αναδεύουμε απαλά και στην συνέχεια σημειώνουμε την σταθεροποιημένη τιμή pH του δείγματος. Στην οθόνη εμφανίζεται η διορθωμένη ως προς τη θερμοκρασία τιμή pH, όταν η ένδειξη σταθεροποιηθεί. Έπειτα κλείνουμε την συσκευή πατώντας το κάτω μαύρο κεντρικό κουμπί. Ο μετρητής αποθηκεύει αυτόματα τα δεδομένα μέτρησης, όταν ο χρήστης μετρά χειροκίνητα κάθε σημείο δεδομένων και όταν ο μετρητής έχει ρυθμιστεί να μετρά σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο χειριστής πρέπει να αποθηκεύει χειροκίνητα κάθε σημείο δεδομένων, όταν ο μετρητής έχει ρυθμιστεί για συνεχή μέτρηση.

Καθαρισμός-Αποθήκευση οργάνου

Πρώτα, ξεπλύνουμε τον αισθητήρα με απιονισμένο νερό για να απομακρυνθεί το διάλυμα φύλαξης που στεγνώνει επάνω στον αισθητήρα. Στεγνώνουμε το σώμα του αισθητήρα με ένα πανί που δεν αφήνει χνούδι. Ακολουθούμε τις οδηγίες για στεγνούς αισθητήρες που υπάρχουν στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου για καλύτερο και πιο βαθύ καθαρισμό. Στους αισθητήρες μπορεί να προκληθεί μόνιμη βλάβη αν φυλάσσονται σε διάλυμα φύλαξης που δεν καθορίζεται από τον κατασκευαστή. Χρησιμοποιούμε μόνο το καθορισμένο διάλυμα φύλαξης (διάλυμα φύλαξης ηλεκτροδίου pH της Hach 3M KCl). Διατηρούμε τον αισθητήρα σε κατακόρυφη θέση, με τον αισθητήρα και τον σύνδεσμο αναφοράς κάτω από τη στάμνη υγρού στη φιάλη αποθήκευσης. Προσθέτουμε διάλυμα φύλαξης στη φιάλη αποθήκευσης, εάν

χρειάζεται. Απαιτείται τακτική συντήρηση για την επίτευξη της βέλτιστης ακρίβειας, χρόνου σταθεροποίησης και διάρκειας ζωής του αισθητήρα. Γι' αυτό ακολουθούμε πιστά τις λεπτομερείς οδηγίες που περιέχονται στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου [4].

Προσδιορισμός Διαλυμένου Οξυγόνου (DO)

Ο οπτικός αισθητήρας διαλυμένου οξυγόνου Hach Intellical LDO (Εικόνα 5.7) της συσκευής μέτρησης Hach (Εικόνα 5.8) δεν διαθέτει μεμβράνες για καθαρισμό ή αντικατάσταση, ούτε διάλυμα ηλεκτρολύτη για αναπλήρωση, και μειώνει τη συχνότητα βαθμονόμησης. Χιλιάδες εγκαταστάσεις σε ολόκληρο τον κόσμο το εμπιστεύονται για τη μέτρηση διαλυμένου οξυγόνου. Το LDO101 είναι εξοπλισμένο με μια αυτόματη μονάδα αισθητήρα πίεσης και έναν αισθητήρα θερμοκρασίας. Το καπάκι ανίχνευσης DO (Dissolved Oxygen, Διαλυμένο Οξυγόνο) παρέχεται με ένα iButton για την παρακολούθηση των ημερών που είναι σε χρήση και για την υπενθύμιση της εναπομένουσας διάρκειας ζωής του στοιχείου καπακιού ανίχνευσης. Ο αισθητήρας LDO101 είναι ιδανικός για τη μέτρηση διαλυμένου οξυγόνου σε υγρά απόβλητα, πόσιμο νερό και γενικές εφαρμογές ποιότητας νερού. Οι ψηφιακοί αισθητήρες Intellical παρέχουν απόλυτη ιχνηλασιμότητα στο ιστορικό μετρήσεων, αποθήκευση χρόνου και ημερομηνίας για κάθε μέτρηση και ιστορικό βαθμονόμησης. Οι ψηφιακοί αισθητήρες Intellical ειδοποιούν τον χρήστη, όταν απαιτείται επαναβαθμονόμηση. Εύρος μέτρησης: 0,1-20,0 mg/L (ppm), ακρίβεια μέτρησης: ± 0.1 mg/L για 0-8 mg/L και ± 0.2 mg/L για >8 mg/L [4].



Εικόνα 5.7: Ηλεκτρόδιο μέτρησης διαλυμένου οξυγόνου Hach Intellical LDO101 [4]



Εικόνα 5.8: Συσκευή Hach μέτρησης διαλυμένου οξυγόνου σε απόβλητα συνδεδεμένη με ηλεκτρόδιο Intellical LDO101 [4]

Το όργανο είναι εργοστασιακά βαθμονομημένο, όποτε δεν απαιτείται να πραγματοποιηθεί βαθμονόμηση του οργάνου κατά την ενεργοποίησή του (μπορεί να γίνει ακολουθώντας τις οδηγίες χρήσης του οργάνου). Το κύριο μέλημα κατά τη συλλογή δειγμάτων είναι να αποφευχθεί η επιμόλυνση του δείγματος με την εισροή ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Τα δείγματα πρέπει να αναλύονται αμέσως, γιατί δεν μπορούν να διατηρηθούν για ανάλυση αργότερα. Είναι ωφέλιμο να αναλύονται τα δείγματα στο χώρο συλλογής τους, όπως και πραγματοποιήθηκε αμέσως χωρίς την εισαγωγή αέρα στο δείγμα διότι, τότε αλλοιώνεται η συλλεγόμενη ποσότητα.

Η διαδικασία μέτρησης δείγματος ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ είναι η εξής:

- Αρχικά συλλέγουμε το δείγμα αποβλήτων που μας ενδιαφέρει σε ένα πλαστικό δοχείο (μέχρι πλήρωσης της φιάλης) και το κλείνουμε ερμητικά με το καπάκι του.
- Ανοίγουμε το όργανο μέτρησης, πατώντας το κεντρικό κάτω μαύρο κουμπί, ξεπλύνουμε τον αισθητήρα με απιονισμένο νερό και τον στεγνώνουμε με ένα πανί που δεν αφήνει χνούδι.
- Έπειτα τοποθετούμε τον αισθητήρα πλήρως βυθισμένο στο δείγμα με προσοχή ώστε να μην αγγίζει ο αισθητήρας τον πυθμένα ή τα πλαϊνά του ποτηριού ζέσεως. (Μεταξύ των μετρήσεων είναι χρήσιμο να ξεπλύνουμε τον αισθητήρα με απιονισμένο νερό και να τον στεγνώνουμε με ένα πανί που δεν αφήνει χνούδι, για να αποφύγουμε την

επιμόλυνση). Ανακινούμε τον αισθητήρα ήπια από την μια πλευρά στην άλλη για να αφαιρέσουμε τυχόν φυσαλίδες αέρα κάτω από τον αισθητήρα που μπορεί να προκαλέσουν αργή απόκριση ή σφάλμα στη μέτρηση.

- Εμφανίζεται μια προοδευτική γραμμή, όπου όταν η μέτρηση σταθεροποιηθεί εμφανίζεται το εικονίδιο κλειδώματος.
- Τότε καταγράφουμε την τιμή και μπορούμε να σημειώσουμε και την τιμή της θερμοκρασίας. Τέλος κλείνουμε τη συσκευή και ακολουθεί ο καθαρισμός και η αποθήκευση των οργάνων. Ξεπλένουμε τον αισθητήρα και τα όργανα που χρησιμοποιήσαμε με απιονισμένο νερό και τα αποθηκεύουμε με τον κατάλληλο τρόπο σύμφωνα με τις οδηγίες.

Περισσότερες πληροφορίες περιγράφονται στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου [4].

5.6. Προσδιορισμός Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD)

Διαδικασία Μέτρησης του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD) για δείγμα ΣΚΑΛ-ΣΚΥΒΑ:

Πρώτα απ' όλα θέτουμε σε λειτουργία τον θερμοαντιδραστήρα Hach DRB200-1 (Εικόνα 5.9) και τον ρυθμίζουμε στο πρόγραμμα προσδιορισμού του COD (Chemical Oxygen Demand), περιμένουμε να ανέβει η θερμοκρασία στους 150°C και παίρνουμε ένα φιαλίδιο LANGE LCK 314 15-150 mg/L O₂ (Εικόνα 5.10) για κάθε δείγμα, και χορηγούμε με το σιφόνιο (πιπέτα) σε αυτό 2 ml αργά με προσοχή από δείγμα λυμάτων (εκροή από ΣΚΑΛ και από ΣΚΥΒΑ αντίστοιχα). Έπειτα, κλείνουμε το φιαλίδιο με το καπάκι του και το σκουπίζουμε σχολαστικά περιμετρικά με πανί που δεν αφήνει χνούδι. Ακολουθεί ήρεμη ανάδευση προσεκτικά ώστε, να καθιζάνει το υγρό και να σχηματιστεί το αιώρημα. Αφού περάσουν λίγα λεπτά και έχει σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία του θερμοαντιδραστήρα DRB200-1 στους 150°C, ανοίγουμε το καπάκι του, τοποθετούμε σωστά τα φιαλίδια στις θέσεις που εφάπτονται, και έπειτα τα αφήνουμε να αντιδράσουν σε αυτές τις συνθήκες για 2 ώρες. Μετά από 2 ώρες αφαιρούμε τα φιαλίδια από το όργανο, τα αναστρέφουμε προσεκτικά 2 φορές και τα αφήνουμε σε ηρεμία για μερικά λεπτά μέχρι να ψυχθούν σε θερμοκρασία δωματίου. Τέλος ανοίγουμε το

φασματοφωτόμετρο Lange DR5000 (Εικόνα 5.11), καθαρίζουμε σχολαστικά το εξωτερικό κάθε φιαλιδίου (το ίζημα θα πρέπει να έχει καθιζάνει πλήρως πριν από την εκτέλεση της αξιολόγησης), το τοποθετούμε στον υποδοχέα και σημειώνουμε την μέτρηση σε mg/L. Περισσότερες πληροφορίες αναφέρονται στο εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου [4].



Εικόνα 5.9: Θερμοαντιδραστήρας Hach DRB200-1 [4]



Εικόνα 5.10: Φιαλίδια LANGE LCK 314 εύρους 15-150 mg/L O₂ [4]



Εικόνα 5.11: Φασματοφωτόμετρο Lange DR5000 [4]

5.7. Προσδιορισμός ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS)

Αρχικά παίρνουμε ένα φίλτρο Whatman 934-AH με διάμετρο 47 mm και αφού το ξεπλύνουμε πλήρως με αφαλατωμένο νερό, το τοποθετούμε στον φούρνο ξήρανσης στους 108°C για μισή ώρα. Έπειτα, το βγάζουμε από τον φούρνο, το τοποθετούμε σε ξηραντήρα μέχρι να ψυχθεί σε θερμοκρασία δωματίου και το ακουμπάμε ελαφριά στο κέντρο του αναλυτικού ζυγού, όπου και καταγράφουμε το αποτέλεσμα της ζύγισης. Μετά εκτελείται η διαδικασία της διήθησης στην συσκευή διήθησης κενού με παχύ χωνί και γυάλινο ογκομετρικό κύλινδρο των 500 ml ώστε να απομονωθούν τα στερεά σωματίδια που περιέχονται στο υγρό μείγμα, δηλαδή το φίλτρο με το ίζημα (ρίχνουμε 500 ml από κάθε ένα από τα δύο δείγματα που έχουν συλλεχθεί ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ ξεχωριστά). Αφού πραγματοποιηθεί η διαδικασία της διήθησης, βάζουμε το φίλτρο με το ίζημα στον φούρνο στους 108°C για μισή ώρα. Παίρνουμε το φίλτρο από το φούρνο, το τοποθετούμε σε ξηραντήρα μέχρι να ψυχθεί σε θερμοκρασία δωματίου, το ζυγίζουμε και καταγράφουμε το αποτέλεσμα όπως και προηγουμένως. Τελικά αφαιρούμε από την τελική ένδειξη του φίλτρου την αρχική και μετατρέπουμε τη μάζα από g σε mg ώστε να προσδιορίσουμε τη συγκέντρωση των Ολικών Αιωρούμενων Στερεών Σωματιδίων που υπάρχουν στα δείγματα της εκροής ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ (οι ίδιες διαδικασίες πραγματοποιούνται και στα δύο δείγματα).

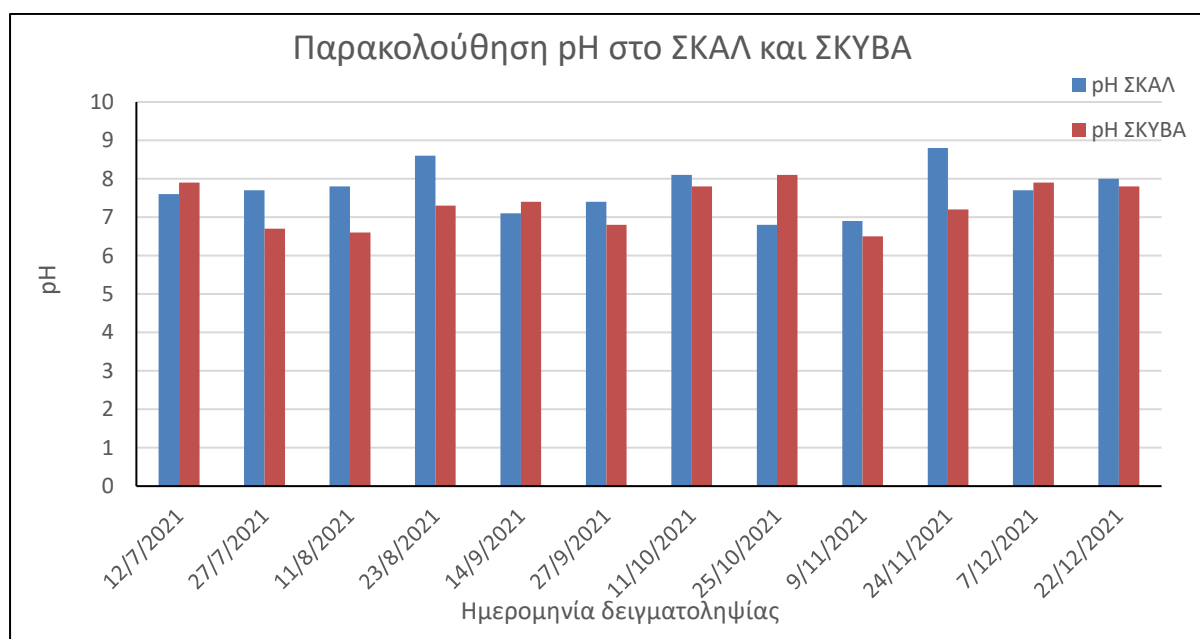
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Μετρήσεων

Κατά την περίοδο από 12/07/21 έως 22/12/21 πραγματοποιήθηκαν 12 μετρήσεις για καθεμία από τις 8 παραμέτρους που απαιτούνται να ελέγχονται για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της εκροής των αποβλήτων από τα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ στο σταθμό ΑΗΣ της ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου σύμφωνα με τις ισχύουσες περιβαλλοντικές διατάξεις. Ακολούθως παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών, που διεξήχθησαν με διαφορά διαστήματος 15 ημερών.

1^η Παράμετρος ενεργός οξύτητα (pH)



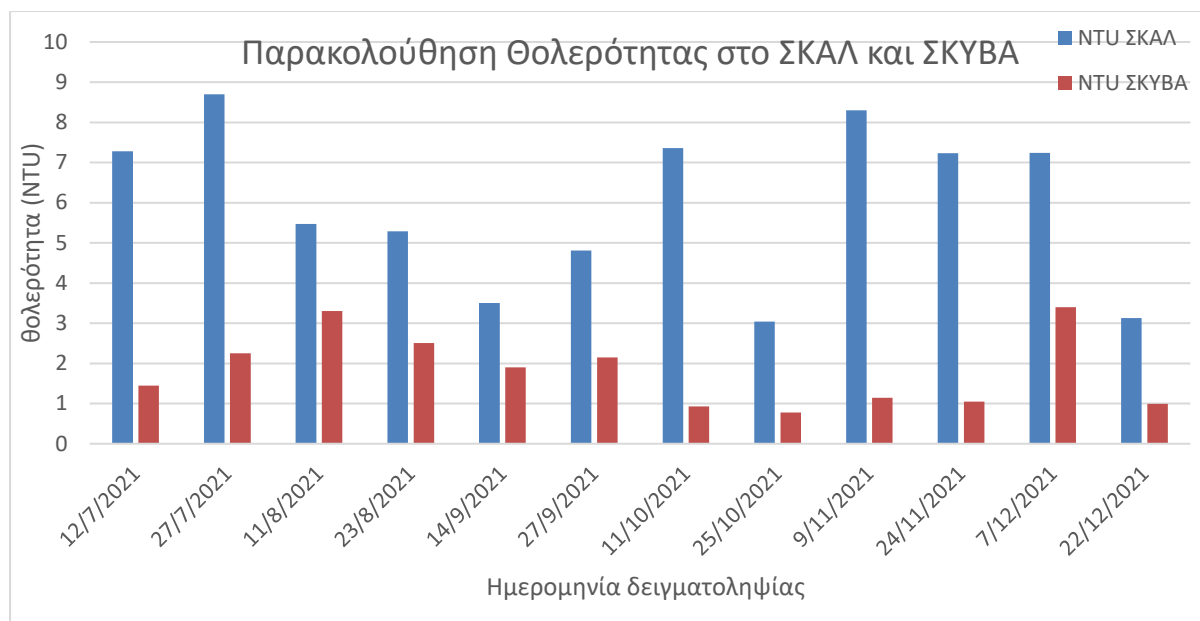
Διάγραμμα 6.1: Παρακολούθηση του pH στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Όπως γίνεται αντιληπτό από τη γραφική παράσταση του pH σε συνάρτηση με την ημερομηνία δειγματοληψίας (Διάγραμμα 6.1) παρατηρείται ότι στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας των Αστικών Λυμάτων η μέση τιμή ήταν 7,7 με τυπική απόκλιση $\pm 0,6$, ενώ η μέγιστη τιμή ενεργού οξύτητας pH ήταν 8,8 και η ελάχιστη τιμή 6,8. Αντίθετα στην εκροή του Συστήματος Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων η μέση τιμή ήταν 7,3 με τυπική απόκλιση $\pm 0,6$, ενώ η μέγιστη τιμή pH ήταν 8,1 και η ελάχιστη τιμή 6,5. Επομένως είναι φανερό ότι όλες οι τιμές ενεργούς οξύτητας που μετρήθηκαν σε αυτό το χρονικό διάστημα (ακόμα και οι ελάχιστες τιμές), βρίσκονται εντός των αποδεκτών οριακών τιμών των χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων υδατικών βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων (pH= 6-9) σύμφωνα με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία.

2^η Παράμετρος Θολρότητα

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των δειγμάτων που μετρήθηκαν, ήταν η θολότητα. Αυτή η παράμετρος σχετίζεται με την οπτική συμπεριφορά του δείγματος, και προκαλεί εξασθένιση της έντασης της διερχόμενης φωτεινής ακτινοβολίας λόγω φαινομένων σκέδασης και απορρόφησης [20].

Παρακάτω αναλύονται διαγραμματικά τα αποτελέσματα της θολρότητας σε μονάδες NTU των δειγμάτων που αναλύθηκαν από 12/07/2021 έως 22/12/2021 με το πιστοποιημένο όργανο προσδιορισμού της θολότητας Hach 2100Q, όπως περιεγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.



Διάγραμμα 6.2: Παρακολούθηση της Θολερότητας σε μονάδες NTU στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Εξετάζοντας το διάγραμμα 6.2 της Θολερότητας σε συνάρτηση με την ημερομηνία δειγματοληψίας γίνεται φανερό, ότι στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας των Αστικών Λυμάτων η μέση τιμή ήταν 5,95 NTU με μία τυπική απόκλιση $\pm 2,0$, ενώ η μέγιστη τιμή θολερότητας ήταν 8,7 NTU και η ελάχιστη τιμή που μετρήθηκε, 3,04 NTU. Αντιθέτως στην έξοδο του Συστήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων η μέγιστη τιμή θολερότητας ήταν 3,4 NTU, η ελάχιστη τιμή 0,78 NTU και η μέση τιμή 1,82 NTU με τυπική απόκλιση $\pm 0,9$. Άρα γίνεται αντιληπτό, ότι όλες οι τιμές θολερότητας που μετρήθηκαν στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ήταν εντός των αποδεκτών οριακών τιμών των χαρακτηριστικών των υγρών βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων (Θολερότητα < 10 NTU) με βάση τις ισχύουσες περιβαλλοντικές διατάξεις. Συγκρίνοντας τις δύο εκροές παρατηρείται ότι τα επεξεργασμένα βιομηχανικά απόβλητα από το σύστημα ΣΚΥΒΑ έχουν πολύ χαμηλότερη θολότητα σε σύγκριση με τα επεξεργασμένα αστικά απόβλητα από το σύστημα ΣΚΑΛ.

3^η Παράμετρος Υπολειμματικό Ελεύθερο Χλώριο (Cl₂)

Ένα εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό των επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων που μετρήθηκε, ήταν το υπολειμματικό ελεύθερο χλώριο (Cl₂). Η απολύμανση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων επιτυγχάνεται μέσω διαφόρων μεθόδων, όπως χλωρίωση, οζόνωση, χρήση υπερϊώδους ακτινοβολίας, ή συνδυασμός αυτών. Απολύμανση με υποχλωριώδες νάτριο εφαρμόστηκε στον ΑΗΣ της ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου, με σκοπό η διάθεσή των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων να μην δημιουργεί κινδύνους στη δημόσια υγεία και να εξασφαλίζει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά των εκάστοτε επιφανειακών υδατικών συστημάτων υποδοχής ή / και την ασφαλή επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων [9]. Ακολούθως απεικονίζεται η γραφική παράσταση των μετρήσεων του ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου που πραγματοποιήθηκαν, σε σχέση με τις ημερομηνίες δειγματοληψιών (12/07/2021 έως 22/12/2021) στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

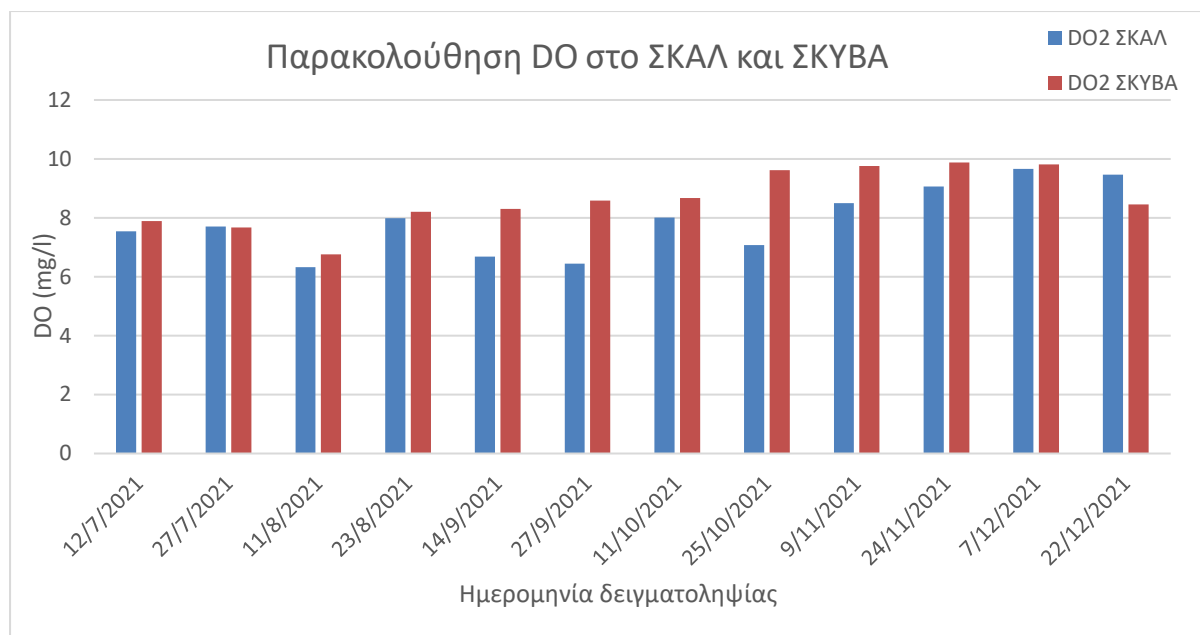


Διάγραμμα 6.3: Παρακολούθηση υπολειμματικού ελεύθερου χλωρίου Cl₂ σε μονάδες mg/l στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα 6.3 παρατηρείται ευκρινώς, ότι στην έξοδο του Συστήματος Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων ΣΚΑΛ η μέγιστη τιμή υπολειμματικού χλωρίου ήταν 0,98 mg/l, ενώ η ελάχιστη τιμή 0,51 mg/l και η μέση τιμή 0,66 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 0,2$. Από την άλλη πλευρά στην εκροή του Συστήματος Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων ΣΚΥΒΑ η μέγιστη τιμή υπολειμματικού χλωρίου υπολογίσθηκε σε 0,1 mg/l, η ελάχιστη τιμή 0,01 mg/l και η μέση τιμή 0,03 mg/l με μηδενική τυπική απόκλιση καθώς τα αποτελέσματα των μετρήσεων ήταν σχεδόν στο όριο ανίχνευσης. Συνεπώς είναι φανερό, ότι όλες οι μετρήσεις (ακόμα και κάποιες μέγιστες τιμές χλωρίου $> 0,5$ mg/l στο ΣΚΑΛ) ήταν εντός των αποδεκτών οριακών τιμών (υπολειμματικό $Cl_2 < 1,5$ mg/l καθώς κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο επικρατούσε η πανδημία Covid-19, με αποτέλεσμα την αύξηση των μέγιστων οριακών τιμών σε σχέση με τις κανονικές $Cl_2 < 0,5$ mg/l σε φυσιολογικές συνθήκες) με βάση το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο.

4^η Παράμετρος Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)

Επιπρόσθετα μια υψίστης σημασίας παράμετρος που μετρήθηκε, είναι το διαλυμένο οξυγόνο (DO), καθώς η έλλειψή του συχνά υποδηλώνει μεγάλο ρυπαντικό και μικροβιακό φορτίο. Στο ακόλουθο διάγραμμα 6.4 παρουσιάζονται όλες οι μετρήσεις διαλυμένου οξυγόνου σε σχέση με την ημερομηνία δειγματοληψίας (12/07/2021 έως 22/12/2021) στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.



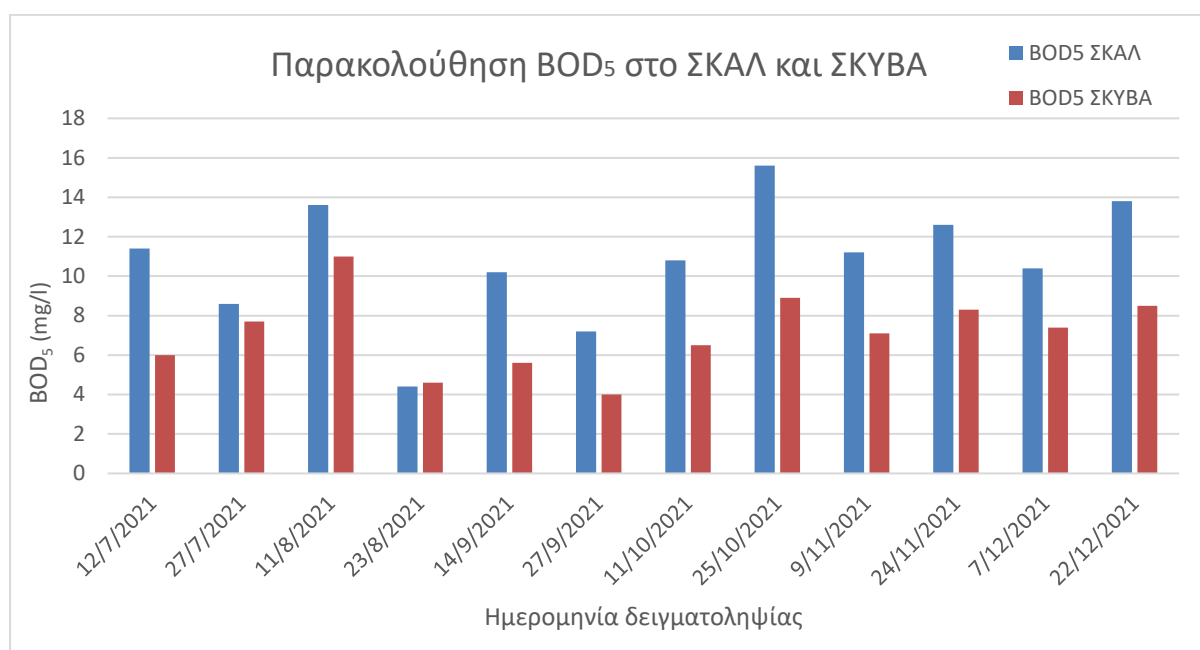
Διάγραμμα 6.4: Παρακολούθηση Διαλυμένου οξυγόνου DO σε μονάδες mg/l στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Στο παραπάνω διάγραμμα 6.4 παρατηρείται, ότι στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων ΣΚΑΛ η μέγιστη τιμή διαλυμένου οξυγόνου ήταν 9,66 mg/l, ενώ η ελάχιστη 6,32 mg/l και η μέση τιμή 7,87 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 1,1$. Σε σύγκριση στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων ΣΚΥΒΑ οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου ήταν ελαφρά υψηλότερες. Η μέση τιμή ήταν 8,63 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 1,0$, ενώ η μέγιστη τιμή ανήλθε σε 9,88 mg/l και η ελάχιστη τιμή ήταν 6,76 mg/l. Συμπερασματικά, όλο το εύρος τιμών των μετρήσεων του διαλυμένου οξυγόνου στις εκροές και των δύο μονάδων ήταν εντός των αποδεκτών ορίων ($DO > 5 \text{ mg/l}$) ακόμα και οι ελάχιστες τιμές δεδομένης της ισχύουσας περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

5^η Παράμετρος Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD₅)

Μια παράμετρος που διαδραμάτισε ιδιαίτερο ρόλο στην διαδικασία των μετρήσεων ήταν το Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, το οποίο αποτελεί σημαντικό περιβαλλοντικό δείκτη και χρησιμοποιείται ευρύτατα για τον προσδιορισμό του βιοαποικοδομήσιμου οργανικού ρυπαντικού φορτίου των λυμάτων. Όσο μεγαλύτερο είναι το BOD₅ τόσο πιο επιβαρυνμένο είναι το απόβλητο με βιοαποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις και χωρίς κατάλληλη επεξεργασία θα

δημιουργήσει μεγαλύτερο πρόβλημα ευτροφισμού και ρύπανσης η απόρριψή του στο περιβάλλον [21]. Απόβλητα με λόγο $BOD_5/COD > 0,4$ σημαίνει απόβλητα εύκολα επεξεργάσιμα με βιολογική επεξεργασία με βέλτιστη αναλογία BOD_5/COD ίση με 1. Ακολουθεί διαγραμματική απεικόνιση των μετρήσεων του Βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου 5 ημερών σε σχέση με την ημερομηνία δειγματοληψίας (12/07/2021 έως 22/12/2021) στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.



Διάγραμμα 6.5: Παρακολούθηση του Βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου BOD_5 σε μονάδες mg/l στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Σύμφωνα με την παραπάνω γραφική παράσταση 6.5 διαπιστώνεται, ότι το BOD_5 στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων ΣΚΑΛ είχε υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με την αντίστοιχη εκροή του συστήματος ΣΚΥΒΑ. Όσον αφορά την εκροή του συστήματος ΣΚΑΛ η μέση τιμή του BOD_5 ήταν 10,8 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 3,1$, ενώ μετρήθηκε μέγιστη τιμή 15,6 mg/l και ελάχιστη 4,4 mg/l κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

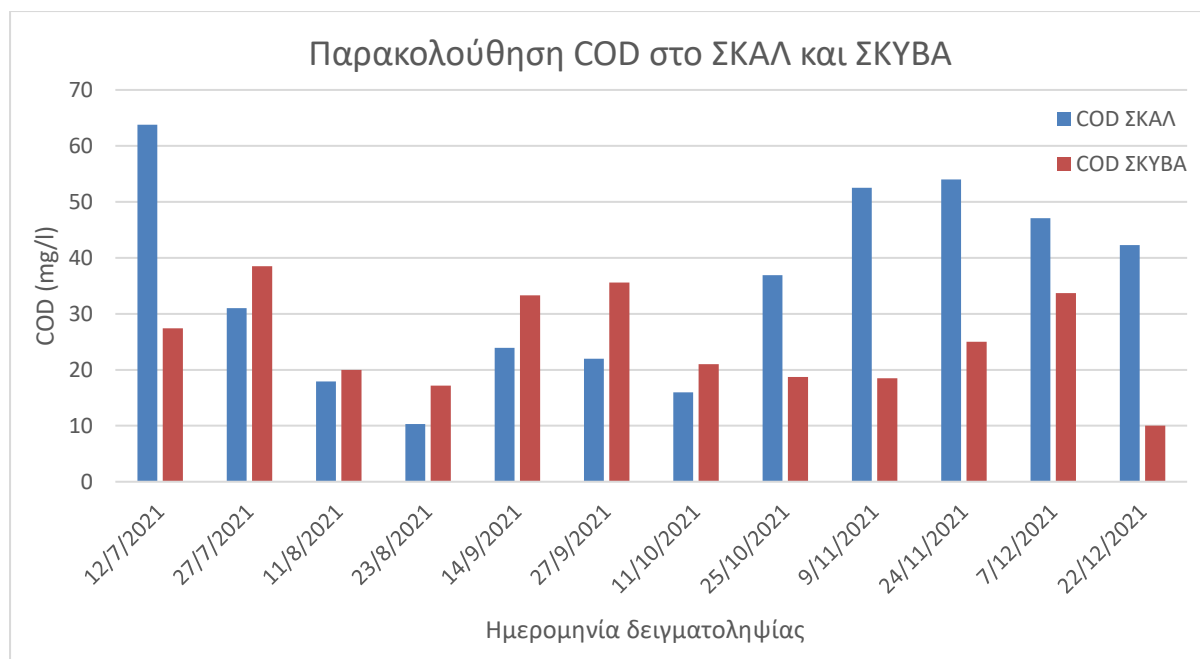
Αντιθέτως στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων ΣΚΥΒΑ μετρήθηκε μέση τιμή 7,1 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 2,0$ και μέγιστη τιμή 11 mg/l, ενώ η ελάχιστη τιμή ήταν 4 mg/l. Επομένως, συνολικά όλες οι τιμές Βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου που μετρήθηκαν, ευρίσκονταν εντός των αποδεκτών οριακών τιμών ($BOD < 40$

mg/l) των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων με βάση τις ισχύουσες περιβαλλοντικές διατάξεις.

6^η Παράμετρος Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)

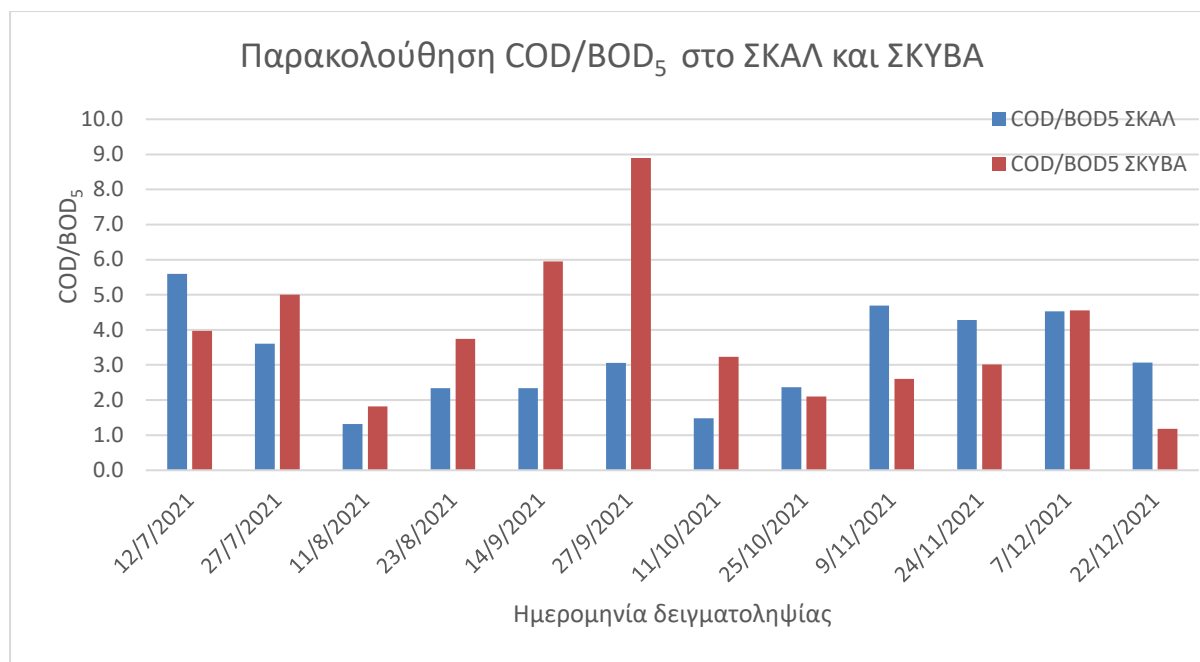
Με βάση την ισχύουσα νομοθεσία ήταν απαραίτητο να ληφθούν μετρήσεις Χημικά απαιτούμενου οξυγόνου COD, ώστε να προσδιοριστεί το συνολικό οργανικό φορτίο (βιοδιασπάσιμο και μη) των λυμάτων. Το COD είναι πάντα μεγαλύτερο από το BOD όπως θα φανεί και παρακάτω, καθώς πολλές οργανικές ενώσεις (δύσκολα ή μη βιοαποικοδομήσιμες) μπορούν να οξειδωθούν χημικά αλλά όχι βιολογικά. Ο λόγος COD/BOD₅ αποτελεί έναν δείκτη τοξικότητας του αποβλήτου. Πιο συγκεκριμένα, όσο ο λόγος αυτός πλησιάζει το 1 το οργανικό φορτίο των αποβλήτων είναι εύκολα βιοαποικοδομήσιμο. Αντίθετα θεωρείται ότι όσο αυξάνεται ο λόγος COD/BOD₅ (>2,5), τόσο αυξάνεται η περιεκτικότητα των δύσκολα ή μη βιοαποικοδομήσιμων και τοξικών οργανικών ενώσεων στα απόβλητα. Αυτό σημαίνει ότι η βιολογική επεξεργασία δεν επαρκεί για τη μείωση του COD και πιθανώς μια χημική μέθοδος προεπεξεργασίας θα μπορούσε να βελτιώσει το λόγο αυτόν [23]. Η σχέση COD/BOD₅ δίνει επίσης πληροφορίες για την προέλευση των λυμάτων. Τα βιομηχανικά απόβλητα έχουν συνήθως λόγο COD/BOD₅ υψηλότερο από 2,5 [24].

Στο διάγραμμα 6.6 απεικονίζονται οι μετρήσεις του Χημικά απαιτούμενου οξυγόνου, ενώ στο διάγραμμα 6.7 παρουσιάζεται ο λόγος COD/BOD₅ σε σχέση με την ημερομηνία δειγματοληψίας (12/07/2021 έως 22/12/2021) στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.



Διάγραμμα 6.6: Παρακολούθηση Χημικά απαιτούμενου οξυγόνου COD σε μονάδες mg/l στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Με βάση το διάγραμμα 6.6 όπου παρουσιάζονται οι μετρήσεις του COD σε συνάρτηση με την ημερομηνία δειγματοληψίας (12/07/2021 έως 22/12/2021), γίνεται αντιληπτό, ότι η εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων ΣΚΑΛ παρουσίαζε υψηλότερες τιμές COD σε σχέση με την εκροή του συστήματος ΣΚΥΒΑ. Στις μισές από τις ημερομηνίες δειγματοληψίας (6 από 12) οι τιμές του COD στην εκροή του ΣΚΑΛ ήταν σχεδόν διπλάσιες των αντίστοιχων από το σύστημα ΣΚΥΒΑ. Η μέση τιμή του Χημικά απαιτούμενου οξυγόνου στην εκροή του συστήματος ΣΚΑΛ υπολογίστηκε σε 34,8 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 17,2$, ενώ η μέγιστη τιμή ήταν 63,8 mg/l και η ελάχιστη 10,3 mg/l. Σε σύγκριση στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων ΣΚΥΒΑ μετρήθηκε μέγιστη τιμή 38,5 mg/l, ελάχιστη 10 mg/l και μέση τιμή 24,9 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 8,8$. Ως εκ τούτου διαπιστώθηκε, ότι το σύνολο των μετρήσεων του Χημικά απαιτούμενου οξυγόνου και στα δύο συστήματα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων ήταν εντός των αποδεκτών οριακών τιμών (COD < 120 mg/l), όπως αυτές ορίζονται από την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία.



Διάγραμμα 6.7: Παρακολούθηση του λόγου COD/BOD₅ στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Παρατηρώντας το διάγραμμα 6.7 του λόγου COD/BOD₅ σε συνάρτηση με την ημερομηνία δειγματοληψίας διαπιστώνεται, ότι οι μισές μετρήσεις (6 από συνολικά 12) του λόγου των επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων ήταν υψηλότερες σε σχέση με εκείνες των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων. Η μέση τιμή του λόγου COD/BOD₅ στην εκροή του συστήματος ΣΚΑΛ υπολογίστηκε σε 3,2 με τυπική απόκλιση $\pm 1,3$, ενώ ο μέγιστος λόγος ήταν 5,6 και ο ελάχιστος 1,3. Σε σύγκριση στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων ΣΚΥΒΑ μετρήθηκαν συγκριτικά υψηλότεροι λόγοι με μέγιστο λόγο 8,9, ελάχιστο 1,2 και μέση τιμή 3,5 με τυπική απόκλιση $\pm 2,1$. Παρόλο που οι λόγοι και στις 2 εγκαταστάσεις δείχνουν υψηλό φορτίο δύσκολα ή μη βιοαποικοδομήσιμων ή / και τοξικών οργανικών ενώσεων στις ημερομηνίες που ξεπερνά ο λόγος την τιμή των 2,5 (ΣΚΑΛ: 7 από 12, ΣΚΥΒΑ: 8 από 12), οι μέσες τιμές των λόγων COD/BOD₅ σε συνδυασμό με τις χαμηλές απόλυτες τιμές του COD και του BOD₅ και των δύο εκροών δεν αξιολογούνται ως ανησυχητικές.

7^η Παράμετρος Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (TSS0)

Μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους ρύπανσης των υδάτων και επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι η περιεκτικότητά τους σε ολικά αιωρούμενα στερεά, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη συσσωματωμάτων ιλύος και στη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών, όταν τα ανεπεξέργαστα απόβλητα διατίθενται σε υδάτινο περιβάλλον [22]. Στην ακόλουθη γραφική παράσταση 6.8 απεικονίζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων των ολικών αιωρούμενων στερεών TSS που πραγματοποιήθηκαν από 12/07/2021 έως 22/12/2021 στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.



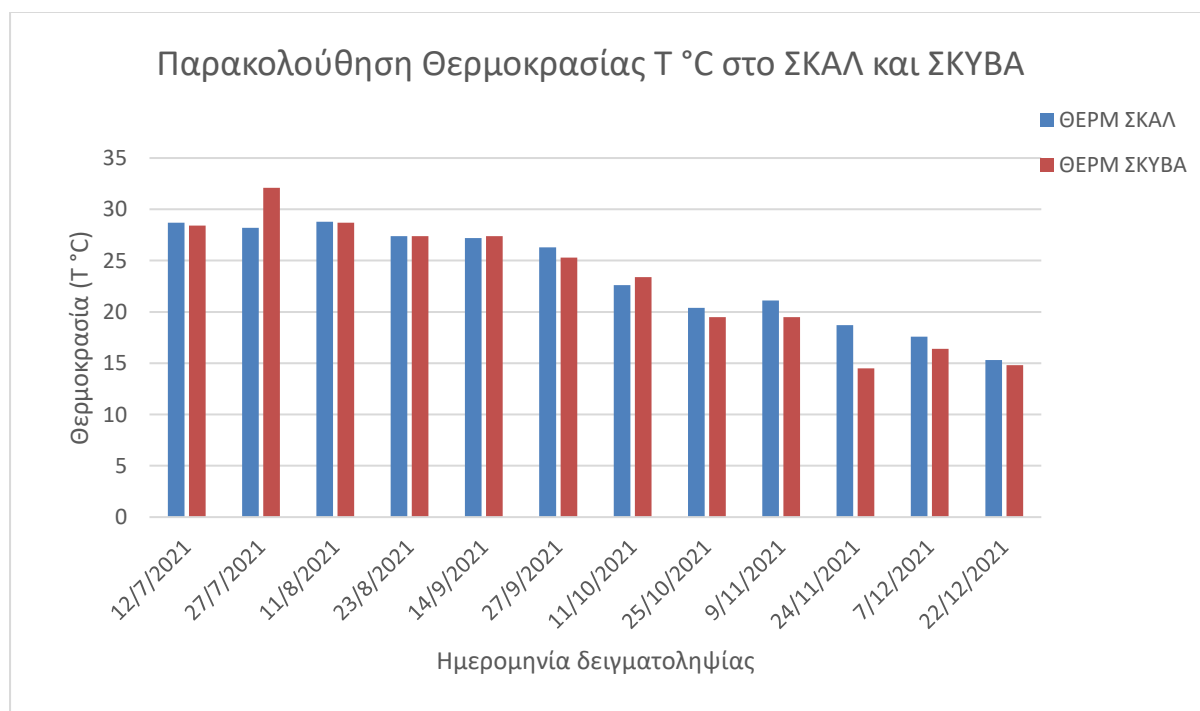
Διάγραμμα 6.8: Παρακολούθηση Ολικών αιωρούμενων στερεών TSS σε μονάδες mg/l στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Παρατηρώντας το διάγραμμα των ολικών αιωρούμενων στερεών σε συνάρτηση με την ημερομηνία δειγματοληψίας είναι έκδηλο, ότι η συγκέντρωση των TSS στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων ΣΚΑΛ ήταν πολύ υψηλότερη σε σύγκριση με εκείνη στην εκροή του συστήματος ΣΚΥΒΑ. Στην εκροή του ΣΚΑΛ η μέση τιμή των TSS ήταν 9,8 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 4,1$, ενώ η μέγιστη ήταν 17,8 mg/l και η ελάχιστη 2,8 mg/l. Αντιθέτως στην εκροή του Συστήματος Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων η μέση τιμή των TSS υπολογίστηκε 3,6 mg/l με τυπική απόκλιση $\pm 2,6$, ενώ η μέγιστη τιμή ήταν 8,8 mg/l και η ελάχιστη 1,2 mg/l. Κατά συνέπεια διαπιστώθηκε, ότι όλο το εύρος τιμών των ολικών αιωρούμενων στερεών που μετρήθηκαν και στα δύο συστήματα ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ, ήταν

εντός των αποδεκτών οριακών τιμών ($TSS < 40 \text{ mg/l}$) σύμφωνα με τις ισχύουσες περιβαλλοντικές διατάξεις.

8^η Παράμετρος Θερμοκρασία (T)

Μια ακόμη σημαντική παράμετρος που μετρήθηκε, είναι η θερμοκρασία των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει την υδρόβια ζωή, την ταχύτητα των χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων και την καταλληλότητά του για παραγωγικές χρήσεις. Μια απότομη αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με αυξημένο ρυθμό βιοχημικών αντιδράσεων (παραγωγής) μπορεί να προκαλέσει σημαντική αύξηση ή μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου με επιπτώσεις στο περιβάλλον, και την αναγκαιότητα λήψης μέτρων αντιμετώπισης των προβλημάτων [23]. Παρακάτω απεικονίζονται γραφικά όλα τα αποτελέσματα των μετρήσεων της θερμοκρασίας που μετρήθηκαν από 12/07/2021 έως 22/12/2021 στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.



Διάγραμμα 6.9: Παρακολούθηση Θερμοκρασίας T (°C) στην εκροή των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ.

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα 6.9 της Θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την ημερομηνία δειγματοληψίας αξίζει να σημειωθεί, ότι η θερμοκρασία στις εκροές και των δύο συστημάτων ήταν στο ίδιο εύρος τιμών. Στην εκροή του Συστήματος Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων μετρήθηκε μέγιστη τιμή θερμοκρασίας 28,8 °C, ελάχιστη 15,3 °C και μέση τιμή 23,5 °C με τυπική απόκλιση $\pm 4,8$. Στον αντίποδα στο Σύστημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων μετρήθηκε μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας 32,1 °C, ελάχιστη 14,5 °C και μέση τιμή 23,1 °C με τυπική απόκλιση $\pm 6,0$. Εν κατακλείδι, όλες οι τιμές θερμοκρασίας που μετρήθηκαν στο ΣΚΑΛ και ΣΚΥΒΑ, βρίσκονταν εντός των αποδεκτών οριακών τιμών ($T < 35^{\circ}\text{C}$) σύμφωνα με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως έχει προαναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια, η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε ως στόχο τον έλεγχο των ποιοτικών χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων και των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων του Ατμοηλεκτρικού Σταθμού της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού Κερατέας-Λαυρίου και την ακόλουθη αξιολόγηση αυτών σύμφωνα με τις ανώτατες οριακές τιμές που ορίζονται από το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο. Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε στο Χημικό Εργαστήριο του Τομέα Χημικής Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου, όπου οι εγκαταστάσεις του σταθμού βρίσκονται εντός του δήμου της Λαυρεωτικής.

Η επεξεργασία των βιομηχανικών και των αστικών υγρών αποβλήτων έχει στόχο την αποφυγή της ρύπανσης και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Ο έλεγχος των ποιοτικών χαρακτηριστικών των εκροών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων συμβάλει τόσο στην παρακολούθηση όσο και στη βελτιστοποίηση της επεξεργασίας των βιομηχανικών και αστικών υγρών αποβλήτων με κατάλληλες μεθόδους φιλικές προς το περιβάλλον (τήρηση οριακών τιμών βάσει νομοθετικού πλαισίου), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και η προστασία του περιβάλλοντος.

Κατά την περίοδο από 12/07/21 έως 22/12/21 πραγματοποιήθηκαν 12 δειγματοληψίες επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων προερχόμενων από την εκροή του Σταθμού Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ) και του Σταθμού Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων (ΣΚΑΛ) στο σταθμό ΑΗΣ της ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου. Μετρήθηκαν σε κάθε δείγμα 8 παράμετροι, οι οποίες θα πρέπει να ελέγχονται σύμφωνα με τις ισχύουσες περιβαλλοντικές διατάξεις. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων ήταν πρότυπη και αφορούσε μετρήσεις pH, υπολειμματικού Cl₂, DO, BOD₅, COD, TSS, T και θολερότητας. Στον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα 7.1. συνοψίζονται οι μέσες τιμές ± την τυπική απόκλιση των 8 παραμέτρων που μετρήθηκαν κατά την περίοδο από 12/07/21 έως 22/12/21 και συγκρίνονται με τα θεσμοθετημένα ανώτατα επιτρεπτά όρια.

Πίνακας 7.1: Μέσες τιμές (\pm τυπική απόκλιση) των 8 παραμέτρων των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων από την εκροή του Σταθμού Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ) και του Σταθμού Κατεργασίας Αστικών Λυμάτων (ΣΚΑΛ) κατά το χρονικό διάστημα από 12/07/21 έως 22/12/21 και θεσμοθετημένες ανώτατες οριακές τιμές [2].

Παράμετροι	Μέσες Τιμές Εκροής ΣΚΑΛ	Οριακές τιμές ΣΚΑΛ [2]	Μέσες Τιμές Εκροής ΣΚΥΒΑ	Οριακές τιμές ΣΚΥΒΑ [2]
Θερμοκρασία (T°C)	23,5 \pm 4,8 °C	35°C	23,1 \pm 6.0 °C	35°C
Ενεργός Οξύτητα (pH)	7,7 \pm 0,6	6-9	7,3 \pm 0,6	6-9
Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (TSS)	9,8 \pm 4,1 ppm	< 40 ppm	3,6 \pm 2,6 ppm	< 40 ppm
BOD ₅	10,8 \pm 3,1 mg O ₂ /l	< 40 mg O ₂ /l	7,2 \pm 1,9 mg O ₂ /l	< 40 mg O ₂ /l
COD	34,8 \pm 17,2 mg O ₂ /l	< 120 mg O ₂ /l	24,9 \pm 8,8 mg O ₂ /l	< 150 mg O ₂ /l
Θολρότητα (NTU)	5,95 \pm 2,0 NTU	< 10 NTU	1,82 \pm 0,9 NTU	< 10 NTU
Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)	7,87 \pm 1,1 mg/l	> 3 mg/l	8,63 \pm 1,0 mg/l	> 5 mg/l
Υπολειμματικό Cl ₂	0,66 \pm 0,2 mg/l	< 0,7 mg/l (< 1,5 mg/l κατά την περίοδο της πανδημίας)	0,03 \pm 0,0 mg/l	< 0,5 mg/l

Όπως φαίνεται στο συγκεντρωτικό πίνακα 7.1 και περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 6, όλες οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην εκροή και των δύο σταθμών

επεξεργασίας έδειξαν ότι οι τιμές όλων των παραμέτρων ήταν χαμηλότερες των νομοθετημένων ανώτατων επιτρεπτών ορίων κατά την χρονική περίοδο 12/07/21 έως 22/12/21 που επιτελέστηκαν (περίοδος πανδημίας Covid-19). Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι τηρήθηκαν πλήρως οι περιβαλλοντικοί όροι σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Επιπρόσθετα η οριστική απόσυρση των Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικού Ρεύματος I, II και III έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση του όγκου των προς επεξεργασία υγρών αποβλήτων στο σταθμό, και κατ' επέκταση των προς διάθεση στη θάλασσα επεξεργασμένων υδατικών αποβλήτων.

Λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα αποτελέσματα των μετρήσεων που διενεργήθηκαν στην παρούσα εργασία όσο και τη συνολική μείωση του όγκου των παραγόμενων υγρών αποβλήτων του σταθμού λόγω της απόσυρσης τριών παλαιότερης τεχνολογίας μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συμπεραίνεται ότι έχει σημαντικά μειωθεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της λειτουργίας του ατμοηλεκτρικού εργοστασίου στο θαλάσσιο και γενικότερα στο φυσικό περιβάλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βικιπαίδεια *Αιολική Ενέργεια, Ηλιακή Ενέργεια, Γεωθερμία*, (Τελευταία τροποποίηση 7 Δεκεμβρίου 2021) [online]. Διαθέσιμο από: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82 [προσβάσιμο στις 17 Μαρτίου 2022].
2. Κακάμπουρας Μ., Χρήστου Α., Νύχτης Χ., Μιχόπουλος Α., 2021. *Μελέτη Περιβάλλοντος για την Τροποποίηση / Ανανέωση της υπ. αρ. 133872/06.12.2004 ΚΥΑ «Έγκριση περιβαλλοντικών όρων λειτουργίας του ΑΗΣ Κερατέας-Λαυρίου της ΔΕΗ Α.Ε.»*, καθώς και *αναδιατύπωση των εγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων αυτής*. Ελλάδα (Λαύριο), ΑΗΣ ΔΕΗ Κερατέας-Λαυρίου
3. ΔΕΗ, *Περιβάλλον, Η ΔΕΗ* [online] Διαθέσιμο από: <https://www.dei.gr/el/> [προσβάσιμο στις 20 Μαρτίου 2022].
4. HACH Greece, *Προϊόντα* [online] Διαθέσιμο από: <https://gr.hach.com/> [προσβάσιμο στις 20 Μαρτίου 2022].
5. Ευρωπαϊκή Ένωση (Επίσημος Ιστότοπος της Ευρωπαϊκής Ένωσης), 2022. *Κλιματική Αλλαγή* [online] Διαθέσιμο από: https://europa.eu/climate-pact/about/climate-change_el [προσβάσιμο στις 30 Μαρτίου 2022].
6. U.S. Department of Energy (ENERGY.GOV), 2022. *Hydropower Basics* [online] Διαθέσιμο από: <https://www.energy.gov/eere/water/hydropower-basics> [προσβάσιμο στις 16 Μαΐου 2022].
7. ΔΕΗ Ανανεώσιμες, 2022. *Η Εταιρία μας, Τα Έργα μας* [online] Διαθέσιμο από: <https://ppcr.gr/el/> [προσβάσιμο στις 16 Μαΐου 2022].
8. ΕΛΕΤΑΕΝ, 2022. *Γνωρίστε την Αιολική Ενέργεια* [online] Διαθέσιμο από: <https://eletaen.gr/gnoriste-tin-aioliki-energeia/> [προσβάσιμο στις 10 Ιουνίου 2022].
9. ΥΠΕΝ, 2022. *Αιολική Ενέργεια, Ηλιακή Ενέργεια/Φωτοβολταϊκά, Γεωθερμία*, [online] Διαθέσιμο από: <https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/aioliki/> [προσβάσιμο στις 10 Ιουνίου 2022].
10. Τσούτσος Θ. Δ., Κανάκης Ι. Ν., 2013, *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Τεχνολογίες και Περιβάλλον*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα

11. Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών, 2022. *Μικρές Ανεμογεννήτριες, εφαρμογές στον οικιακό τομέα* [online] Διαθέσιμο από: <https://www.cea.org.cy/TOPICS/Renewable%20Energy/Small%20Wind%20Turbines%20for%20households%20-%20CEA.pdf> [προσβάσιμο στις 11 Ιουνίου 2022].
12. Slideplayer, 2022. *Από το Χθες... στο Σήμερα* [online] Διαθέσιμο από: <https://slideplayer.gr/slide/3646742/> [προσβάσιμο στις 10 Ιουνίου 2022].
13. Μηλιώνης Α.-Γ., 2014, *Ανάλυση και Διαχείριση Ρίσκου Σε Έργα Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ* [online] Διαθέσιμο από: <https://dias.library.tuc.gr> [προσβάσιμο στις 14 Ιουνίου 2022].
14. Γουλεάκη Α., 2012. Διπλωματική Εργασία, *Ανάπτυξη Αλγόριθμου Βέλτιστης διαστασιολόγησης γεωθερμικού συστήματος για θέρμανση και ψύξη* [online] Διαθέσιμο από: <http://artemis.library.tuc.gr/DT2013-0114/DT2013-0114.pdf> [προσβάσιμο στις 15 Ιουνίου 2022].
15. Agroenergy, 2022. [online] Διαθέσιμο από: <http://www.agroenergy.gr/categories/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1> [προσβάσιμο στις 16 Ιουνίου 2022].
16. Χρήστου Α., 2020. Διπλωματική Εργασία, *Εντοπισμός και ιεράρχηση κατάλληλων περιοχών για την χωροθέτηση εγκαταστάσεων βιομάζας με την χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) και Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (ΑΙΔ) στην Περιφερειακή Ενότητα Βοιωτίας* [online] Διαθέσιμο από: http://ikee.lib.auth.gr/record/325109/files/CHRISTOUAGOR_DE.pdf [προσβάσιμο στις 16 Ιουνίου 2022].
17. ΚΑΠΕ, 2022. *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε κτίρια* [online] Διαθέσιμο από: <http://ktm.cres.gr/bibliothiki/Ape/biomaza.php> [προσβάσιμο στις 17 Ιουνίου 2022].
18. 8^ο ΕΠΑΛ Θεσσαλονίκης, 2010. *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας* [online] Διαθέσιμο από: http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/biomaza.html [προσβάσιμο στις 17 Ιουνίου 2022].
19. Deposit photos, 2022. [online] Διαθέσιμο από: <https://gr.depositphotos.com/stock-photos/%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B5%CF%83.html> [προσβάσιμο στις 25 Ιουλίου 2022].
20. Τσιώνης Σ. Π., 2004. *Επεξεργασία Λυμάτων*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
21. Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., Φουντουκίδης Ε., 2013. *Χημική Τεχνολογία*, [online] Διαθέσιμο από: <http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/MECH102/I.%20%CE%9>

[4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82/VIII.I%20%CE%92%CE%B9%CE%BF%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CE%91%CF%80%CE%B1%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%8D%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF%20%CE%9F%CE%BE%CF%85%CE%B3%CF%8C%CE%BD%CE%BF.pdf](#) [προσβάσιμο στις 24 Αυγούστου 2022].

22. Χουχούμης Γ. Κ., 2012. Διπλωματική Εργασία Πολυτεχνείο Κρήτης *Βελτιστοποίηση Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Αρμένων* [online] Διαθέσιμο από: <http://artemis.library.tuc.gr/DT2013-0216/DT2013-0216.pdf> [προσβάσιμο στις 26 Αυγούστου 2022].
23. Βλυσίδης Α., 2007 *Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων & νερών* [online] Διαθέσιμο από: <http://users.ntua.gr/vlysidis/characteristics.pdf> [προσβάσιμο στις 29 Αυγούστου 2022].
24. Κατσιβελα Ε., 2022. *Σημειώσεις Θεωρίας Τεχνολογία και Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων 2. Ενότητα* [online] Διαθέσιμο από: <https://eclass.chania.hmu.gr/modules/document/?course=FP153> [προσβάσιμο στις 13 Δεκεμβρίου 2022].