

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ
ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΕ
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΜΠΟΥΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

ΠΑΤΡΑ-2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σαν ενέργεια ορίζεται η ικανότητα ενός σώματος να παράγει έργο λόγω της κίνησης, της θέσης ή της κατάστασής του.

Η ενέργεια αποτέλεσε και αποτελεί τον κινητήριο μοχλό για κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα. Από την αρχή της ιστορίας του, ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τις δυνατότητες που του παρείχε η φύση όπως τη δύναμη της φωτιάς, του νερού, του ανέμου και του ήλιου, με στόχο τη βελτίωση των συνθηκών της διαβίωσης του.

Με την βιομηχανική επανάσταση, οι ανάγκες για ενέργεια αυξήθηκαν και άρχισαν οι πρώτες αναζητήσεις για νέες πηγές. Οι πρώτες πηγές που εξυπηρέτησαν την αυξημένη ζήτηση ήταν ο λιθάνθρακας, το πετρέλαιο και η εντατικότερη εκμετάλλευση των υδατοπτώσεων.

Στην Ελλάδα ο ηλεκτρισμός έφτασε το 1889. Σύμφωνα με τα ιστορικά στοιχεία της ΔΕΗ Α.Ε., η «Γενική Εταιρεία Εργοληψιών» κατασκεύασε στην Αθήνα, στην οδό Αριστείδου, την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το πρώτο κτίριο που φωτίζεται είναι τα Ανάκτορα και πολύ σύντομα ο ηλεκτροφωτισμός επεκτείνεται στο σημερινό ιστορικό κέντρο της πόλης. Τον ίδιο χρόνο ηλεκτροδοτείται επίσης η Θεσσαλονίκη, η οποία ανήκει ακόμα στην Οθωμανική Αυτοκρατορία. Η «Βελγική Εταιρεία» αναλαμβάνει απ' τις τουρκικές αρχές το φωτισμό και την τροχοδρόμηση της πόλης με την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Δέκα χρόνια αργότερα κάνουν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα οι πολυεθνικές εταιρείες ηλεκτρισμού. Η αμερικανική εταιρεία Thomson-Houston με τη συμμετοχή της Εθνικής Τράπεζας ιδρύουν την «Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρεία» που αναλαμβάνει την ηλεκτροδότηση μεγάλων ελληνικών πόλεων. Μέχρι το 1929 θα έχουν ηλεκτροδοτηθεί 250 πόλεις με πληθυσμό άνω των 5.000 κατοίκων.

Στις πιο απομακρυσμένες και αραιοκατοικημένες περιοχές, που ήταν οικονομικά ασύμφορο για τις μεγάλες εταιρείες να κατασκευάσουν μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, την ηλεκτροδότηση αναλαμβάνουν ιδιώτες ή δημοτικές και κοινοτικές αρχές κατασκευάζοντας μικρά εργοστάσια. Το έτος 1950 υπήρχαν στην Ελλάδα περίπου 400 εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ως πρωτογενή καύσιμα χρησιμοποιούσαν το πετρέλαιο και το γαιάνθρακα, αμφότερα εισαγόμενα από το εξωτερικό.

Η κατάτμηση της παραγωγής σε πολλές μικρές μονάδες, σε συνδυασμό με τα εισαγόμενα καύσιμα, εξωθούσε την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στα ύψη, φτάνοντας στο τριπλάσιο μέχρι και πενταπλάσιο των τιμών που ίσχυαν στις άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Η ηλεκτρική ενέργεια ήταν λοιπόν ένα αγαθό πολυτελείας, αν και τις περισσότερες φορές παρεχόταν με ωράριο και οι ξαφνικές διακοπές ήταν σύνηθες φαινόμενο.

Τον Αύγουστο του 1950 ιδρύθηκε η ΔΕΗ και ως εκ τούτου, οι δραστηριότητες παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας συγκεντρώθηκαν σε ένα δημόσιο φορέα. Η ΔΕΗ αμέσως στρέφεται προς την αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας ενώ ξεκινά και η ενοποίηση των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα εθνικό διασυνδεδεμένο Σύστημα. Τα πλούσια λιγνιτικά κοιτάσματα του ελληνικού υπεδάφους που είχαν νωρίτερα εντοπισθεί, άρχισαν να εξορύσσονται και να χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη στις λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που δημιουργούσε η ΔΕΗ. Παράλληλα, η Επιχείρηση ξεκίνησε την αξιοποίηση της δύναμης των υδάτων με την κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών στα μεγάλα ποτάμια της χώρας.

Η ΔΕΗ Α.Ε. δραστηριοποιείται ως Παραγωγός και είναι ο κύριος Προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας. Κατέχει (στοιχεία 2013) περίπου το 75% της εγκατεστημένης ισχύος των θερμοηλεκτρικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην ηπειρωτική Ελλάδα συμπεριλαμβάνοντας στο ενεργειακό της μείγμα λιγνιτικούς, υδροηλεκτρικούς και πετρελαϊκούς σταθμούς, καθώς και σταθμούς φυσικού αερίου, αλλά και μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Παράγοντας σχεδόν το 50% της ηλεκτρικής της παραγωγής από λιγνίτη, είναι ο 2ος μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Προμηθεύει περίπου το 98% (στοιχεία 2013) της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, σύμφωνα με την πρόσφατη ελληνική νομοθεσία (ν. 4001/2011) παραμένει στην ιδιοκτησία της το δίκτυο διανομής συνολικού μήκους 217.000 χλμ.(στοιχεία 2009), ενώ η κυριότητα του εθνικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μήκους 11.650 χλμ. μεταβιβάζεται στον ΑΔΜΗΕ Α.Ε..

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή:

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής

Γιαννούλης Γεώργιος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται αρχικά μια παρουσίαση των κυριότερων μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και των τύπων των καυσίμων που χρησιμοποιούνται και στη συνέχεια γίνεται αναλυτική παρουσίαση της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που εγκαταστάθηκε στο Αλιβέρι Ευβοίας, τη Μονάδα V.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία παρουσίαση των κυριότερων μονάδων παραγωγής ενέργειας. Αναφέρονται οι αρχές λειτουργίας και το κύκλωμα πάνω στην οποία βασίζεται ο κάθε σταθμός, ο βαθμός απόδοσης του κάθε συστήματος και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτών. Αρχικά παρουσιάζονται οι ατμοηλεκτρικές, οι αεριοστροβιλικές και οι συνδυασμένου κύκλου συμβατικές μονάδες. Εξηγείται ο θερμοδυναμικός κύκλος λειτουργίας του Rankine πάνω στον οποίο βασίζεται η λειτουργία τους και οι προϋποθέσεις βέλτιστης λειτουργίας. Περιγράφεται ο κύκλος λειτουργίας και οι μετατροπές ενέργειας που πραγματοποιούνται στους στροβίλους και τα πρόσθετα μηχανήματα. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς ροής ποταμού και αποθήκευσης ενέργειας. Εξηγείται η μελέτη για την δημιουργία ενός τέτοιου σταθμού, αναλύονται οι υποδομές και οι κτιριακές εγκαταστάσεις που απαιτούνται. Κατόπιν, περιγράφονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Για τα αιολικά συστήματα μελετάται η εγκατάστασή τους και τα κύρια χαρακτηριστικά τους. Αναφέρεται η δομή της ανεμογεννήτριας, η αρχή λειτουργίας και τα διάφορα είδη ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων που βρίσκουν εφαρμογή σήμερα. Για τα φωτοβολταϊκά συστήματα, περιγράφεται η βασική αρχή λειτουργίας τους, το φωτοβολταϊκό φαινόμενο καθώς και η δομή του συστήματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα τα ορυκτά καύσιμα. Γίνεται μία κατηγοριοποίηση σύμφωνα με τον ενεργειακό πόρο, εξετάζοντας τα αποθέματα, τη ζήτηση και την παραγωγή τους. Δίνονται πληροφορίες για το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τον άνθρακα.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μονάδες παραγωγής της ΔΕΗ που είναι εγκατεστημένες στο Αλιβέρι με ιδιαίτερη έμφαση στη νέα μονάδα 5.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά της νέας μονάδας συνδυασμένου κύκλου που λειτουργεί με φυσικό αέριο.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τα κοστολογικά στοιχεία της μονάδας 5, καθώς και άλλων εγκατεστημένων μονάδων της ΔΕΗ και επιχειρείται μια σύγκριση των διαφόρων συστημάτων παραγωγής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	v
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	1
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.2 ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	2
1.2.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	3
1.2.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	3
1.3 ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	4
1.3.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	4
1.3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ	7
1.4 ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ	7
1.4.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	7
1.4.2 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ	9
1.4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ	9
1.5 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	10
1.5.1 ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	11
1.5.2 ΦΡΑΓΜΑ	11
1.5.3 ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ	12
1.5.4 ΚΤΙΡΙΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	13
1.5.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	14
1.6 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	15
1.6.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ	15
1.6.2 ΔΟΜΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ	17
1.6.3 ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	19
1.6.4 ΕΙΔΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ	19
1.7 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ	20
1.7.1 ΔΟΜΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	20
1.7.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ	21
1.7.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	21
1.7.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	23
2.1 ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	24
2.2 ΦΥΣΙΚΟΑΕΡΙΟ	25
2.3 ΑΝΘΡΑΚΑΣ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ	31
3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ	31
3.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ – ΕΚΤΑΣΗ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΑΓΩΓΗ	32
3.3 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ.	32
3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ III & IV	34

3.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΟΙΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ	34
3.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ (ΜΟΝΑΔΑ V)	35
3.7 ΠΡΩΤΕΣ ΎΛΕΣ	36
3.8 ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	37
3.9 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ	38
3.10 ΠΡΟΪΟΝΤΑ	39
3.11 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΛΙΒΕΡΙ V	40
4.1 ΓΕΝΙΚΑ	40
4.2 ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	40
4.3 ΛΕΒΗΤΑΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	41
4.4 ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	42
4.5 ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	43
4.6 ΠΑΡΑΛΑΒΗ, ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	44
4.7 ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	45
4.8 ΚΑΥΣΗ	45
4.9 ΨΥΞΗ	46
4.10 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	46
4.11 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	47
4.12 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	48
4.13 ΧΛΩΡΙΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	49
4.14 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ..	49
4.15 ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ	51
4.16 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	52
4.17 ΘΟΡΥΒΟΣ – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ	52
4.18 ΣΤΕΡΕΑ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ – ΙΛΥΕΣ – ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	53
4.19 ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ	53
4.20 ΧΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ	55
5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	55
5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΗΣ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΟΥ	56
5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ	56
5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ – ΣΧΕΔΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙ V	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 :

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σύνολο των πηγών ενέργειας, που ο άνθρωπος έχει στη διάθεση του διακρίνεται σε δύο κύριες κατηγορίες. Στις πηγές εκείνες που βασίζονται σε υπάρχοντα αποθέματα μέσα στο στερεό φλοιό της Γης, με συγκεκριμένη διάρκεια ζωής και σ' αυτές που καθημερινά και αέναα μας παρέχονται. Στις πρώτες ανήκουν τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, άνθρακα), αναφερόμενα και ως συμβατικά καύσιμα και η χαρακτηριστικά μη ήπια μορφή ενέργειας, η πυρηνική ενέργεια.

Οι δεύτερες, έχουν βασική τους προέλευση τον Ήλιο. Η ακτινοβολούμενη απ' τον Ήλιο ενέργεια, που φτάνει στη Γη, εκτός από τη γενικότερη συμβολή της στη δημιουργία, ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας, δίδει ακατάπαυστα ενέργεια, με διάφορες μορφές αξιοποίησης. Άμεσα θερμαίνει, εξατμίζει μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού και συντηρεί τον γνωστό φυσικό κύκλο, δημιουργώντας τις λίμνες και τα ποτάμια, που αποτελούν πρόσθετη πηγή ενέργειας (υδατοπτώσεις). Θέτει σε κίνηση τις αέριες μάζες της ατμόσφαιρας (Αιολική ενέργεια), δημιουργεί τα κύματα (Ενέργεια κυμάτων). Απορροφούμενο από ημιαγώγιμα υλικά παράγει ηλεκτρισμό (Φωτοβολταϊκό φαινόμενο). Συμβάλλει στην ανάπτυξη της χλωρίδας, η καύση δε των φυτικών προϊόντων παράγει ενέργεια (βιομάζα).

Οι ήπιες μορφές ενέργειας ή "ανανεώσιμες πηγές ενέργειας" (ΑΠΕ) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος "ήπιες" αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχήν, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση, καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευσή της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερο, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

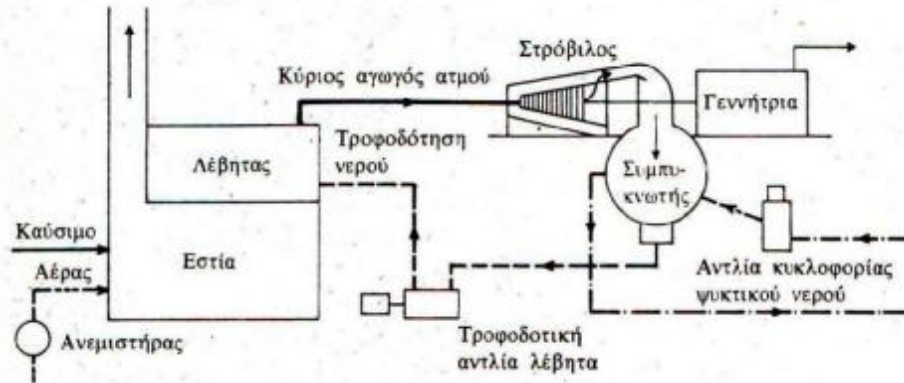
Τελευταία από την Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη.

Στο 1ο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, παρουσιάζονται οι βασικές αρχές λειτουργίας των μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα κύρια χαρακτηριστικά τους καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του κάθε σταθμού.

1.2. ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από θερμικούς σταθμούς βασίζεται στους θερμοδυναμικούς κύκλους, δηλαδή σε μια αλληλουχία μεταβολών σε ένα θερμοδυναμικό σύστημα η οποία γίνεται κυκλικά και σε κάθε επανάληψη έχει σαν αποτέλεσμα την μετατροπή θερμότητας σε μηχανικό έργο.

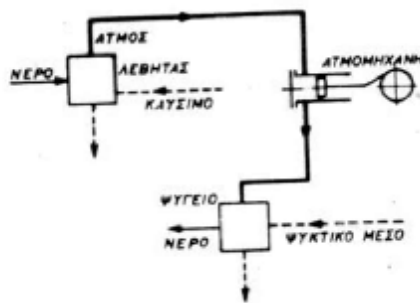
Η βασική συγκρότηση ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού παραγωγής φαίνεται στο σχήμα 1.2.1. Το καύσιμο καίγεται στον λέβητα (ατμοπαραγωγός). Η θερμική ενέργεια του ατμού που παράγεται μετατρέπεται σε κινητική στον ατμοστρόβιλο και στην συνέχεια σε ηλεκτρική στην γεννήτρια. Από τον στρόβιλο ο ατμός εισάγεται στον συμπυκνωτή, όπου μετατρέπεται πάλι σε υγρό νερό και στην συνέχεια επιστρέφει στον ατμοπαραγωγό.



Σχήμα 1.2.1. Ατμοηλεκτρική μονάδα παραγωγής [6]

1.2.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η αρχική υλοποίηση μιας ατμομηχανής ήταν ένα ανοικτό κύκλωμα που είχε την εξής μορφή:



Σχήμα 1.2.2. Κύκλωμα μηχανημάτων ατμού πριν τον Carnot [6]

Προσδιόταν θερμότητα στον ατμοπαραγωγό, όπου γινόταν το νερό ατμός και κατευθυνόταν στην ατμομηχανή που αποτονωνόταν και παρήγαγε έργο. Τέλος οδηγούνταν στο ψυγείο ή στο περιβάλλον για συμπύκνωση όπου απέδιδε θερμότητα.

Στην συνέχεια, με την εξέλιξη των ατμομηχανών ο Carnot πρότεινε το κύκλωμα αυτό να κλείσει με έναν θερμοδυναμικό συμπιεστή, στον οποίο θα κατευθυνόταν η εξαγωγή του ψυγείου, θα συμπιεζόταν και έπειτα θα οδηγούνταν στον λέβητα. Το κύκλωμα αυτό εκφράζεται μέσω του θερμοδυναμικού κύκλου του Carnot και είναι ο βασικός θερμοδυναμικός κύκλος που αντιστοιχεί στην λειτουργία μιας εξιδανικευμένης μηχανής με

την χρησιμοποίηση ενός ιδανικού αερίου, της οποίας η απόδοση αποτελεί το ανώτερο όριο για την απόδοση όλων των άλλων μηχανών.

Ο βαθμός απόδοσης του θερμοδυναμικού κύκλου ορίζεται ως ο λόγος της ενέργειας που αποδίδεται στον στρόβιλο προς την θερμική ενέργεια που προσδίδεται στο νερό του ατμοπαραγωγού. Ουσιαστικά ο βαθμός απόδοσης είναι το πηλίκο του έργου που αποδόθηκε με την εκτόνωση του ατμού στον στρόβιλο ανά kg ατμού μείον την ενέργεια που δαπανήσαμε στην αντλία προς την ενέργεια που δώσαμε κατά την θέρμανση του νερού.

1.2.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

1. Αντλίες: Οι αντλίες αυξάνουν την πίεση του νερού που επιστρέφει από τον συμπυκνωτή και το ψυγείο. Διαθέτουμε αντλίες συμπυκνώσεως και τροφοδοσίας. Η πρώτη φέρνει το νερό του συμπυκνωτή στην πίεση απομάστευσης και η δεύτερη στην πίεση λειτουργίας του ατμοπαραγωγού.
2. Προθερμαντής: Στον προθερμαντή αναμειγνύεται ο απομαστευόμενος από τον στρόβιλο ατμός με το συμπύκνωμα που προκύπτει στην έξοδο του συμπυκνωτή. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η ενθαλπία του νερού που φθάνει στην είσοδο του ατμοπαραγωγού.
3. Ατμοπαραγωγός: Παράγει τον ατμό που απαιτείται για την λειτουργία του ατμοστρόβιλου. Για την θέρμανση του νερού μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα καύσιμα. Στον ατμοπαραγωγό το νερό εισάγεται υπόψυκτο (υγρή μορφή) και μετατρέπεται σε ατμό. Η πρώτη φάση είναι η προθέρμανση του νερού προκειμένου να φτάσει σε κορεσμένη κατάσταση (σημείο ζέσεως) και έπειτα ακολουθεί ο κυρίως λέβητας όπου γίνεται η ατμοποίηση, δηλαδή η μετατροπή του κορεσμένου νερού σε κορεσμένο ατμό.
4. Υπερθερμαντήρας: Αν ο ατμοστρόβιλος λειτουργεί με υπερθέρμανση υπάρχει και υπερθερμαντήρας. Ο υπερθερμαντήρας παραλαμβάνει τον κορεσμένο ατμό και τον θερμαίνει ακόμη περισσότερο (υπερθέρμανση), προκειμένου να αποφύγουμε ανεπιθύμητα φαινόμενα και να αυξήσουμε τον βαθμό απόδοσης του συστήματος.
5. Ατμοστρόβιλος: Ο υπέρθερμος ατμός εκτονώνεται στον στρόβιλο και τον θέτει σε κίνηση. Η μεταβολή της ενθαλπίας του ισούται με το έργο το οποία παράγεται στον στρόβιλο ανά kg ατμού. Επίσης, γίνεται η αδιαβατική αποτόνωση μέχρι την πίεση του ψυγείου. Στο τμήμα αυτό γίνονται και οι διάφορες απομαστεύσεις σε διάφορες πιέσεις. Που θα χρησιμοποιηθούν για προθέρμανση του νερού τροφοδοτήσεως.
6. Συμπυκνωτής (ψυγείο): Συλλέγει και συμπυκνώνει τον ατμό στην έξοδο του στρόβιλου απορρίπτοντας θερμότητα στο περιβάλλον.
7. Απαεριωτής: Ο απαεριωτής απαεριώνει, δηλαδή απαλλάσσει από αέρια όπως CO₂ και O₂ το τροφοδοτικό νερό ή το προθερμανσμένο νερό στους προθερμαντήρες ώστε να αποφευχθούν χημικές διαβρώσεις στις τροφοδοτικές αντλίες, σωληνώσεις και στους ατμοπαραγωγούς.
8. Δεξαμενές: Υπάρχουν πολλά είδη δεξαμενών, όπως απαεριωμένου νερού τροφοδοτήσεως και αποθήκευσης καυσίμων. Οι δεξαμενές τροφοδοτήσεως συγκεντρώνουν τα συμπυκνώματα των διάφορων μηχανημάτων του δικτύου, ισορροπούν την ζήτηση και την παραγωγή τροφοδοτικού νερού στις μεταβολές του φορτίου και αποτελούν ένα απόθεμα κατάλληλα προετοιμασμένου, απαεριωμένου και προθερμανσμένου νερού για την τροφοδότηση του ατμοπαραγωγού. Το μέγεθός τους πρέπει να καλύπτει το 50%-70% των ωριαίων αναγκών σε νερό τροφοδοτήσεως για το πλήρες φορτίο.
9. Εξατμιστές (ατμοποιητές): Χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις που το φυσικό νερό είναι πολύ σκληρό. Οι εξατμιστές ατμοποιούν το σκληρό νερό και τον παραγόμενο ατμό τον

στέλνουν στο κύκλωμα για συμπλήρωση του τροφοδοτικού νερού. Για να μην αυξηθεί η περιεκτικότητα σε άλατα του νερού που βράζει γίνεται συνεχής εξαγωγή.

10. Εστίες: Στις εστίες γίνεται η καύση του καυσίμου για την θέρμανση του νερού, που στην συνέχεια θα οδηγηθεί στον ατμοπαραγωγό. Το καύσιμο είναι συνήθως γαιάνθρακες υπό την μορφή κόνεως και η καύση του γίνεται επάνω σε σχάρες. Το καύσιμο μπορεί να είναι ακίνητο όταν καίγεται, να συμπαρασύρεται από τον αέρα της καύσεως και τέλος να αιωρείται. Υπάρχουν πολλά είδη εστιών κόνεως με ξηρή ή υγρή απομάκρυνση της τέφρας.

11. Καύσιμα και τροφοδοσία: Τα καύσιμα που χρησιμοποιούμε μπορούν να είναι στερεά, υγρά ή αέρια.

Στερεά: Είναι συνήθως λιθάνθρακες, λιγνίτες διαφόρων ειδών και διάφορα υπόλοιπα βιομηχανικών κατεργασιών και κυρίως πυρηνόξυλο.

Υγρά: Είναι τα βαριά κλάσματα αποστάξεως του πετρελαίου ή κατάλοιπα αποστάξεως.

Αέρια: Είναι συνήθως το φυσικό αέριο και σπανιότερα το αέριο πόλης. Σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται καπναέρια, που είναι υποπροϊόντα άλλων κατεργασιών. Μεγάλο ζήτημα είναι η αποθήκευση και μεταφορά των καυσίμων. Η αποθήκευσή τους γίνεται με σκοπό να συνεχιστεί η ομαλή λειτουργία του εργοστασίου σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας. Ανάλογα με το είδος του καυσίμου όμως διακρίνουμε ξεχωριστές περιπτώσεις:

•**Στερεά:** Με την αποθήκευσή τους τα στερεά καύσιμα υποβαθμίζονται (π.χ. τρίψιμο) αλλά και υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να προκληθεί αυτανάφλεξη. Για αυτό τον λόγο πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα για την αποθήκευσή τους, όπως η επιλογή του χώρου, η τοποθεσία, ο τρόπος αποθήκευσης, ο έλεγχος της θερμοκρασίας καθώς και η ύπαρξη μέσων αποτροπής και καταπολέμησης της αυτανάφλεξης. Η μεταφορά τους γίνεται με ατέρμονες ταινίες επίπεδες ή σκαφοειδής και για μικρές αποστάσεις με μεταφορικούς κοχλίες.

•**Υγρά:** Αποθηκεύονται σε κυλινδρικές δεξαμενές οριζόντιες ή κατακόρυφες, όπου για την μεταφορά τους γίνεται αναρρόφηση με αντλίες και χρησιμοποιείται σύστημα σωληνώσεων. Επειδή όμως καμία διάταξη δεν είναι μονωμένη τοποθετούνται ανάλογες συσκευές ώστε να μην παγώσουν τα καύσιμα και να μπορούν να αντληθούν. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε θερμαντικά στοιχεία στο δάπεδο και κοντά στην αναρρόφηση των αντλιών στις δεξαμενές και ειδικό σύστημα θερμάνσεως των σωληνώσεων (με ατμό ή αντιστάσεις). Στην συνέχεια το πετρέλαιο οδηγείται στο δοχείο ημερήσιας καταναλώσεως, όπου προθερμαίνεται και διασκορπίζεται στις εγκαταστάσεις.

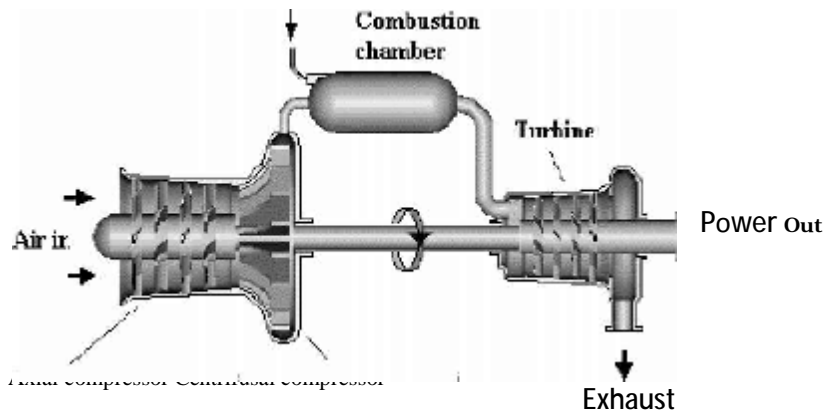
•**Αέρια:** Η αποθήκευσή τους γίνεται σε κυλινδρικά ή σφαιρικά αεροφυλάκια χαμηλής (ξηρά ή υγρά) και υψηλής πίεσης.

1.3. ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Ο αεριοστρόβιλος είναι μια θερμική μηχανή, δηλαδή μια μηχανή η οποία μετατρέπει την θερμότητα που παράγεται από την καύση ενός καυσίμου σε μηχανική ισχύ. Στους αεριοστρόβιλους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ο άξονας του αεριοστρόβιλου συνδέεται με μια γεννήτρια οπότε η μηχανική ενέργεια που παράγεται μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ.

1.3.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η βασική αρχή λειτουργίας του αεριοστρόβιλου είναι ίδια με αυτή του ατμοστρόβιλου. Η διαφορά έγκειται στο εργαζόμενο μέσο, στον ατμοστρόβιλο είναι ο ατμός ενώ στον αεριοστρόβιλο είναι τα καπναέρια που παράγονται από την καύση του μείγματος καυσίμου αέρα. Άρα ο αεριοστρόβιλος αποτελεί μια μηχανή εσωτερικής καύσης.



Σχήμα 1.3.1. Αεριοστρόβιλος [6]

Όπως φαίνεται και στο σχήμα ένας αεριοστρόβιλος αποτελείται από τρία βασικά τμήματα τα οποία απαρτίζουν το τμήμα ισχύος του καθώς η λειτουργία αυτών των τμημάτων εξασφαλίζει την παραγωγή μηχανικής ισχύος.

1.συμπιεστής: ο οποίος πραγματοποιεί την συμπίεση του εργαζόμενου μέσου (αέρας).

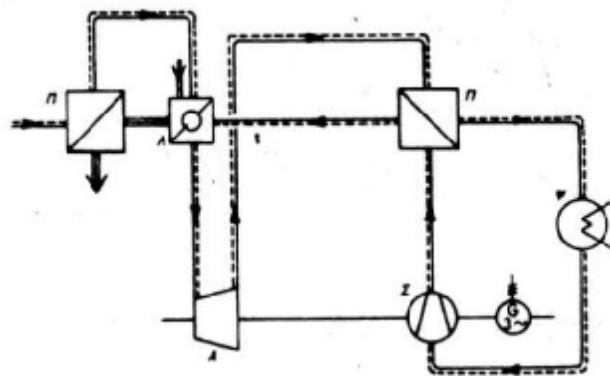
Είναι ένα δοχείο υψηλής πίεσης που παράγει ένα συνεχές ρεύμα αέρα και κινεί τον στρόβιλο. Αν ο αέρας που περιέχεται στο δοχείο είναι θερμός και η πίεση είναι αυξημένη, τότε η ορμή του, κατά την εκτόνωση, άρα και η ενέργεια που αποδίδεται στον στρόβιλο αυξάνεται.

2.θάλαμος καύσης: όπου οδηγείται ο συμπιεσμένος αέρας, αναμειγνύεται με το καύσιμο (ελαφρύ Diesel ή φυσικό αέριο) και καίγεται. Τα αέρια προϊόντα της καύσης οδηγούνται στον στρόβιλο.

3.στρόβιλος: εκεί εκτονώνονται τα καυσαέρια και παράγεται μηχανική ισχύς. Η ισχύς αυτή ισούται με την διαφορά της ισχύος που απορροφάται στον συμπιεστή από την ισχύ που αποδίδεται στον στρόβιλο.

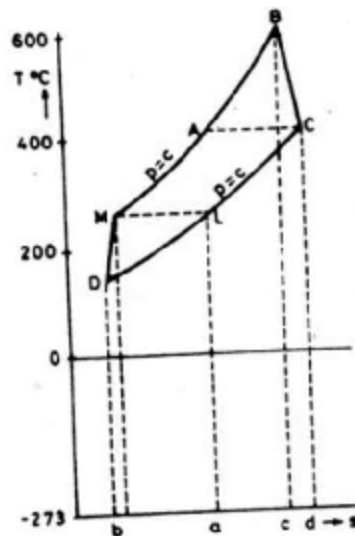
Το κύριο χαρακτηριστικό μιας τέτοιας μηχανής είναι το γεγονός ότι η ροή του αέρα είναι συνεχής, δηλαδή σε μια συγκεκριμένη θέση της διάταξης έχουμε διαρκώς της ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται η μετατροπή της θερμότητας σε έργο μπορούμε να έχουμε συνδεσμολογία ανοιχτού ή κλειστού κυκλώματος. Στην περίπτωση του ανοιχτού κυκλώματος τα καυσαέρια διαχέονται στο περιβάλλον στο τελικό στάδιο, ενώ στου κλειστού κυκλώματος ψύχονται μέχρι την αρχική κατάσταση εισαγωγής.



Σχήμα 1.3.2. Κύκλωμα αεριοστρόβιλου κλειστού κυκλώματος [7]

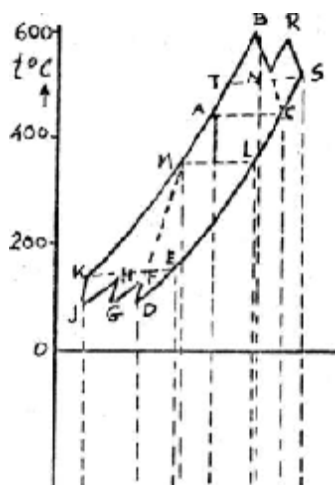
Ο κύκλος λειτουργίας του κλειστού κυκλώματος περιγράφεται από τον θερμοδυναμικό του κύκλο.



Σχήμα 1.3.3. Θερμοδυναμικός κύκλος αεροστρόβιλου κλειστού κυκλώματος [6]

Αρχικά συμπιέζεται αδιαβατικά ο αέρας στον συμπιεστή κατά την διαδρομή D-M, ακολουθεί η ισόθλιπτη πρόσδοση θερμότητας στο μείγμα αέρα-καυσίμου μέσω της καύσης του στον προθερμαντήρα (Π) M-A και στην συνέχεια στον αερολέβητα (Λ) A-B, έπειτα γίνεται η αδιαβατική εκτόνωση των προϊόντων της καύσης στον αεροστρόβιλο (Α) B-C, η ισόθλιπτη απόδοση θερμότητας στον προθερμαντήρα (Π) C-L και τέλος η ισόθλιπτη ψύξη του αέρα στο ψυγείο (Ψ) κατά την D-M και η αποβολή θερμότητας των καυσαερίων στο περιβάλλον (το στάδιο αυτό στην περίπτωση του ανοιχτού κυκλώματος αντιστοιχεί στην εξαγωγή των καπναερίων στην ατμόσφαιρα).

Αυτός ο θερμοδυναμικός κύκλος επεξεργάστηκε και εξελίχθηκε, ώστε να επιτύχουμε μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης. Προστέθηκαν περισσότερες βαθμίδες αποτόνωσης στον στρόβιλο και βαθμίδες ενδιάμεσης ψύξης, αυξάνοντας έτσι το έργο και μειώνοντας τις απώλειες (η θερμότητα που φτάνει στο ψυγείο είναι μικρότερη). Η νέα μορφή του κύκλου είναι:



Σχήμα 1.3.4. Τροποποιημένος θερμοδυναμικός κύκλος αεροστρόβιλου [6]

1.3.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Σήμερα οι αεριοστρόβιλοι παρότι έχουν χαμηλότερο βαθμό απόδοσης σχετικά με τις ατμοηλεκτρικές μονάδες, ο οποίος φτάνει το 32%, παρουσιάζουν μια σειρά πλεονεκτημάτων. Βασικό πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα εκκίνησης σε λίγα λεπτά (14-20 λεπτά) με αρκετά υψηλούς ρυθμούς ανάληψης φορτίου. Για τους λόγους αυτούς οι αεριοστροβιλικές μονάδες δεν χρησιμοποιούνται ως μονάδες βάσης (ένεκα της χαμηλής τους απόδοσης) αλλά τροφοδοτούν τις αιχμές ζήτησης ή χρησιμοποιούνται προκειμένου να ανταποκριθεί το σύστημα σε μεγάλες διακυμάνσεις του φορτίου. Επίσης οι μονάδες αυτές χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση του συνδυασμένου κύκλου, ο οποίος παρουσιάζει την μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις υπόλοιπες θερμικές μονάδες. Επιπλέον ο αεριοστρόβιλος αποτελεί την εγκατάσταση για την εκκίνηση ή την εφεδρική τροφοδότηση της ιδιοκατανάλωσης ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού. Τέλος, οι αεριοστροβιλικές μονάδες απαιτούν μικρότερο χώρο, έχουν μικρότερο κόστος κατασκευής, μικρή εσωτερική κατανάλωση (μικρότερη του 1%) και δεν απαιτούν μεγάλα συστήματα ψύξης σε αντίθεση με τους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς.

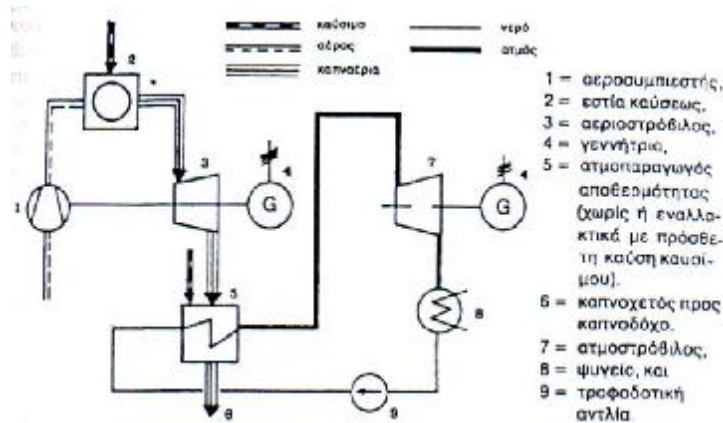
1.4. ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

Τις τελευταίες δεκαετίες παρουσιάζεται μια συνεχής αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ενώ παράλληλα ανακύπτει και το ζήτημα μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων. Για τον λόγο αυτό υπάρχει μια έντονη προσπάθεια αύξησης του βαθμού απόδοσης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμων και να καλυφθεί η αυξανόμενη ζήτηση.

Την τελευταία εικοσαετία υπάρχει μια νέα τάση στην ηλεκτροπαραγωγή, η οποία συνίσταται στην εγκατάσταση μονάδων συνδυασμένου κύκλου. Το γεγονός αυτό σχετίζεται με την ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων φυσικού αερίου, το οποίο αποτελεί σχετικά φτηνό καύσιμο στους αεριοστρόβιλους, καθώς και με τα πολλαπλά πλεονεκτήματα των μονάδων αυτών.

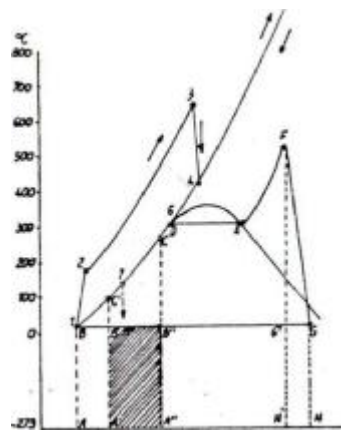
1.4.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η κεντρική ιδέα των μονάδων συνδυασμένου κύκλου είναι η χρησιμοποίηση της θερμότητας των καυσαερίων ενός ή περισσοτέρων αεριοστρόβιλων προκειμένου να παραχθεί ατμός σ'έναν ατμοπαραγωγό και στην συνέχεια να κινηθεί ένας ατμοστρόβιλος. Όπως φαίνεται και στο σχήμα ο αέρας συμπιέζεται στην αρχή και έπειτα αναμειγνύεται με το καύσιμο στον θάλαμο καύσης του αεριοστρόβιλου, όπου το μείγμα καίγεται. Τα καυσαέρια αφού εκτονωθούν στον στρόβιλο οδηγούνται σ'έναν ατμοπαραγωγό ο οποίος απάγει μέρος της θερμότητας τους για την παραγωγή ατμού και κινεί τον ατμοστρόβιλο.



Σχήμα 1.4.1. Διάταξη συνδυασμένου κύκλου [1]

Ο θερμοδυναμικός κύκλος του είναι:



Σχήμα 1.4.2. Θερμοδυναμικός κύκλος μονάδας συνδυασμένου κύκλου [6]

Αρχικά, συμπιέζεται αδιαβατικά ο αέρας στον συμπιεστή κατά την διαδρομή 1-2. Το μείγμα καυσίμου-αέρα καίγεται στον θάλαμο καύσης (διαδρομή 2-3). Τα πλούσια σε οξυγόνο καπναέρια που παράγονται εισέρχονται στον αεριοστρόβιλο, όπου εκτονώνονται, μετατρέποντας μέρος της εσωτερικής τους ενέργειας σε μηχανικό έργο (διαδρομή 3-4). Έπειτα, εισέρχονται σχεδόν με ατμοσφαιρική πίεση στην εστία του ατμοπαραγωγού προσδίδοντάς του θερμότητα (κατάσταση 4). Θερμότητα επίσης εισέρχεται στον ατμοπαραγωγό μέσω της καύσης του καυσίμου του. Η θερμοκρασία στον φλογοθάλαμο (εστία καύσης) φθάνει σε κάποιο σημείο (κατάσταση 5) πολύ ψηλά. Τα καπναέρια που έχουν εισέλθει στον ατμοπαραγωγό, αφού του προσδώσουν θερμότητα, τον εγκαταλείπουν με μία θερμοκρασία, που αντιστοιχεί στην κατάσταση 6, δηλαδή λίγο παραπάνω από την θερμοκρασία ατμοποίησης μέσα στον κυρίως λέβητα. Η υπόλοιπη θερμότητά τους μέχρι την κατάσταση 7, όπου εξέρχονται στον καπνοδόχο, αποδίδεται σε έναν προθερμαντήρα νερού (διαδρομή 7-1). Εκεί προθερμαίνεται ένα μέρος του τροφοδοτικού νερού, το οποίο ατμοποιείται σύμφωνα με την καμπύλη BDEF, εκτονώνεται κατά την FG και συμπυκνώνεται κατά την GB, όπως περιγράφεται στον κύκλο υπέρθερμου ατμού (το υπόλοιπο προθερμαίνεται με ατμό).

Ο βαθμός απόδοσης αυτού του θερμικού κυκλώματος είναι ο μέγιστος συγκριτικά με τον αντίστοιχο του κάθε κυκλώματος που εξετάσαμε ξεχωριστά. Περαιτέρω αύξηση μπορούμε να επιτύχουμε προσθέτοντας περισσότερες βαθμίδες αποτόνωσης στον στρόβιλο και ενδιάμεσης

ψύξης, καθώς και με επαναθέρμανση των καπναερίων (όπως εφαρμόσαμε ξεχωριστά στους ατμοηλεκτρικούς και αεριοστροβιλικούς σταθμούς). Οι σύνηθες τιμές όπου κυμαίνεται είναι 50%.

1.4.2. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

Τα συνδυασμένα συστήματα είναι αρκετά πολυπλοκότερα των συμβατικών μονάδων ωστόσο όπως προαναφέρθηκε έχουν σχετικά χαμηλά έξοδα και δίνουν απάντηση στο πρόβλημα αύξησης της απόδοσης των σταθμών παραγωγής. Οι διαμορφώσεις που χρησιμοποιούνται στον συνδυασμένο κύκλο είναι αρκετές και χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες.

- Ο ατμοπαραγωγός συνδέεται μετά τον αεριοστρόβιλο και χρησιμοποιεί την θερμότητα των καυσαερίων με πίεση περιβάλλοντος, με ή χωρίς καύση πρόσθετου καυσίμου
- Ο ατμοπαραγωγός συνδέεται μεταξύ του συμπιεστή και του αεριοστρόβιλου και αποτελεί το θάλαμο καύσης του αεριοστρόβιλου.

1.4.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

Οι μονάδες συνδυασμένου κύκλου πλεονεκτούν σε σχέση με τις υπόλοιπες θερμικές σε διάφορα επίπεδα.

- **Αυξημένο βαθμό απόδοσης:** Η εκτόνωση των αερίων από τον θάλαμο καύσης καθώς και η χρησιμοποίηση των καυσαερίων, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας τους αυξάνει αρκετά την απόδοση η οποία φτάνει το 55%, το οποίο είναι 20% περισσότερο από την απόδοση παραδοσιακών θερμικών μονάδων.
- **Γρήγορη απόκριση σε διαταραχές:** Οι αεριοστρόβιλοι έχουν μεγάλο ρυθμό ανάληψης φορτίου (20% ανά λεπτό). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι ατμοστρόβιλοι έχουν ρυθμούς ανάληψης φορτίου της τάξης του 2% ανά λεπτό. Στις σημερινές αγορές ενέργειας, όπου η ζήτηση του φορτίου είναι συχνά ασταθής και υπόκειται απότομες μεταβολές, οι αεριοστροβιλικές μονάδες μπορούν να αντιμετωπίσουν διαταραχές στην ισορροπία παραγωγής ισχύος και φορτίου αρκετά γρήγορα.
- **Φίλικοί προς το περιβάλλον:** Η παραγωγή CO₂, καθώς και άλλων αερίων που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αναπόφευκτη στο βαθμό που αναφερόμαστε σε μονάδες παραγωγής οι οποίες καταναλώνουν ορυκτά καύσιμα. Ωστόσο η εκπομπή των αερίων αυτών, είναι αρκετά χαμηλότερη από άλλες θερμικές μονάδες ορυκτών καυσίμων λόγω του σχετικά υψηλού βαθμού απόδοσης του συνδυασμένου κύκλου, καθώς και της υψηλής αναλογίας υδρογόνου σε σχέση με τον άνθρακα στο μεθάνιο (CH₄), το οποίο είναι βασικό συστατικό του φυσικού αερίου. Οι τυπικές εκπομπές μονάδων συνδυασμένου κύκλου παράγουν περίπου 0.8 lb CO₂/KWh ενώ οι αντίστοιχες εκπομπές μονάδων που χρησιμοποιούν γαιάνθρακες είναι 2 lb CO₂/KWh. Επιπλέον με χρήση καταλυτών οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου και θείου, καθώς και μονοξειδίου του άνθρακα μειώνονται σε επίπεδα πολύ χαμηλότερα σε σχέση με αυτά άλλων θερμικών μονάδων παραγωγής.
- **Ευελιξία:** Οι μονάδες συνδυασμένου κύκλου είναι αρκετά ευέλικτες καθώς μπορούν να χρησιμοποιούν μια σειρά καυσίμων, όπως φυσικό αέριο, πετρελαϊκά προϊόντα καθώς και άλλα καύσιμα. Οι μονάδες αυτού του τύπου γενικά κοστίζουν περισσότερο κατά την εγκατάσταση από τις συμβατικές ατμοηλεκτρικές μονάδες λόγω της τεχνολογίας καθώς και των υλικών που χρησιμοποιούνται. Ωστόσο απαιτούν μικρότερο χώρο και έχουν μικρότερο χρόνο και κόστος εγκατάστασης.

1.5 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Η υδροηλεκτρική ενέργεια θεωρείται ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή και ορίζεται ως η εκμετάλλευση της ροής του νερού με τη βοήθεια ενός φράγματος, για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Αυτό επιτυγχάνεται με την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική. Συνήθως το νερό χρησιμοποιείται για την περιστροφή ενός τροβίλου. Ο στρόβιλος περιστρέφει μια γεννήτρια και έτσι παράγεται ηλεκτρισμός. Περίπου 4-5% της συνολικής ενέργειας που παρέχεται στην κοινωνία μας προέρχεται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Στο σχήμα φαίνεται ένα χαρακτηριστικό υδροηλεκτρικό φράγμα σε λειτουργία.



Σχήμα 1.5.1. Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο [6]

Η κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού έργου αρχίζει από την επιλογή της κατάλληλης θέσης, η οποία είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων όπως υδρολογικές, μορφολογικές, γεωλογικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παράμετροι οι οποίες είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη.

Η μελέτη της υδρολογίας της περιοχής περιλαμβάνει την εκτίμηση της ελάχιστης ποσότητας ροής του νερού που θα πρέπει να διατηρείται καθόλη την διάρκεια του ετήσιου υδρολογικού κύκλου ώστε να εξασφαλίζεται συνεχής παραγωγή ενέργειας, παράμετρος που καθορίζει τον τύπο και το μέγεθος του σταθμού.

Η δημιουργία ενός υδροηλεκτρικού έργου συνοδεύεται από συνήθως από την δημιουργία μίας τεχνητής λίμνης και την εν συνεχεία ρύθμιση της ροής σύμφωνα με τα προηγούμενα δεδομένα. Επιπλέον, θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για το μέγεθος και την συχνότητα πλημμυρών, ώστε αυτές να μην έχουν επίπτωση στην σταθερότητα του φράγματος. Η ποιότητα του νερού τέλος θα πρέπει να εξασφαλίζει από ακραία φορτία ιλύος στον ταμιευτήρα.

Η γεωλογία της περιοχής θα πρέπει να εξασφαλίζει από προβλήματα διαρροών, αστάθειας της περιμετρικής ζώνης της τεχνητής λίμνης και από επαγόμενη σεισμικότητα. Όλα αυτά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην κατασκευή για τυχόν αστοχία, ενώ σοβαρά θα πρέπει να μελετάται η περίπτωση της επαγόμενης σεισμικότητας από την αποθήκευση της μεγάλης μάζας του νερού. Επιπροσθέτως θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την αναγκαία υποδομή του έργου (φράγμα, κτήρια, αγωγοί, κλπ.), καθώς και για την πρόσβαση και μεταφορά ανθρώπων, υλικών και μηχανημάτων, και την προσωρινή εγκατάσταση της υποδομής κατασκευής του έργου.

Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, καθώς και με την μορφολογία της κοιλάδας θα καθοριστεί και ο τύπος του φράγματος που θα κατασκευασθεί. Η καλή λειτουργία και η βιωσιμότητα του φράγματος εξαρτώνται από την γεωλογία της περιοχής. Τα στρώματα θεμελιώσεως ποικίλουν από βράχο μέχρι βότσαλα, άμμο, πηλώδη υλικά, που μπορεί να μην είναι ομοιογενή. Σημαντικές παράμετροι είναι η στατική και η δυναμική αντοχή της περιοχής θεμελιώσεως του φράγματος, τα χαρακτηριστικά στατικής και δυναμικής παραμόρφωσης του υλικού θεμελιώσεως, και το βάθος των ευνοϊκών στρωμάτων θεμελιώσεως.

Η τελική μορφή του υδροηλεκτρικού σταθμού και της τεχνολογίας που θα επιλεγεί καθορίζεται από τις απαιτήσεις ισχύος, όπως εγκατεστημένη ισχύς και ενεργειακές ανάγκες (πρωτογενείς, δευτερογενείς, αιχμής και αποθεματικές). Στην περίπτωση που μια συγκεκριμένη περιοχή έχει επιλεγεί λόγω καταλληλότητας για την εγκατάσταση υδροηλεκτρικού σταθμού. Τότε η δυνάμενη να παραχθεί ισχύς καθορίζεται από το περιβαλλοντικό πλαίσιο και τις προκλήσεις, από μηχανικής απόψεως, λύσεις για την συγκεκριμένη τοποθεσία.

1.5.1. ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

Διακρίνονται οι εξής δύο κύριες κατηγορίες σταθμών: α) ροής ποταμού και β) αποθήκευσης.

Σταθμοί Ροής Ποταμού

Αυτοί οι σταθμοί χρησιμοποιούν λίγο, έως καθόλου, αποθηκευμένο νερό για την ροή μέσα από τους υδροστροβίλους. Η αποθήκευση του νερού συνήθως κυμαίνεται για λειτουργία μιας ημέρας, ή μιας εβδομάδας και επηρεάζονται από τις αλλαγές του καιρού, ιδιαίτερα οι εποχιακές μεταβολές προκαλούν σημαντικές διακυμάνσεις στην παραγωγή ισχύος. Τέτοιοι σταθμοί κατασκευάζονται σε περιπτώσεις που υπάρχει μεγάλη ροή σε ποτάμια με μικρό βάθος, σε ποτάμια με μεγάλο φορτίο ιλύος και σε περιοχές οι οποίες είναι ακατάλληλες για ανέγερση φραγμάτων.

Σταθμοί Αποθήκευσης Νερού

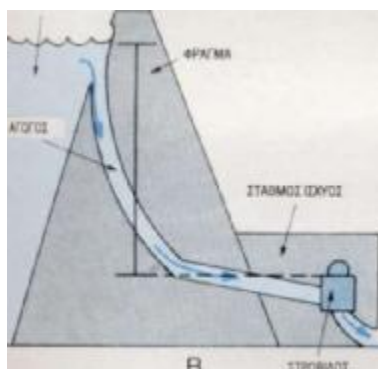
Οι σταθμοί αυτοί διαθέτουν μέσω μιας λίμνης, συνήθως τεχνητής, ικανή αποθηκευτική χωρητικότητα ώστε να ανταπεξέρχονται στις εποχιακές μεταβολές της ροής του νερού και παρέχουν μιά σταθερή παροχή ηλεκτρισμού σε όλη την διάρκεια του έτους. Μεγάλα φράγματα έχουν την δυνατότητα να αποθηκεύσουν νερό για λειτουργία αρκετών ετών.

Σταθμοί Αποθήκευσης Νερού με Άντληση

Σε αντίθεση με τους συμβατικούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς αποθήκευσης, οι σταθμοί αποθήκευσης με άντληση επαναχρησιμοποιούν το νερό. Διαθέτουν σύστημα δύο ταμιευτήρων και αφού το νερό αφήσει τον πρώτο ταμιευτήρα (υψηλά), διέλθει από τους στροβίλους και παράγει ηλεκτρισμό, ρέει στον δεύτερο ταμιευτήρα (χαμηλά). Κατά την διάρκεια περιόδων που δεν υπάρχει αυξημένη ζήτηση ηλεκτρισμού, μέρος του νερού αντλείται από τον ταμιευτήρα που ευρίσκεται χαμηλά (με αναστροφή της λειτουργίας των στροβίλων που λειτουργούν ως αντλίες) στον υψηλότερο ταμιευτήρα και μπορεί συνεπώς να επαναληφθεί ο κύκλος παραγωγής ηλεκτρισμού. Είναι προφανές ότι για την άντληση αυτή απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια, την οποία λαμβάνει από το δίκτυο το οποίο τροφοδοτείται από τους συμβατικούς θερμικούς σταθμούς. Τέτοια έργα θεωρούνται ως από τα πλέον ιδανικά για αποθήκευση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

1.5.2.ΦΡΑΓΜΑ

Τα υδροηλεκτρικά φράγματα δουλεύουν με βάση ορισμένες πολύ απλές αρχές. Το αποστραγγισμένο νερό με φυσικό τρόπο συγκρατείται σε μια τεχνητή λίμνη. Καθώς το νερό πέφτει μέσα από ένα φράγμα σε αυτήν, η δύναμη της βαρύτητας του νερού προκαλεί την περιστροφή διαφόρων ειδών στροβίλων. Είναι σημαντικό το νερό να πέφτει από μία προκαθορισμένη απόσταση. Αυτή η απόσταση, που ονομάζεται ωφέλιμο ύψος, καθορίζει τη δυνατότητα εκμεταλλεύσεως του φράγματος.



Σχήμα 1.5.2. Φράγμα [6]

Η ποσότητα ενέργειας του νερού που πέφτει εξαιτίας βαρυτικών δυνάμεων εξαρτάται από δύο παράγοντες. Πρώτον, όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα (περισσότερο νερό), τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα ενέργειας. Δεύτερον, όσο γρηγορότερα πέφτει το νερό (ταχύτητα), τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια. Τα υδροηλεκτρικά φράγματα σχεδιάζονται και κατασκευάζονται έτσι, ώστε να εκμεταλλεύονται στο έπακρον τόσο τη μάζα όσο και την ταχύτητα του υδάτινου όγκου. Όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος, τόσο περισσότερη είναι η διαθέσιμη ενέργεια.

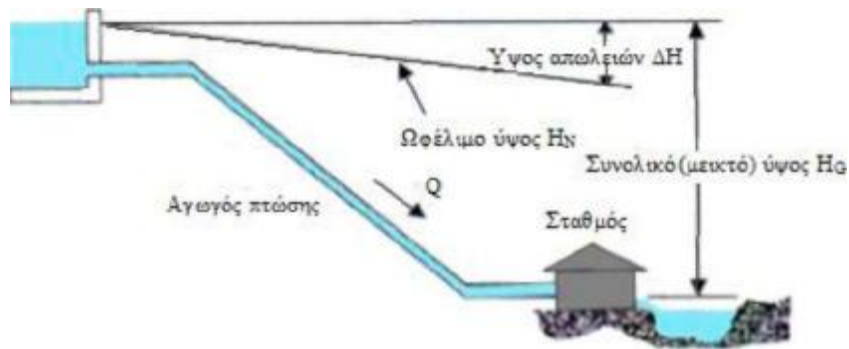
Το φράγμα κατασκευάζεται στην κοίτη του υδατορεύματος και σε θέση που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, της: η γεωλογία της περιοχής, οι της του, η διαθεσιμότητα υλικών και μηχανημάτων, οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες κατά την κατασκευή και λειτουργία του έργου, η αισθητική εμφάνιση, το κόστος κατασκευής. Ο τύπος του φράγματος που θα κατασκευασθεί καθορίζεται κυρίως από την φυσική διαμόρφωση της θέσης και τη διαθεσιμότητα των υλικών.

Οι δυνάμεις που ενεργούν σε ένα φράγμα και πρέπει να ληφθούν υπόψη για την πρόληψη τυχόν αστοχίας και εξασφάλισης της σταθερότητας του έργου είναι:

- α) Υδροστατικές
- β) Κρουστικές από τον κυματισμό
- γ) Σεισμικές και τέλος,
- δ) Από τον σχηματισμό πάγου

1.5.3.ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ

Αποτέλεσμα της κατασκευής του φράγματος είναι ο σχηματισμός του ταμιευτήρα, δηλαδή μιας τεχνητής λίμνης η οποία, με τον όγκο νερού που αποταμιεύει, τροφοδοτεί τους υδροστρόβιλους. Η χωρητικότητα αποθήκευσης ενός ταμιευτήρα είναι η πλέον σημαντική παράμετρος των φυσικών χαρακτηριστικών του. Κύριο χαρακτηριστικό ενός ταμιευτήρα αποτελεί η καμπύλη στάθμης - χωρητικότητας. Η μέγιστη στάθμη καθορίζεται από τη στάθμη του εκχειλιστή του φράγματος. Σε κάθε ταμιευτήρα καθορίζεται και μία ελάχιστη στάθμη λειτουργίας η οποία σχετίζεται με τις συνθήκες της υδροληψίας και τη μη εισχώρηση αέρα ή φερτών υλικών στον αγωγό προσαγωγής. Η χωρητικότητα που αντιστοιχεί μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης στάθμης λειτουργίας ονομάζεται ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα. Ο όγκος του νερού που αντιστοιχεί στην ελάχιστη στάθμη λειτουργίας χαρακτηρίζεται ως νεκρός όγκος.



Σχήμα 1.5.3. Σχηματική παράσταση ωφέλιμου ύψους και απωλειών του συστήματος [6]

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του σταθμού παραγωγής και της ωφέλιμης χωρητικότητας του ταμιευτήρα έχουμε λίμνες ημερήσιας, εβδομαδιαίας, μηνιαίας, ετήσιας ή υπερετήσιας ρυθμιστικής ικανότητας. Ένας ταμιευτήρας ετήσιας ρύθμισης χαρακτηρίζεται από μεγάλη χωρητικότητα και μεγάλο εύρος διακύμανσης στάθμης. Χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό για ανάσχεση πλημμυρών κατάντη και για ρύθμιση των φυσικών παροχών. Αντίθετα, ένας εβδομαδιαίος ταμιευτήρας έχει μικρή χωρητικότητα και μικρό εύρος διακύμανσης στάθμης. Τέλος, οι ταμιευτήρες ημερήσιας ρύθμισης ή αναρρυθμιστές έχουν δυνατότητα αποθήκευσης νερού μέχρι 24 ώρες και ικανοποιούν και άλλες ανάγκες όπως άρδευσης, ύδρευσης και οικολογικών παροχών. Γενικότερα όμως ο προσδιορισμός της χωρητικότητας και του σχεδιασμού του ταμιευτήρα συνήθως εξαρτάται και από μη-ενεργειακές καταναλώσεις, όπως: ανάγκες άρδευσης, έλεγχο πλημμυρών, βιομηχανικές και αλιευμάτων και άγριας πανίδας.

1.5.4. ΚΤΙΡΙΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

Το κτιριακό συγκρότημα ενός υδροηλεκτρικού σταθμού μπορεί να είναι ενσωματωμένο μέσα στο φράγμα, ή να ευρίσκεται μακράν αυτού, όταν υπάρχει η δυνατότητα πρόσθετου υδραυλικού ύψους. Ενίοτε είναι υπόγειο (ανεγείρεται μέσα σε σπήλαιο), όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος ή για την αποφυγή περιβαλλοντικών πιέσεων. Το συγκρότημα περιλαμβάνει τον σταθμό παραγωγής, στον οποίο γίνεται η μετατροπή της ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική. Τα κύρια μέρη του σταθμού είναι: α) οι υδροστροβίλοι όπου η δυναμική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε κινητική, δηλαδή σε κινητήρια ροπή στην περιστρεφόμενη άτρακτο του υδροστροβίλου, β) οι ηλεκτρο-γεννήτριες, οι οποίες είναι απευθείας συνδεδεμένες στην άτρακτο κάθε υδροστροβίλου και μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και γ) οι μετασχηματιστές, σκοπός της λειτουργίας των οποίων είναι η ανύψωση της τάσης του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος στην υψηλή τάση του διασυνδεδεμένου δικτύου ώστε να ελαττώνονται οι απώλειες από τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης περιλαμβάνει το σύστημα στροβίλου-γεννήτριας και συστήματος ψύξεως, το ηλεκτρικό υποσύστημα με τους διακόπτες και τα συστήματα ελέγχου, βοηθητικά συστήματα και μηχανήματα όπως, γερανούς, μηχανικά συστήματα και συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Καθώς και τον υποσταθμό ζεύξης, που συνδέει τον σταθμό παραγωγής με τους υποσταθμούς υπερυψηλής τάσης.

1.5.5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Ένας υδροηλεκτρικός σταθμός (ΥΗΣ) παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα. Ένα από τα σημαντικότερα είναι η καθαριότητα και η έλλειψη κάθε είδους ρύπανσης και μόλυνσης του περιβάλλοντος καθώς τα υδροηλεκτρικά έργα δεν έχουν απόβλητα ή κατάλοιπα. Τα κύρια πλεονεκτήματα που έχουν οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι τα ακόλουθα:

- οι υδατοπτώσεις είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και δεν υπάρχει ορατός κίνδυνος εξαντλήσεως τους.
- η κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού έργου συνδυάζεται συχνά και με άλλες διευθετήσεις όπως άρδευση, ύδρευση, ρύθμιση πλημμύρας, αλιεία, αναψυχή, κλπ. ένας υδροηλεκτρικός σταθμός έχει μηδενικό κόστος καυσίμου και απαιτεί μικρή απασχόληση προσωπικού και μικρότερη συντήρηση. Επιπλέον, το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις και αντιστοιχεί ουσιαστικά στις αποσβέσεις του έργου.
- οι υδροστρόβιλοι είναι στιβαρές και αξιόπιστες μηχανές που απαιτούν μικρή συντήρηση και επίβλεψη.
- για τις ανάγκες κατασκευής ενός υδροηλεκτρικού έργου κατασκευάζονται έργα υποδομής (δρόμοι, γέφυρες) τα οποία βοηθούν στην αξιοποίηση απομακρυσμένων περιοχών.
- η διάρκεια ζωής των υδροηλεκτρικών έργων είναι μεγάλη και μπορεί να γίνει ακόμη μεγαλύτερη με κατάλληλη ανανέωση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν τη δυνατότητα πολύ γρήγορης παραλαβής και απόρριψης φορτίου έτσι ώστε να γίνεται δυνατή η παρακολούθηση της μεταβολής της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και η κάλυψη των αιχμών του διασυνδεδεμένου δικτύου. Τον ρόλο αυτό αναλαμβάνουν τα μεγάλης ισχύος υδροηλεκτρικά έργα αποθήκευσης, δηλαδή αυτά των οποίων το φράγμα δημιουργεί δεξαμενή (ταμιευτήρα) μεγάλης χωρητικότητας. Η δυνατότητα κάλυψης των αιχμών ισχύος του συστήματος είναι πολύ σημαντική από τεχνικής και οικονομικής άποψης καθώς η αξία της KWh αιχμής είναι πολλαπλάσια της KWh βάσεως. Σ' αυτό ακριβώς το πλεονέκτημα των υδροηλεκτρικών σταθμών βασίζεται η κατασκευή αναστρέψιμων μονάδων οι οποίες κατά τη διάρκεια της χαμηλής ζήτησης (νύχτα) λειτουργούν αντλώντας νερό από τον κάτω ταμιευτήρα προς των άνω, δηλαδή αποταμιεύοντας ενέργεια την οποία θα αποδώσουν κατά τις ώρες αιχμής.

Τα υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν και κάποια σοβαρά μειονεκτήματα:

- έχουν μεγάλη διάρκεια κατασκευής (της τάξεως των 5-10 ετών για μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο και 1-2 χρόνια για μικρό) ενώ επίσης μεγάλη είναι και η διάρκεια συλλογής και επεξεργασίας υδρολογικών και γεωλογικών στοιχείων τα οποία πρέπει να είναι τόσο πιο πλήρη και αξιόπιστα όσο μεγαλύτερο είναι το έργο.
- η ετήσια παραγωγή ενέργειας υφίσταται διακυμάνσεις που σχετίζονται με την ποσότητα βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων.
- οι δαπάνες ενός υδροηλεκτρικού έργου είναι μεγάλες λόγω των μεγάλων δομικών έργων που απαιτεί η διαμόρφωση ολόκληρης της υδραυλικής εγκατάστασης και γι' αυτό απαιτούν τη διάθεση πολύ μεγάλων κεφαλαίων.
- η κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού έργου προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων υδατοπτώσεων και μεγάλων παροχών. Για τον λόγο αυτό η θέση τους είναι πολλές φορές πολύ μακριά από την κατανάλωση με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται σημαντικά το κόστος κατασκευής τους από το κόστος των έργων μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας.

1.6. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου. Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται αρχικά σε μηχανική και ακολούθως σε ηλεκτρική μέσω των ανεμογεννητριών(A/Γ).



Σχήμα 1.6.1. Ανεμογεννήτριες αιολικού πάρκου [6]

Για την επιλογή της κατάλληλης θέσης εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας απαιτείται η γνώση της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου, η καταγραφή των επικρατέστερων διευθύνσεων στην περιοχή, οι αναταράξεις, ο στροβιλισμός και η τύρβη του ανέμου, καθώς και η μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου συναρτήσει του ύψους από το έδαφος.

1.6.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

Ταχύτητα ακροπτερυγίου (Tip-speed- ratio)

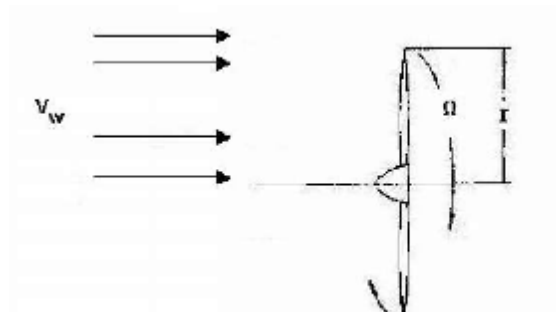
Προκειμένου να εκφράσουμε το συντελεστή αεροδυναμικής απόδοσης σε συνάρτηση με την ταχύτητα του ανέμου V_w και τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων Ω ορίζουμε το συντελεστή λ ή TSR που καλείται (λόγος) ταχύτητας ακροπτερυγίου (tip-speed-ratio).

Η σχέση που δίνει το λ είναι:

$$\lambda = \Omega r / V_w$$

όπου:

Ω είναι η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πτερυγίου σε (rad/sec), r είναι το μήκος του πτερυγίου ή διαφορετικά το ήμισυ της διαμέτρου της A/Γ και δίνεται σε m ενώ V_w είναι η ταχύτητα του ανέμου σε m/s.



Σχήμα 1.6.2. Δρομέας ανεμογεννήτριας [6]

Στιβαρότητα

Ως στιβαρότητα S (Sodility) ορίζεται ο λόγος του εμβαδού όλων των πτερυγίων προς το εμβαδόν της επιφάνειας που διαγράφουν τα πτερύγια κατά την περιστροφή τους. Οι τύποι που δίνουν τη στιβαρότητα είναι :

$St = Nc/\pi r$ (A/K οριζόντιου άξονα)

$St = Nc/r$ (A/K κατακόρυφου άξονα)

όπου:

N : ο αριθμός πτερυγίων c : μήκος χορδής των πτερυγίων

Απόδοση

Συντελεστής αεροδυναμικής απόδοσης

Αναφέρεται στο δρομέα του ανεμοκινητήρα και δίνεται από τη σχέση:

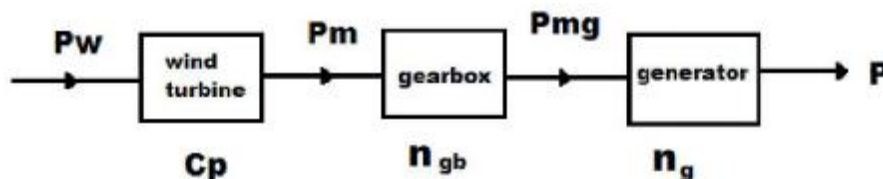
Ο συντελεστής αεροδυναμικής απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ισχύος του ανέμου λίγο πριν τον ανεμοκινητήρα (P_w) το οποίο μετατρέπεται σε μηχανική ισχύ στον άξονα του δρομέα (P_m).

Βαθμός απόδοσης μετατροπέα αιολικής ενέργειας

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης του μετατροπέα αιολικής ενέργειας θα ισούται με:

$\eta = \text{ηλεκτρική ισχύς εξόδου} / \text{ισχύς ανέμου} = P/P_w = (P_m/P_w)(P_{mg}/P_m)(P/P_{mg}) = C_p \eta_{gb} \eta_g$

όπου: η_{gb} είναι ο βαθμός απόδοσης του κιβωτίου ταχυτήτων η_g ο βαθμός απόδοσης της ηλεκτρικής γεννήτριας P_m η μηχανική ισχύς που απομαστεύει ο A/K P_w η ισχύς του ανέμου P_{mg} η ισχύς στην έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων P η ηλεκτρική ισχύς στην έξοδο της γεννήτριας



Σχήμα 1.6.3. Βαθμός απόδοσης μετατροπέα με κιβώτιο ταχυτήτων [6]

Διακρίνουμε 3 περιοχές ταχυτήτων:

Ταχύτητα έναρξης V_i (cut in speed): ελάχιστη ταχύτητα που η μηχανή παράγει ισχύ.

Ονομαστική ταχύτητα V_R (Rated speed): ταχύτητα που η μηχανή παράγει ονομαστική(μέγιστη) ισχύ.

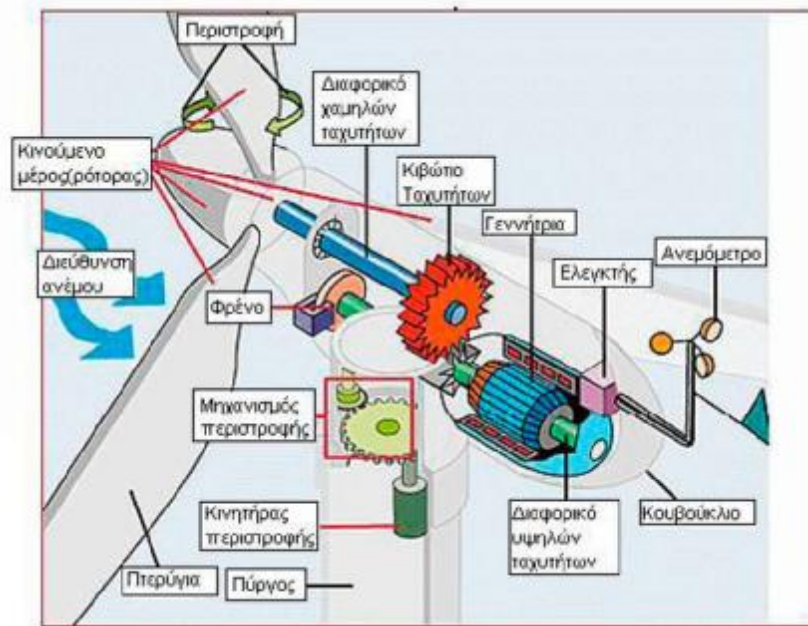
Ταχύτητα αποσύζευξης V_o (cut out speed): ταχύτητα όπου πέραν της τιμής αυτής η παραγωγή ενέργειας διακόπτεται για να προστατευθεί η εγκατάσταση.

Ανεμογεννήτριες

Μέχρι σήμερα έχουν επινοηθεί και λειτουργήσει από αρχαιότατων χρόνων περισσότεροι τύποι ανεμομηχανών από οποιαδήποτε άλλο τύπο εφεύρεσης. Οι ανεμοκινητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου σε:

- 1) **Οριζόντιου άξονα (Head on)** στους οποίους ο άξονας περιστροφής του δρομέα είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση του ανέμου.
- 2) **Οριζόντιου άξονα (Cross Wind)** στους οποίους ο άξονας περιστροφής είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της Γης αλλά κάθετος στην κατεύθυνση του ανέμου.
- 3) **Κατακόρυφου άξονα** στους οποίους ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στην επιφάνεια της γης όπως και στην ροή του ανέμου (Savonius, Darrieus, Giromill κ.α) . Επίσης έχουν επινοηθεί και άλλοι τύποι ανεμομηχανών όπως αυτοί του ηλιακού φωτός, Venturi, με διάχυτο ή συγκεντρωτή, αεροτομή και Magnus κ.α.

1.6.2. ΔΟΜΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ



Σχήμα 1.6.4. Βασικά δομικά στοιχεία ανεμογεννήτριας [6]

Τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά της ανεμογεννήτριας που απεικονίζεται στο σχήμα είναι τα εξής :

- 1. Κουβούκλιο:** Το κουβούκλιο περιέχει όλα τα βασικά στοιχεία της ανεμογεννήτριας, συμπεριλαμβανομένου του κιβωτίου ταχυτήτων, και της ηλεκτρικής γεννήτριας. Πρόσβαση στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας επιτρέπεται μέσω του πύργου. Αριστερά από το κουβούκλιο φαίνονται τα κινούμενα μέρη της ανεμογεννήτριας (τα πτερύγια και η κεφαλή).
- 2. Πτερύγια:** Τα πτερύγια 'συλλαμβάνουν' τον αέρα και μεταφέρουν την ισχύ του στην κεφαλή του ρότορα. Σε μια μοντέρνα ανεμογεννήτρια 1000kW κάθε πτερύγιο έχει μήκος 27 m και είναι σχεδιασμένο περίπου όπως ένα φτερό αεροπλάνου.
- 3. Κεφαλή:** Η κεφαλή του ρότορα είναι συνδεδεμένη με το διαφορικό χαμηλής ταχύτητας της ανεμογεννήτριας.



Σχήμα 1.6.5. Κεφαλή ανεμογεννήτριας [6]

- 4. Διαφορικό χαμηλών ταχυτήτων:** Το διαφορικό χαμηλών ταχυτήτων συνδέει την κεφαλή του ρότορα με το κιβώτιο ταχυτήτων. Σε ανεμογεννήτρια 1000 kW ο ρότορας περιστρέφεται σχετικά αργά, περίπου 19 με 30 περιστροφές ανά λεπτό (rpm). Το διαφορικό περιέχει σωλήνες για το υδραυλικό σύστημα ώστε να μπορεί να λειτουργήσει το αεροδυναμικό φρένο.
- 5. Κιβώτιο ταχυτήτων:** Το κιβώτιο ταχυτήτων έχει το διαφορικό χαμηλών στροφών από αριστερά και μεταφέρει την κίνηση στο διαφορικό υψηλών στροφών (από δεξιά) κάνοντάς το

να περιστρέφεται με ταχύτητα 50 φορές μεγαλύτερη από αυτή του διαφορικού χαμηλών στροφών.

6. Διαφορικό υψηλών ταχυτήτων: Το διαφορικό υψηλών ταχυτήτων περιστρέφεται περίπου με 1500 στροφές ανά λεπτό (rpm) και οδηγεί την ηλεκτρική γεννήτρια. Το διαφορικό είναι εξοπλισμένο με ένα δισκόφρενο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το μηχανικό φρένο χρησιμοποιείται σε περίπτωση που το αεροδυναμικό φρένο υποστεί βλάβη ή η ανεμογεννήτρια επισκευάζεται.

7. Ηλεκτρική γεννήτρια: Η ηλεκτρική γεννήτρια είναι μια σύγχρονη ή μια ασύγχρονη γεννήτρια. Στις τελευταίες ανεμογεννήτριες η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς είναι μεταξύ 600 και 3000 kW.

8. Μηχανισμός περιστροφής: Ο μηχανισμός περιστροφής χρησιμοποιεί ηλεκτρικές μηχανές (κινητήρας περιστροφής) για να στρέφει το κουβούκλιο απέναντι στον άνεμο.

9. Ηλεκτρονικός ελεγκτής: Περιέχει ένα υπολογιστή που παρακολουθεί διαρκώς την κατάσταση της ανεμογεννήτριας και ελέγχει τον μηχανισμό περιστροφής.

10. Ανεμόμετρο & ανεμοδείκτης: Το ανεμόμετρο και ο ανεμοδείκτης χρησιμοποιούνται για να μετρούν την ένταση και τη διεύθυνση του ανέμου. Τα ηλεκτρικά σήματα του ανεμόμετρου χρησιμοποιούνται από τον ηλεκτρονικό ελεγκτή της ανεμογεννήτριας για να αρχίσει την λειτουργία της όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει μια ελάχιστη τιμή και για να την σταματήσει όταν η ταχύτητα του ανέμου υπερβεί ένα ανώτατο όριο προκειμένου να προστατεύσει την ανεμογεννήτρια και το περιβάλλον αυτής.

11. Πύργος: Ο πύργος της ανεμογεννήτριας στηρίζει το κουβούκλιο και τα κινούμενα μέρη της. Γενικά είναι πλεονέκτημα ο πύργος να είναι ψηλός, αφού οι ταχύτητες του ανέμου αυξάνονται όσο απομακρύνεται από το έδαφος. Μια σύγχρονη ανεμογεννήτρια 1000 kW θα έχει ένα πύργο μεταξύ 50 και 80 μέτρων (το ύψος ενός κτιρίου 17 έως 27 ορόφων). Μπορεί να είναι χαλύβδινοι ή δικτυωτοί.



Σχήμα 1.6.6. Τύποι πύργων [6]

Οι χαλύβδινοι πύργοι είναι κωνικοί, η διάμετρός τους δηλαδή αυξάνει προς τη βάση, προκειμένου να είναι ευσταθείς και να μειωθεί το χρησιμοποιούμενο υλικό.

Οι δικτυωτοί πύργοι κατασκευάζονται με χαλύβδινα δικτυώματα. Έχουν μειωμένο κόστος, αφού απαιτεί το μισό υλικό από τους χαλύβδινους, αλλά για αισθητικούς λόγους έχουν εκλείψει.

12. Μονάδα ψύξης: Η μονάδα ψύξης περιέχει ένα ηλεκτρικό ανεμιστήρα που χρησιμοποιείται για να ψύχει την ηλεκτρική γεννήτρια. Επιπλέον περιέχει μια μονάδα ψύξης με λάδι η οποία χρησιμοποιείται για να ψύχει το λάδι στο κιβώτιο ταχυτήτων..

13. Υδραυλικό σύστημα: Το υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιείται για να επαναφέρει τα αεροδυναμικά φρένα της ανεμογεννήτριας.

1.6.3. ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Η ισχύς εξόδου αυξάνεται όσο αυξάνει η επιφάνεια που καλύπτει ο δρομέας της ανεμογεννήτριας. Η επιφάνεια του δίσκου που καλύπτει ο ρότορας, καθώς και η ταχύτητα του ανέμου καθορίζουν την ενέργεια που παράγει η ανεμογεννήτρια.

Η διάμετρος του ρότορα μπορεί να διαφέρει λίγο από τα μεγέθη που δίνονται στο σχήμα, γιατί αρκετοί κατασκευαστές προσαρμόζουν τις μηχανές τους στις αιολικές συνθήκες κάθε περιοχής: Για να μεγιστοποιηθεί η ετήσια παραγωγή ενέργειας μπορούμε να εγκαταστήσουμε σε μία περιοχή με χαμηλό δυναμικό μία ανεμογεννήτρια με δεδομένο μέγεθος ρότορα και μικρότερη γεννήτρια(ή αντίστροφα για δεδομένη ισχύ γεννήτριας να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερος δρομέας). Με αυτόν τον τρόπο θα αυξηθεί η παραγωγή ενέργειας από μια σχετικά μικρότερη μηχανή σε περιοχές με χαμηλό αιολικό δυναμικό, διότι η ανεμογεννήτρια θα δουλεύει για περισσότερες ώρες κατά τη διάρκεια του χρόνου.

1.6.4. ΕΙΔΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Γενικά αιολικό πάρκο ονομάζεται μια ομάδα ανεμογεννητριών εγκατεστημένες στην ίδια τοποθεσία . Κάθε ανεμογεννήτρια είναι συνδεδεμένη σε ένα εσωτερικό δίκτυο χαμηλής ή μέσης τάσης , το οποίο συνδέεται με το διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό δίκτυο μέσω ενός μετασχηματιστή ανύψωσης της τάσης .Υπάρχουν τρία βασικά είδη αιολικών πάρκων:

Τα χερσαία αιολικά πάρκα (onshore), αυτά που κατασκευάζονται στις κορυφογραμμές περιοχών με μεγάλο σχετικά υψόμετρο τουλάχιστον τρία χιλιόμετρα προς το εσωτερικό από την πλησιέστερη ακτογραμμή . Αυτό συμβαίνει για την εκμετάλλευση της λεγόμενης τοπογραφικής επιτάχυνσης , την επιτάχυνση δηλαδή του ανέμου καθώς διασχίζει μια κορυφογραμμή. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην ακριβή τοποθέτηση των ανεμογεννητριών , η οποία γίνεται μετά από αναλυτική παρακολούθηση των τοπικών ανέμων για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα πριν την εγκατάσταση.

Αιολικά πάρκα κοντά στην ακτή (nearshore), βρίσκονται στην ξηρά εντός της ζώνης των τριών χιλιομέτρων από την ακτογραμμή ή στην θάλασσα εντός της ζώνης των δέκα χιλιομέτρων από την ακτογραμμή . Αυτές οι τοποθεσίες είναι αποδοτικές για εγκατάσταση λόγω του ανέμου που δημιουργείται από την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ θάλασσας και ξηράς καθημερινά.

Παράκτια αιολικά πάρκα (offshore). Είναι εγκατεστημένα σε θαλάσσιες περιοχές πέραν των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή. Ακριβώς επειδή η επιφάνεια του νερού είναι ομαλότερη αυτής του εδάφους , η ταχύτητα του ανέμου είναι υψηλότερη από την ξηρά. Έχουν μεγάλο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης γιατί οι πύργοι είναι ψηλότεροι των χερσαίων. Η μεταφορά της ενέργειας γίνεται με υποθαλάσσιο καλώδιο , σε περιπτώσεις μεγάλων αποστάσεων από την ακτή χρησιμοποιείται μεταφορά με συνεχές ρεύμα υψηλής τάσης (HVDC) για ελαχιστοποίηση των απωλειών κατά την μεταφορά .



Σχήμα 1.6.7. Είδη αιολικών πάρκων [6]

1.7. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. Για αυτό τον λόγο τα φωτοβολταϊκά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί ραγδαία.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λ.π.). Η βαθμιαία αύξηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά την αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 1.7.1. Φωτοβολταϊκά

1.7.1. ΔΟΜΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούν ένα μέρος του φωτοβολταϊκού συστήματος, το οποίο είναι κάθε φορά σχεδιασμένο για συγκεκριμένες λειτουργίες. Επιπλέον συσκευές που προστίθενται είναι:

- Συσσωρευτές**, που χρησιμεύουν στην αποθήκευση ενέργειας και στην απόδοσή της όταν αυτό απαιτείται (το βράδυ ή τις βροχερές μέρες).
- Αντιστροφείς**, που απαιτούνται για την αντιστροφή του συνεχούς ρεύματος (DC) που παράγεται στο φωτοβολταϊκό σε εναλλασσόμενο (AC).
- Ρυθμιστές**, που διαχειρίζονται την αποθηκευμένη ενέργεια στον συσσωρευτή και διοχετεύουν ενέργεια στο φορτίο.
- Μηχανισμός Κίνησης** Ο μηχανισμός κίνησης του φωτοβολταϊκού πλαισίου μπορεί να επιτρέπει την κίνηση σε έναν ή σε δύο άξονες.
- Κατασκευές**, που απαιτούνται για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών και των λοιπών συσκευών.

Πρακτικά δεν είναι απαραίτητο να υπάρχουν όλες οι παραπάνω συσκευές σε όλα τα συστήματα.

•Συσσωρευτές

Τα απομονωμένα συστήματα πρέπει να διαθέτουν οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας ενέργεια. Αυτό επιτυγχάνεται με τους συσσωρευτές, που αποθηκεύουν την περίσσεια ενέργειας. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι τύποι μπαταριών είναι οι μολύβδου-ασβεστίου και μολύβδου-αντιμονίου. Εξαιτίας της συνεχώς μεταβαλλόμενης τιμής της ηλιακής ακτινοβολίας και του φορτίου, οι συσσωρευτές πρέπει να περνούν από πολλούς κύκλους φόρτισης και εκφόρτισης

χωρίς να χάνουν τις ιδιότητές τους γρήγορα. Το ποσοστό της χωρητικότητας του συσσωρευτή που μπορεί να εκφορτιστεί χωρίς να καταστραφεί ονομάζεται βάθος εκφόρτισης και εξαρτάται από τον τύπο του. Οι συσσωρευτές χρειάζονται αλλαγή κάθε 5 με 10 χρόνια ανάλογα με τον αριθμό των κύκλων φόρτισης και εκφόρτισης που κάνουν.

Οι συσσωρευτές μπορούν να παρέχουν αυτονομία στο σύστημα από μερικές μέρες μέχρι δύο εβδομάδες και εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του κάθε συστήματος, δηλαδή από την τοποθεσία του και την ύπαρξη ή όχι γεννήτριας. Χαρακτηρίζονται από την τάση τους, η οποία συνήθως είναι πολλαπλάσιο των 12 V, και από την χωρητικότητά τους, που μετριέται σε αμπερώρια (Ah). Για παράδειγμα συσσωρευτής 50Ah, 48V θα αποθηκεύσει υπό ονομαστικές συνθήκες 2400Wh.

Οι συσσωρευτές, πέραν της μείωσης της απόδοσης που προκαλούν, χρειάζονται περιοδική συντήρηση (έλεγχο υγρών) και έναν μεγάλο χώρο για να αποθηκευτούν. Ο σωστός υπολογισμός του μεγέθους του συσσωρευτή του συστήματος είναι καθοριστικός για την επίτευξη μεγάλης διάρκειας ζωής του, για την ιδανική απόδοση και για την επίτευξη ονομαστικού κόστους κύκλου ζωής του συστήματος (LCC).

•Μηχανισμός Κίνησης

Τα συστήματα ενός άξονα είναι σχεδιασμένα να ακολουθούν την πορεία του ήλιου από την ανατολή στη δύση. Χρησιμοποιούνται κυρίως με συστήματα επίπεδων φωτοβολταϊκών πλαισίων και μερικές φορές με συστήματα συγκεντρωτικών φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Τα συστήματα δύο αξόνων επιτελούν την ίδια λειτουργία με τα συστήματα ενός άξονα αλλά επιπλέον παρακολουθούν και την μεταβολή της απόκλισης του ήλιου κατά την διάρκεια του έτους. Χρησιμοποιούνται κυρίως με συγκεντρωτικά πλαίσια. Τα συστήματα δύο αξόνων είναι πιο πολύπλοκα, πιο ακριβά και χρειάζονται μεγαλύτερη συντήρηση.

1.7.2. ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ

Η φωτοβολταϊκή συστοιχία χαρακτηρίζεται από την μέση απόδοσή της η_p , και δίδεται από τη σχέση:

$$\eta_p = \eta_R [1 - \beta_p (T_c - T_R)]$$

όπου

η_R : είναι η απόδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου για ονομαστική θερμοκρασία (25°C)

β_p : είναι το ποσοστό πτώσης της ισχύος του Φ/Β πλαισίου λόγω αύξησης της θερμοκρασίας του και

T_c : είναι η μέση θερμοκρασία του πλαισίου.

Η ενέργεια E_p που παράγεται στη φωτοβολταϊκή συστοιχία είναι:

$$E_p = S \eta_p H_T$$

όπου S η επιφάνεια της συστοιχίας.

Όμως η ενέργεια E_p , που είναι διαθέσιμη στο φορτίο και στον συσσωρευτή είναι λιγότερη αφού υπάρχουν απώλειες λ_c στο σύστημα ρύθμισης ισχύος και διάφορες άλλες απώλειες λ_r οπότε:

$$E_A = E_p (1 - \lambda_c) (1 - \lambda_r)$$

Άρα η συνολική απόδοση της συστοιχίας είναι:

$$\eta = E_A / S H_T$$

1.7.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Συστήματα που είναι διασυνδεδεμένα με το δίκτυο.
- Συστήματα που είναι απομονωμένα από το δίκτυο.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Στα διασυνδεδεμένα συστήματα η φωτοβολταϊκή συστοιχία τροφοδοτεί απευθείας με ηλεκτρική ενέργεια το δίκτυο, οπότε δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη συσσωρευτή. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες:

- Στα συστήματα με κατανεμημένες φωτοβολταϊκές συστοιχίες όπου οι συστοιχίες είναι τοποθετημένες στις σκεπές σπιτιών και εμπορικών κέντρων.
- Στις κεντρικές μονάδες παραγωγής ενέργειας όπου οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες συνδέονται με υποσταθμούς και μετά με το δίκτυο. Στα διασυνδεδεμένα συστήματα δεν είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του φορτίου και το μέγεθος της φωτοβολταϊκής συστοιχίας. Ο αντιστροφέας που προτείνεται να χρησιμοποιείται είναι ονομαστικής ισχύος ίσης με την ονομαστική ισχύ της Φ/Β συστοιχίας.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Τα απομονωμένα συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει AC δίκτυο είτε επειδή έχει μεγάλο κόστος να εγκατασταθεί γραμμή διασύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος μεταξύ της περιοχής και του AC δικτύου είτε επειδή η σύνδεση δεν είναι εφικτή λόγω μεγάλης απόστασης από τις μονάδες παραγωγής. Τα συστήματα αυτά είναι μικρής ισχύος, συνήθως λιγότερο από 10 kWp. Στα συστήματα αυτά κύριο ρόλο παίζουν ο συσσωρευτής που χρησιμοποιείται αφού είναι υπεύθυνος για την αποθηκευμένη ενέργεια και το μέγεθος της συστοιχίας.

1.7.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με γεννήτριες φωτοβολταϊκών πλαισίων συνοδεύεται από πολλά πλεονεκτήματα, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι :

- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη και δεν στοιχίζει.
- Το κόστος λειτουργίας είναι χαμηλό (δεν απαιτείται καύσιμο).
- Η λειτουργία του συστήματος είναι αθόρυβη.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Λειτουργούν χωρίς κινητά μέρη και είναι απλά, απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και έχουν μεγάλη αξιοπιστία.
- Λειτουργούν αθόρυβα και χωρίς την χρήση καυσίμων που τα καθιστά φιλικά προς το περιβάλλον.
- Είναι ευέλικτα. Εύκολα μπορεί να επιτευχθεί οποιαδήποτε ηλεκτρική ισχύς όσο μικρή ή μεγάλη κι αν είναι (από mW μέχρι MW).
- Λειτουργούν ακόμα και με νεφελώδη ουρανό αξιοποιώντας την διάχυτη ακτινοβολία.
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα επέκτασής τους.

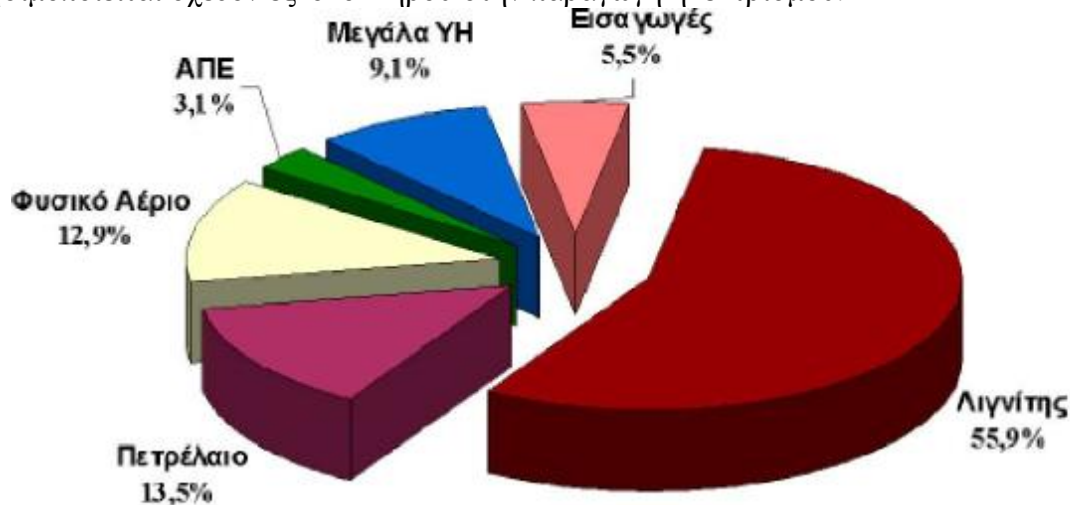
Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα είναι:

- Η έλλειψη οικονομικής και αποδοτικής αποθήκευσης της ενέργειας.
- Το υψηλό κόστος εγκατάστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σήμερα, τα ορυκτά καύσιμα κυριαρχούν παγκοσμίως στην παραγωγή ενέργειας. Σύμφωνα με μελέτες της ΙΕΑ (World Energy Outlook), τα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να αποτελούν την κύρια ενεργειακή πηγή έως το 2030, σημειώνοντας μάλιστα αύξηση παραγωγής τους μεταξύ 1,5 - 2,5%.

Στη χώρα μας η μόνη αξιοσημείωτη εγχώρια πηγή ορυκτών καυσίμων είναι ο λιγνίτης. Τα βιομηχανικά αξιοποιήσιμα κοιτάσματα λιγνίτη υπολογίζονται σε 4 δισεκατομμύρια τόνους ή 550 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Παρόλο που ο Ελληνικός λιγνίτης είναι ένα φτωχής ποιότητας καύσιμο, αποτελεί την κύρια ενεργειακή πηγή της χώρας και χρησιμοποιείται σχεδόν εξ' ολοκλήρου στην παραγωγή ηλεκτρισμού.



Σχήμα 2.1. Παραγωγή ηλεκτρισμού στην Ελλάδα ανά τύπο μονάδων [6]

Κατά τα τελευταία χρόνια πολλές βιομηχανικές μονάδες της χώρας έχουν στραφεί στο φυσικό αέριο για την παραγωγή ενέργειας και την κάλυψη των αναγκών τους. Παραμένει όμως μεγάλος αριθμός μονάδων που παράγουν θερμότητα ή ηλεκτρισμό με λέβητες υγρών και στερεών καυσίμων. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα κυριότερα ορυκτά καύσιμα και δίνεται μία πληρέστερη περιγραφή για τον λιγνίτη λόγω του ενδιαφέροντος που παρουσιάζει για την χώρα μας.

Το ενεργειακό περιεχόμενο ενός καυσίμου προσδιορίζεται με τον όρο θερμογόνο ισχύς, η οποία διακρίνεται σε ανώτερη και κατώτερη. Η τελευταία χρησιμοποιείται στην μελέτη των ενεργειακών συστημάτων. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται ενδεικτικά οι τιμές των πιο διαδεδομένων ενεργειακών πόρων.

Ενεργειακός πόρος	Κατώτερη θερμογόνος ισχύς H_u (MJ/Kg)
Ξυλεία(ξηρή)	15,3
Λιγνίτης	8
Λιθάνθρακας	30
Πετρέλαιο 8(βαρύ)	40
Πετρέλαιο ΕΙ(ελαφρύ)	42,7
Πετρέλαιο κίνησης	42,7
Βενζίνη	43,1
Φυσικό αέριο θέρμανσης	47,6

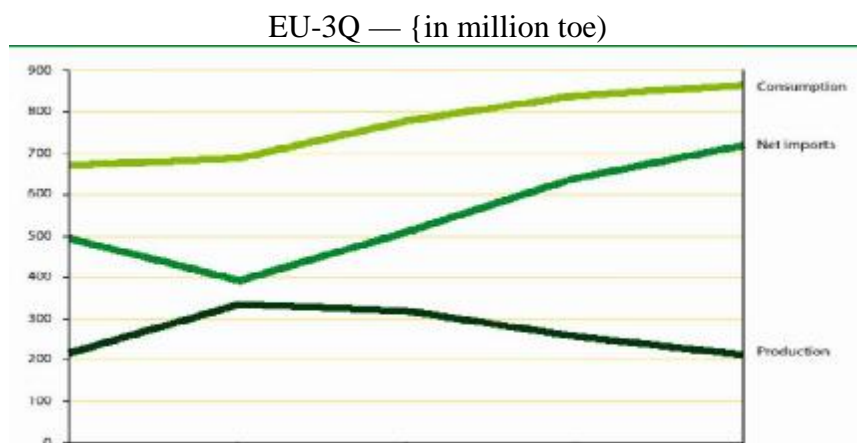
Πίνακας 2.1. Οι πιο διαδεδομένοι ενεργειακοί πόροι [6]

Η πιο εποπτική δυνατότητα παρουσίασης του ενεργειακού συστήματος είναι υιοθετώντας την κατηγοριοποίηση σύμφωνα με τον ενεργειακό πόρο, εξετάζοντας τα αποθέματα, τη ζήτηση και την παραγωγή του.

2.1. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Το πετρέλαιο έχει το σημαντικότερο μερίδιο στην αγορά ενέργειας από κάθε άλλο καύσιμο, μολονότι η αναλογία αυτή μειώνεται. Έτσι, ενώ το 1970 το πετρέλαιο αποτελούσε το 60% της βασικής παροχής ενέργειας, σήμερα το αυτό ποσοστό ανέρχεται στο 44%. Η ζήτηση πετρελαίου αυξάνεται κυρίως στον τομέα των μεταφορών, καθώς οι μεταφορές εξαρτώνται αποκλειστικά από το πετρέλαιο και αποτελούν τον κυριότερο καταναλωτή του. Γι' αυτό το λόγο μία κρίση στη παροχή πετρελαίου σ' αυτό τον τομέα είναι δυσκολότερο να χαλιναγωγηθεί από οποιαδήποτε άλλη διακοπή παροχής οποιουδήποτε άλλου καυσίμου. Τα περισσότερα παγκόσμια αποδεδειγμένα αποθέματα πετρελαίου βρίσκονται στην περιοχή της Μέσης Ανατολής και αντιστοιχούν στο 64% του συνόλου. Άλλες σημαντικές ποσότητες αποθεμάτων πετρελαίου εντοπίζονται στην Αμερική και την πρώην Σοβιετική Ένωση, οι οποίες όμως καταναλώνονται από τις εγγύτερες περιοχές.

Οι γενικές εκτιμήσεις για τα αποθέματα είναι συντηρητικές, όμως νέα αποθέματα προστίθενται στα υπάρχοντα. Επιπλέον νέες τεχνολογίες, όπως η οριζόντια διάτρηση, επεκτείνουν τις δυνατότητες εξαγωγής πετρελαίου είτε από παλιότερες ή μικρές πηγές είτε από δυσκολότερες περιοχές, όπως η θαλάσσια άντληση σε μεγάλα βάθη. Επιπρόσθετα τα μη συμβατικά πετρέλαια ως αποτέλεσμα της τεχνολογικής προόδου προσφέρουν μία ακόμη πηγή. Για τους παραπάνω λόγους είναι βέβαιο πως τα εκτιμώμενα αποθέματα πετρελαίου θα αυξηθούν. Τέλος ένας ακόμη παράγοντας που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι επίδραση της καύσης του πετρελαίου στην ατμόσφαιρα και στην αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος.



Σχήμα 2.2. Παραγωγή, εισαγωγές και κατανάλωση πετρελαίου στην Ευρώπη μέχρι το 2030[1]

Η τιμή του πετρελαίου, με εξαίρεση τη δεκαετία του 1970, έχει μικρή επίδραση στην τάση αύξησης της ζήτησής του. Η ζήτηση εξακολουθεί να αυξάνεται παρά το γεγονός ότι η τιμή του πετρελαίου τα τελευταία 30 χρόνια είναι περισσότερο ευμετάβλητη από ότι τα 100 προηγούμενα έτη.

Τα ζητήματα που καθορίζουν τις εισαγωγές πετρελαίου ποικίλουν. Πρώτα έρχεται η στρατηγική διαχείριση των ευρωπαϊκών αποθεμάτων και κυρίως αυτών της Βόρειας Θάλασσας. Δεύτερον οι υποδομές σύνδεσης πρέπει να είναι επαρκείς ιδιαίτερα με την Μέση Ανατολή που αναμένεται να αποτελέσει τον κυριότερο προμηθευτή μακροπρόθεσμα. Οι συνδέσεις με αγωγούς είναι ελκυστικότερες από ότι η μεταφορά του πετρελαίου με πετρελαιοφόρα πλοία. Τέλος η ικανότητα παροχής και η πολιτική βούληση των εξαγωγικών χωρών θα πρέπει να ικανοποιεί την αυξανόμενη ζήτηση παγκοσμίως. Αυτή ίσως είναι πιο αβέβαιη πλευρά του θέματος και η σημαντικότερη όσον αφορά στη διαμόρφωση των τιμών του πετρελαίου.

2.2. ΦΥΣΙΚΟΑΕΡΙΟ

Η σύσταση του φυσικού αερίου όπως αυτό εντοπίζεται στη φύση ποικίλει σημαντικά στα διάφορα κοιτάσματα. Αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και αιθάνιο καθώς και από προπάνιο, βουτάνια και πεντάνια. Επίσης περιέχει και κάποια ανόργανα αέρια όπως διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο, άζωτο και ήλιο. Όταν το φυσικό αέριο δεν περιέχει συμπυκνώσιμους υδρογονάνθρακες (βουτάνια, πεντάνια ή και βαρύτερους υδρογονάνθρακες) ονομάζεται ξηρό ενώ αντίθετα αν περιέχει σημαντικές ποσότητες συμπυκνώσιμων υδρογονανθράκων ονομάζεται υγρό. Όταν περιέχει σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και υδρόθειου ονομάζεται όξινο.

Το φυσικό αέριο μεταφέρεται κυρίως, υπό υψηλή πίεση (έως και 70 atm), μέσω μεγάλων δικτύων αγωγών. Τα δίκτυα αυτά είναι δυνατόν να καλύπτουν αρκετές χιλιάδες χιλιόμετρα και αποτελούνται από αγωγούς μεγάλης διατομής (έως και 0,9 m) και ενδιάμεσους σταθμούς συμπίεσης. Όπου δεν είναι δυνατή η κατασκευή αγωγών μεταφοράς το φυσικό αέριο μεταφέρεται υγροποιημένο μέσω ειδικά διαμορφωμένων δεξαμενόπλοιων.

Αναλόγως της σύστασής του το φυσικό αέριο υφίσταται διάφορες κατεργασίες αμέσως μετά την εξόρυξή του. Έτσι επειδή το φυσικό αέριο το οποίο είναι πλούσιο σε διοξείδιο του άνθρακα και υδρόθειο, είναι δηλαδή όξινο, μπορεί να διαβρώσει το δίκτυο μεταφοράς και τους θαλάμους καύσης, είναι απαραίτητη η απομάκρυνση των δύο αυτών αερίων πριν τη μεταφορά και τη χρησιμοποίησή του. Μια ακόμη διεργασία που υφίσταται το φυσικό αέριο

είναι ο καθορισμός της υγρασίας του διότι σε αέριο με υψηλή υγρασία είναι δυνατόν να δημιουργηθούν ανεπιθύμητες ένυδρες ενώσεις. Οι ενώσεις αυτές είναι προϊόντα της αντίδρασης του νερού με τους υδρογονάνθρακες στις συνθήκες υψηλής πίεσης που χρησιμοποιούνται κατά τη μεταφορά του. Τέλος, απομακρύνονται οι συμπυκνώσιμοι υδρογονάνθρακες διότι υγροποιούνται στις υψηλές πιέσεις και έτσι δημιουργούν προβλήματα στη μεταφορά .

Το φυσικό αέριο είναι εξαιρετικό καύσιμο καθώς κατά την καύση του αποδίδει μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από ότι το πετρέλαιο και ο άνθρακας. Έτσι ένα χιλιόγραμμα φυσικού αερίου αποδίδει 55000 KJ θερμότητας ενώ ένα χιλιόγραμμα πετρελαίου και άνθρακα αποδίδει 46000 KJ και 35000 KJ θερμότητας αντίστοιχα. Σήμερα θεωρείται ότι καλύπτει περίπου το 25% των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών και χρησιμοποιείται στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στη βιομηχανία για θερμικές χρήσεις καθώς και στον οικιακό τομέα

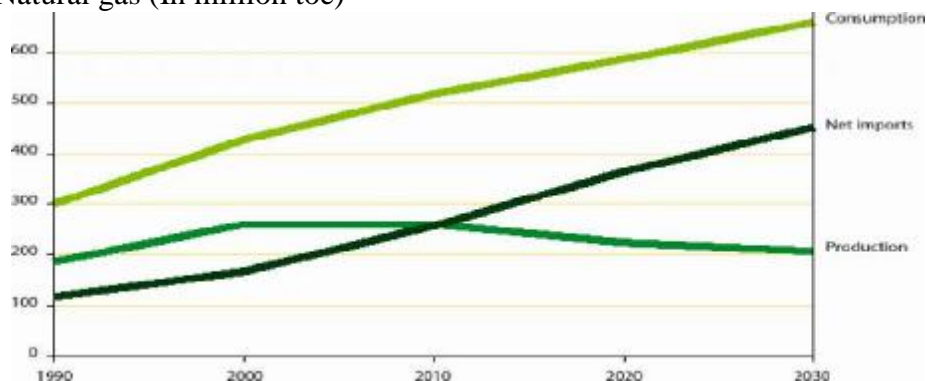
Το φυσικό αέριο είναι ένα ιδιαίτερης σημασίας καύσιμο για την ασφάλεια παροχής ενέργειας για τρεις λόγους.

1. Αυξάνεται σημαντικά η χρήση του και αποκτάει ιδιαίτερη προτίμηση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (συμπεριλαμβανομένου της συμπαραγωγής) αντικαθιστώντας σταδιακά το πετρέλαιο και τον άνθρακα. Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με φυσικό αέριο απαιτούν χαμηλότερο κόστος επένδυσης που σημαίνει σύντομη περίοδο αποπληρωμής και μεγαλύτερη απόδοση.
2. Λόγω της χημικής του σύστασης το φυσικό αέριο εκπέμπει μικρότερες ποσότητες των αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με το πετρέλαιο και τον άνθρακα σε πολλά είδη ενεργειακών εφαρμογών.
3. Τέλος, πλεονεκτεί με το να είναι εύκολα διαθέσιμο από τα αποθέματα εντός της ΕΕ και κοντά στα σύνορά της (Αλγερία, Ρωσία και Νορβηγία).

Τα αποθέματα φυσικού αερίου συγκρινόμενα με αυτά του πετρελαίου είναι παγκοσμίως σχετικά καλά κατανομημένα. Η πρώην Σοβιετική Ένωση διαθέτει τα περισσότερα αποθέματα φυσικού αερίου και η Μέση Ανατολή καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση. Σημαντικές ποσότητες φυσικού αερίου υπάρχουν επίσης στην Αμερική, την Αφρική και την Ευρώπη.

Η παραγωγή φυσικού αερίου έχει αυξηθεί τα τελευταία 10 χρόνια, ώστε να ανταπεξέλθει στην αυξημένη ζήτηση.

EU-30 — Natural gas (In million toe)



Σχήμα 2.3. Παραγωγή, εισαγωγές και κατανάλωση φυσικού αερίου στην Ευρώπη μέχρι το 2030 [1]

Το κόστος παροχής φυσικού αερίου, το οποίο συνήθως διαμορφώνεται από το κόστος παραγωγής και μεταφοράς, ίσως αυξηθεί ως αποτέλεσμα του γεγονότος ότι οι αποστάσεις

μελλοντικά θα αυξηθούν, παρόλο που το χαμηλό κόστος της α ύλης ίσως εξισορροπήσει αυτές τις αυξήσεις. Η έκταση της επιρροής του παραπάνω λόγου στη θέση του φυσικού αερίου στην αγορά θα καθοριστεί δυναμικά από τη ζήτηση και την παροχή σε μία ανταγωνιστική αγορά ενέργειας. Προς το παρόν οι τιμές του φυσικού αερίου καθορίζονται από αυτές του πετρελαίου και δεν αντικατοπτρίζουν το περιεχόμενο κόστος τροφοδοσίας. Η ζήτηση φυσικού αερίου στην ΕΕ αυξήθηκε τα τελευταία 10 χρόνια μεγαλώνοντας το μερίδιο του στην αγορά ενέργειας από 16% σε 21%, έστω κι αν αυτό συνέβη με ανομοιόμορφο ρυθμό αύξησης. Η αύξηση της ζήτησης εκτιμάται να συνεχιστεί και μάλιστα ραγδαία για δύο λόγους:

α) το φυσικό αέριο έχει χαμηλότερες εκπομπές όσον αφορά στα αέρια του θερμοκηπίου σε σύγκριση με το πετρέλαιο και τον άνθρακα και

β) έχει αυξηθεί ο βαθμός απόδοσης των συνδυασμένων κύκλων στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Κατά μέσο όρο το μερίδιο του φυσικού αερίου εκτιμάται ότι θα αυξηθεί από 21% το 1998 σε 27% το έτος 2020. Τα 2/3 αυτής της αύξησης υπολογίζεται ότι θα αφορούν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβάνοντας τη συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.

Το κόστος μεταφοράς του φυσικού αερίου αυξάνεται ανάλογα με την απόσταση που πρέπει να καλυφθεί και στην περίπτωση των υποθαλάσσιων αγωγών το κόστος αυξάνεται σημαντικά μετά τα 800-1000 χιλιόμετρα. Αν και δεν υπάρχουν ακριβείς εκτιμήσεις, το κόστος εισαγόμενου αερίου στην Ευρώπη, για παράδειγμα από την Σιβηρία (4000 km), θα μπορούσε να έχει σοβαρό αντίκτυπο στις τιμές αγοράς γενικά, ίσως και τον διπλασιασμό τους. Το κόστος επίσης είναι πιθανό να αυξηθεί λόγω της παραγωγής του κάτω από δυσκολότερες τεχνικά αποστάσεις (υποθαλάσσιοι αγωγοί σε μεγάλο βάθος, περιοχές με μόνιμο στρώμα πάγου). Αυτό το κόστος θα μπορούσε να ελεγχθεί με τεχνολογίες πιο αξιόπιστης άντλησης, με υψηλότερους ρυθμούς εκμετάλλευσης των υπάρχοντων αποθεμάτων και με υψηλότερη πίεση λειτουργίας στους αγωγούς. Σε κοντινές αποστάσεις η μεταφορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι σχετικά ακριβή, αλλά αρχίζει να γίνεται οικονομικά ελκυστικότερη από τη μεταφορά με αγωγούς για αποστάσεις μεγαλύτερες από 4000-6000 χλμ.

2.3. ΑΝΘΡΑΚΑΣ

Στα στερεά καύσιμα περιλαμβάνονται ο λιθάνθρακας, ο ασφαλούχος άνθρακας και ο λιγνίτης. Είναι ελκυστικά διότι παρέχουν ασφάλεια τροφοδοσίας στην ΕΕ λόγω των μεγάλων εγχώριων αποθεμάτων, ιδιαίτερα του λιθάνθρακα. Η τεχνολογική πρόοδος θα μπορούσε να κινηήσει το ενδιαφέρον ξανά προς τον άνθρακα, με τη μορφή των "καθαρών τεχνολογιών άνθρακα". Τα κυριότερα αποθέματα βρίσκονται στην Βόρεια Αμερική, στις ασιατικές χώρες του Ειρηνικού και στην πρώην Σοβιετική Ένωση. Σημαντικός παράγοντας στην παραγωγή άνθρακα είναι το κόστος. Παρότι υπάρχουν μεγάλα αποθέματα, τα ορυχεία άνθρακα βρίσκονται σε μεγάλα βάθη, γεγονός που καθιστά την εκμετάλλευσή τους δαπανηρή. Ο άνθρακας έχει κατηγορηθεί στο παρελθόν ότι σχετίζεται με την μόλυνση και εξακολουθεί να αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών CO₂. Η βιομηχανία άνθρακα εισήγαγε μέτρα για τη μείωση της μόλυνσης και νέες τεχνολογίες αναπτύσσονται για την περαιτέρω ελάττωση των επιζήμιων εκπομπών από την παραγωγή άνθρακα, συμπεριλαμβανομένου και του CO₂.

Αυτές οι εξελίξεις μπορούν να ξανακάνουν τον άνθρακα ελκυστικό και να ωφελήσουν την ασφάλεια τροφοδοσίας.

Από οικονομική σκοπιά, ο άνθρακας προσφέρει το πλεονέκτημα έναντι του πετρελαίου και του φυσικού αερίου της σχετικά σταθερής τιμής, που εν μέρει οφείλεται στο γεγονός ότι η παροχή υπερβαίνει την κατανάλωση. Τα τελευταία 15 χρόνια η μέση τιμή του εισαγόμενου άνθρακα έχει διακυμανθεί λιγότερο από 20 \$/tce, συγκρινόμενο με τη διακύμανση που

παρουσίασε το αργό πετρέλαιο (μεγαλύτερη από 120\$/tce). Η ζήτηση άνθρακα στην ΕΕ ακολουθεί μία πτωτική τάση που οφείλεται στην ευρεία απομάκρυνση του άνθρακα από τον οικιακό τομέα, την αντικατάστασή του από το φυσικό αέριο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στην αλλαγή της δομής της βιομηχανίας χάλυβα.

Άμορφα είδη άνθρακα

Οι ποικιλίες του άμορφου άνθρακα κατατάσσονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες: σ' εκείνες που βρίσκονται στη φύση - γαιάνθρακες - και σ' εκείνες που παρασκευάζονται τεχνητά.

Γαιάνθρακες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ορυκτοί άνθρακες που βρίσκονται σε εκτεταμένα κοιτάσματα σ' ολόκληρο τον κόσμο. Οι γαιάνθρακες σχηματίστηκαν στα έγκατα της γης σε διάφορες γεωλογικές περιόδους, με αργή απανθράκωση των φυτικών οργανισμών, με απουσία αέρα και με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλων πιέσεων. Στο τέλος της απανθράκωσης απέμεινε μείγμα από συμπαγείς ενώσεις του άνθρακα με τα στοιχεία οξυγόνου, υδρογόνου, αζώτου και θείου και με ορυκτά αυτών, που αποτελούν τη στάχτη που απομένει μετά την καύση τους.

Όσο παλαιότερα άρχισε η απανθράκωση των φυτικών οργανισμών, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του άνθρακα στους γαιάνθρακες που σχηματίστηκαν. Έτσι, με βάση την περιεκτικότητα των γαιανθράκων σε άνθρακα, διακρίνονται σε:

Ανθρακίτης: Είναι ο αρχαιότερος και καθαρότερος γαιάνθρακας. Περιέχει 90% περίπου άνθρακα. Είναι σώμα στερεό, μαύρο, σκληρό και γυαλιστερό. Καίγεται εύκολα με μικρή και πολύ θερμαντική φλόγα. Χρησιμοποιείται κύρια σαν καύσιμο υλικό και ένα μικρό ποσοστό του για την παρασκευή υδραερίου και γραφίτη.

Λιθάνθρακας: Σχηματίστηκε μετά τον ανθρακίτη και είναι κατώτερος σε ποιότητα. Περιέχει 75% περίπου άνθρακα. Είναι σώμα στερεό, μαύρο και τρίβεται εύκολα. Καίγεται με μια γαλάζια φλόγα και χρησιμοποιείται ευρύτατα σαν καύσιμο υλικό. Με ξηρή απόσταξη του λιθάνθρακα παίρνουμε το κοκ, την λιθανθρακόπισσα, την αμμωνία και αέριες ενώσεις που αποτελούν το φωταέριο.

Λιγνίτης: Είναι ο γαιάνθρακας με την νεότερη ηλικία. Περιέχει 65% περίπου άνθρακα. Είναι σώμα στερεό, καστανό έως μαύρο και εύθρυπτο. Συχνά έχει τη μορφή του ξύλου από το οποίο προέρχεται (ξυλίτης). Στην Ελλάδα βρίσκεται σε πολλές περιοχές (Εύβοια, Αττική, Πελοπόννησο, Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη) και αποτελεί το μοναδικό γαιάνθρακα της χώρας μας. Χρησιμοποιείται σ' εργοστάσια και στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Τύρφη: Είναι νεότερος γαιάνθρακας που προέρχεται από την απανθράκωση υδρόβιων φυτών. Περιέχει 55% περίπου άνθρακα. Έχει χρώμα καστανό, είναι πορώδης και καίγεται δύσκολα. Χρησιμοποιείται σαν καύσιμη ύλη κατώτερης ποιότητας.

Τεχνητοί άνθρακες:

Κοκ ή οπτάνθρακας: Είναι το υπόλειμμα της ξηρής απόσταξης των λιθανθράκων. Έχει χρώμα χαλυβότεφρο και είναι σκληρό, πορώδες, στερεό. Καίγεται γρήγορα στον αέρα, με μικρή γαλάζια φλόγα. Αποδίνει μεγάλα ποσά θερμότητας και έτσι χρησιμοποιείται σαν άριστο καύσιμο. Χρησιμοποιείται ακόμα σαν αναγωγικό μέσο στη μεταλλουργία και στη βιομηχανία για την παρασκευή του ανθρακοπυρίτιου, του ανθρακασβέστιου και του υδραερίου.

Άνθρακας αποστακτήρων: Είναι σχεδόν καθαρός άνθρακας που σχηματίζεται στο εσωτερικό των τοιχωμάτων των αποστακτήρων που χρησιμοποιούνται για την απόσταξη των λιθανθράκων. Προέρχεται από τη διάσπαση αερίων, υδρογονανθράκων, που παράγονται κατά την ξηρή απόσταξη των λιθανθράκων. Είναι σώμα στερεό, σταχτόμαυρο, σκληρό, καλός αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού και βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή ηλεκτροδίων.

Ξυλάνθρακας: Τον παίρνουμε με την ξηρή απόσταξη των ξύλων (θέρμανση χωρίς αέρα). Αυτό γίνεται, είτε με θέρμανση των ξύλων μέσα σε κλειστά δοχεία όπου απομένει, όπως το

τοξικό οξύ, το ξυλόπνευμα και η ακετόνη είτε με σχηματισμό σωρών από ξύλα (ξυλοκάμιννοι) και επικάλυψη αυτών με χώμα. Σ' αυτούς ανοίγονται μικρές τρύπες, για να κυκλοφορεί εύκολα ο αέρας και μια μεγάλη κεντρική τρύπα, που χρησιμεύει σαν καπνοδόχος. Από την καπνοδόχο ρίχνουμε συνεχώς αναμμένα κάρβουνα: οπότε καίγεται ένα μέρος των ξύλων και απανθρακώνονται τα υπόλοιπα.

Ζωικός άνθρακας : Προέρχεται από την απανθράκωση ζωικών ουσιών (κόκαλα, αίμα κλπ.). Είναι πορώδης, όπως ο ξυλάνθρακας και έχει την ιδιότητα να απορροφά αέρια και χρωστικές ουσίες. Έτσι χρησιμοποιείται για τον αποχρωματισμό της ζάχαρης, σαν αποσμητικό και απορροφητικό των αερίων του στομάχου κλπ.

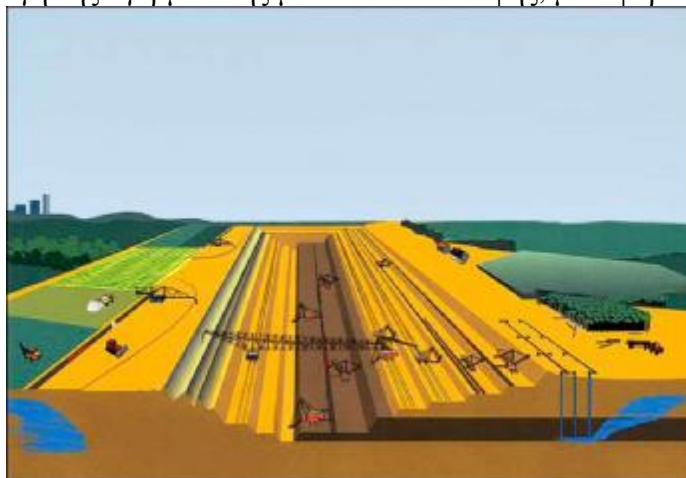
Αιθάλη (καπνιά, φούμο): Προέρχεται από την ατελή καύση οργανικών ουσιών, πλούσιων σε άνθρακα. Κατά την καύση μαζεύουμε την καπνιά πάνω σε ειδική επιφάνεια που πρέπει να διατηρείται κρύα. Είναι λεπτή, μαύρη σκόνη και αποτελείται από καθαρό άνθρακα. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή της σινικής και της τυπογραφικής μελάνης, βερνικιών, στη ζωγραφική και για την κατασκευή ελαστικών.

Λιγνίτης: Οι λιγνίτες ανήκουν στις στερεές ορυκτές καύσιμες ύλες με τη γενική ονομασία γαιάνθρακες και προήλθαν από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση από την τύρφη, στο αρχικό στάδιο της ενανθράκωσης, στον ανθρακίτη στο τελικό στάδιο ενανθράκωσης, είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης. Η αύξηση του βαθμού ενανθράκωσης επηρεάζει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γαιανθράκων.

Οι λιγνίτες σχηματίστηκαν κατά τα πρώτα στάδια της ενανθράκωσης αμέσως μετά την τύρφη.. Η θερμογόνος ισχύς των λιγνιτών είναι από 3 έως 7 φορές χαμηλότερη από αυτήν του λιθάνθρακα και 5 έως 10 φορές μικρότερη από αυτήν του πετρελαίου.

Γενικά η ποιότητα των ελληνικών λιγνιτών είναι χαμηλή. Η θερμογόνος δύναμη κυμαίνεται από 44,5 MJ/kg (900-1100 kcal/kg) στις περιοχές Μεγαλόπολης, Αμυνταίου και Δράμας, από 5,2-5,6 MJ/kg (1250 - 1350 kcal/kg) στην περιοχή Πτολεμαΐδας και 7,5-9,5 MJ/kg (1800 - 2300 kcal/kg) στις περιοχές Φλώρινας και Ελασσόνας. Σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα των λιγνιτών της χώρας είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε καύσιμο θείο.

Η εκμετάλλευση των λιγνιτικών κοιτασμάτων γίνεται επιφανειακά με ορθές βαθμίδες. Οι απαιτήσεις για εκλεκτική εξόρυξη του λιγνίτη ή των αγόνων υλικών και υψηλή παραγωγή οδήγησαν στην επιλογή της «γερμανικής μεθόδου» εκσκαφής, μεταφοράς και απόθεσης.



Σχήμα 2.4. Σχηματική παράσταση εξόρυξης λιγνίτη με τη «γερμανική» μέθοδο που ακολουθείται και στην Ελλάδα [6]

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ως κύριος εξοπλισμός ένα σύστημα συνεχούς λειτουργίας που αποτελείται από ηλεκτροκίνητους καδοφόρους εκσκαφείς, ταινιόδρομους και αποθέτες. Για την εξόρυξη του κοιτάσματος χωρίζονται τα υπερκείμενα άγονα υλικά και τα λιγνιτικά στρώματα σε βαθμίδες ύψους 10 έως 30 μέτρων ανάλογα με τον τύπο του καδοφόρου εκσκαφέα. Το κοίτασμα εκσκάπτεται κατά στρώσεις και τα μεν άγονα υλικά (υπερκείμενα ή ενδιάμεσα) μεταφέρονται με τους ταινιόδρομους στους αποθέτες, ο δε λιγνίτης μεταφέρεται στις αυλές των ατμοηλεκτρικών σταθμών ή σε άλλους καταναλωτές ή σε υπαίθριες αποθήκες των λιγνιτωρυχείων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ

3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ	ΔΕΗ Α.Ε
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΔΡΑΣ (ΟΔΟΣ-ΑΡΙΘΜΟΣ-Τ.Κ.-ΠΟΛΗ)	ΔΕΗ Α.Ε ΧΑΛΚΟΚΟΝΔΥΛΗ 30, 104 32, ΑΘΗΝΑ
ΦΟΡΕΑΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΕΡΓΟΥ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ (ΔΕΘ) ΣΟΛΩΜΟΥ 41 106 82, ΑΘΗΝΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ	ΔΕΗ Α.Ε, ΚΛΑΔΟΣ ΑΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ (ΟΔΟΣ – ΑΡΙΘΜΟΣ – Τ.Κ. – ΠΟΛΗ)	ΠΑΡΑΛΙΑ ΚΑΡΑΒΟΥ, 34500, ΑΛΙΒΕΡΙ
ΤΗΛΕΦΩΝΟ	22230 22263, 22478, 26240
FAX	22230 22175
ΝΟΜΟΣ/ ΟΤΑ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΥΒΟΙΑΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΕΙΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ:	

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΚΛΑΔΟΥ ΑΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ (ΜΟΝΑΔΑ V)

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΙΤΤΩΡΙΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ-ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
ΤΗΛΕΦΩΝΟ	22230 22261
FAX	22230 22175
E-MAIL	a.vittorias@dei.com.gr

ΦΟΡΕΑΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ:	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ (ΔΜΚΘ) ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ 30 32 104 33 ΑΘΗΝΑ
---------------------------------	---

ΑΡΜΟΔΙΟΙ:

Α. Σπαθή,	Βοηθός Δ/ντρια Μόνιμης Ομάδας Αδειοδοτήσεων, Περιβάλλοντος και
------------------	---

	Τοπογραφήσεων 210 82 39 928 a.spathi@dei.com.gr
Κ. Νικηφορίδης	Αναπληρωτής Τομεάρχης ΜΟΑΠΤ/Α 210 82 12 535 k.nikiforidis@dei.com.gr
Κ.Σακκά	ΜΟΑΠΤ/Α, Χημικός 210 82 12 535 k.sakka@dei.com.gr

3.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ – ΕΚΤΑΣΗ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΑΓΩΓΗ

Η νέα Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου καθαρής ισχύος 416,95 MW_e, σε συνθήκες ISO, στον ΑΗΣ Αλιβερίου (Μονάδα V) βρίσκεται εγκατεστημένος σε ιδιόκτητο οικόπεδο της ΔΕΗ Α.Ε, έκτασης 400.968,00 τ.μ, το οποίο υπάγεται διοικητικά στο Δήμο Ταμυνέων του Νομού Εύβοιας.

Η εγκατάσταση της νέας Μονάδας V, απέχει 10 λεπτά περίπου από την πόλη του Αλιβερίου, μέσω ασφαλτοστρωμένης οδού και 1-2 λεπτά από τον οικισμό του Καράβου.

Στο γήπεδο που βρίσκεται η Μονάδα V, είναι εγκατεστημένες και οι Μονάδες III και IV, με καύσιμο Μαζούτ χαμηλού θείου (< 1% κ.β.), από το 2007, με ονομαστική ισχύ 150 MW_e έκαστη. Σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο άρθρο 33 του Νόμου 3734/2009 και με δεδομένη την έναρξη της εμπορικής λειτουργίας της Μονάδας V, ισχύος 427 MW, η ΔΕΗ αιτήθηκε στη ΡΑΕ την απόσυρση -μεταξύ άλλων- και των Μονάδων III και IV του ΑΗΣ Αλιβερίου, συνολικής ισχύος 300 MW προκειμένου να ικανοποιηθεί η απαίτηση για απόσυρση ισόποσης ισχύος παλαιών Μονάδων της ΔΕΗ και αντικατάστασή τους με νέες σύγχρονης τεχνολογίας Μονάδες.

Η ακριβής θέση του φαίνεται στο συνημμένο Τοπογραφικό Διάγραμμα, κλίμακας 1:1500

3.3 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ (ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ III & IV ΚΑΙ ΝΕΑ ΜΟΝΑΔΑ V)

Στον χώρο του ΑΗΣ Αλιβερίου, είναι εγκατεστημένες δύο (2) Ατμοηλεκτρικές Μονάδες (Μονάδες III και IV), συνολικής ισχύος 300 MW_e, με όλο τον απαιτούμενο βοηθητικό εξοπλισμό καθώς και μία νέα Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου (Μ.Σ.Κ.), καθαρής ισχύος 416,95 MW_e, σε συνθήκες ISO, με καύσιμο φυσικό αέριο (Μονάδα V).

Οι Μονάδες III & IV, ισχύος 150 MW_e έκαστη, εντάχθηκαν στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα το 1968 και το 1969 αντίστοιχα (ισοδύναμο έτος έναρξης 1978 και 1979 αντίστοιχα ενώ η νέα Μ.Σ.Κ. (Μονάδα V) εντάχθηκε στο Σύστημα από 12.08.2013 (έναρξη Εμπορικής Λειτουργίας).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (MWe)	ΈΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΕΤΟΣ
ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ	150	1968 / (1978)
ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΙV	150	1969 / (1979)
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΝΕΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MWe)	ΈΤΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ (ΜΟΝΑΔΑ V)	427	2013

Πίνακας 3.1. Μονάδες ΑΗΣ Αλιβερίου [1]

Οι Δύο (2) υφιστάμενες Μονάδες Ηλεκτροπαραγωγής του ΑΗΣ Αλιβερίου (Μονάδες ΙΙΙ & ΙV) υπάγονται στο άρθρο 42 του Ν. 2773/1999 και ισχύει για αυτές η υπ' αριθ. Δ5/Β/Φ1/1085/2002 (ΦΕΚ 92Β/31.01.02) Απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, σχετικά με τη χορήγηση Ενιαίας Άδειας Παραγωγής στη ΔΕΗ ΑΕ. Επιπλέον, οι Μονάδες ΙΙΙ και ΙV, καλύπτονται από την προσωρινή Ενιαία Άδεια Λειτουργίας του Άρθρου 8 (παρ.5) του Ν. 2941/2001 (ΔΕΚ 201^Α/12.09.2001) όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 24 του Ν.3377/2005 (ΦΕΚ 202^Α/19.08.2005) και αντικαταστάθηκε με το άρθρο 33 του Ν.3734/2009 (ΦΕΚ 8^Α/28.01.2009).

Για τη Νέα Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V) έχει εκδοθεί η υπ' αριθ. Δ5/ΗΛ/Α/Φ17/1756/17654/05.10.2006 Άδεια Παραγωγής από τη Διεύθυνση Ηλεκτροπαραγωγής του ΥΠΑΝ καθώς και η τροποποίηση της ΥΠΑΝ/Δ/ΝΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ/Δ5/ΗΛ/Α/Φ7/1959/19618/10.11.2008. Επιπλέον εκδόθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ, η υπ' αριθ. 160235/17.10.2008 ΚΥΑ Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων για το έργο «Εγκατάσταση μιας Μονάδας Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Καθαρής Ισχύος 416,95 MWe, σε συνθήκες ISO, με καύσιμο Φυσικό Αέριο στον ΑΗΣ Αλιβερίου του Δήμου Ταμνέων Νότιας Εύβοιας και λειτουργίας του Ατμοηλεκτρικού Σταθμού (ΑΗΣ) Αλιβερίου της ΔΕΗ Α.Ε.» και η υπ' αριθ. 165502/09.06.2010 Τροποποίηση της.

Η Μονάδα V του ΑΗΣ Αλιβερίου, λειτουργεί σε 24ωρη βάση σε μεταβλητό φορτίο, σύμφωνα με τις οδηγίες που εκδίδονται από το Διαχειριστή του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.) για την ασφαλή, σταθερή και οικονομικότερη εκμετάλλευση ολόκληρου του συστήματος παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή του διασυνδεδεμένου Συστήματος.

Ως κύριο καύσιμο της Μονάδας V χρησιμοποιείται το Φυσικό Αέριο και λειτουργεί αποκλειστικά σε συνθήκες Συνδυασμένου Κύκλου.

3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ III & IV

Έκαστη Ατμοηλεκτρική Μονάδα αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

- Λέβητα ατμοποίησης, Ατμοστρόβιλο καθώς και την αντίστοιχη Γεννήτρια.
- Συμπυκνωτή (ή κύριο ψυγείο), στον οποίο εισέρχεται ο ατμός που εξέρχεται από τον Ατμοστρόβιλο. Εκεί, ο ατμός συμπυκνώνεται με τη βοήθεια θαλασσινού ψυκτικού νερού και το συμπύκνωμα, μέσω αντλιών, επιστρέφει στο Λέβητα.
- Καπνοδόχο, ύψους 110m για τη Μονάδα III και 120m για τη Μονάδα IV.
- Πρωτεύον κύκλωμα ψύξης (ανοικτής κυκλοφορίας) με θαλασσινό νερό.
- Δευτερεύον κύκλωμα ψύξης (κλειστό) με απιονισμένο νερό.
- Συγκρότημα Προσαγωγής και Απαγωγής Θαλασσινού Νερού. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει κανάλια προσαγωγής, σύστημα καθαρισμού, αντλιοστάσια και κανάλι απαγωγής. Το θαλασσινό νερό, προσάγεται στα επιμέρους ψυκτικά κυκλώματα των Μονάδων, ενώ από το Συγκρότημα της Μονάδας III, θαλασσινό νερό μεταφέρεται στο υφιστάμενο δίκτυο Πυρόσβεσης.
- Σύστημα περιοδικής έγχυσης υποχλωριώδους νατρίου για τη χλωρίωση του θαλασσινού νερού (δύο φορές την ημέρα για μια ώρα).
- Όλο τον απαραίτητο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.
- Σύστημα λίπανσης.
- Μετασχηματιστές ανύψωσης τάσης.
- Τις εγκαταστάσεις σύνδεσης των μετασχηματιστών με τον υπαίθριο υποσταθμό των 150 kV, από όπου ξεκινούν οι γραμμές μεταφοράς.
- Σύστημα Ελέγχου & Λειτουργίας της Μονάδας.

3.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΟΙΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ III & IV

Τα κοινά συστήματα των δύο (2) Ατμοηλεκτρικών Μονάδων είναι τα εξής:

- Σύστημα παραλαβής, διακίνησης και αποθήκευσης καυσίμων, που αποτελείται από:
 - Υπέργειους αγωγούς εκφόρτωσης Μαζούτ από τα δεξαμενόπλοια.
 - Δύο (2) Δεξαμενές Αποθήκευσης Καυσίμου (Δ.Α.Κ.) Μαζούτ, συνολικής χωρητικότητας 61.400 m^3 ($2 \times 30.700 \text{ m}^3$).
 - Μια (1) Δεξαμενή Αποθήκευσης Καυσίμου (Δ.Α.Κ.) Ντήζελ ωφέλιμης χωρητικότητας 100 m^3 .
 - Δύο (2) Δεξαμενές Ημερήσιας Κατανάλωσης (Δ.Η.Κ.) Μαζούτ, χωρητικότητας 100 m^3 έκαστη, και αντλιοστάσιο διακίνησης καυσίμων.
- Σύστημα διαχωρισμού νερού-πετρελαιοειδών για την επεξεργασία των εξυδατώσεων από τις Δ.Α.Κ. Μαζούτ.
- Τέσσερις (4) δεξαμενές αποθήκευσης πηγαιού νερού από οπλισμένο σκυρόδεμα συνολικής χωρητικότητας 1.650 m^3 ($1 \times 1000 \text{ m}^3$, $1 \times 500 \text{ m}^3$, $1 \times 100 \text{ m}^3$ και $1 \times 50 \text{ m}^3$).
- Συγκρότημα παραγωγής αφαλατωμένου ύδατος με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης δυναμικότητας $23 \text{ m}^3/\text{h}$ καθώς και δύο (2) δεξαμενές αποθήκευσης από GRP χωρητικότητας 50 m^3 έκαστη.
- Συγκρότημα παραγωγής απιονισμένου νερού αποτελούμενο από δύο (2) κλάδους παραγωγής που περιλαμβάνουν δοχεία με ιονοεναλλακτικές ρητίνες και αντλιοστάσια

μεταφοράς προς τις Μονάδες, δυναμικότητας 24 m³/h έκαστος.

- Τρεις (3) δεξαμενές απιονισμένου νερού χωρητικότητας 250 m³ έκαστη.
- Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων.
- Αντλιοστάσια Διακίνησης καυσίμων, νερού και υγρών αποβλήτων.
- Εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης προσωπικού.

3.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ (ΜΟΝΑΔΑ V)

Η νέα Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V), με αποκλειστικό καύσιμο Φυσικό Αέριο, περιλαμβάνει ως κύριες εγκαταστάσεις:

- Έναν (1) Αεριοστρόβιλο, καθαρής ισχύος ~268,63 MW_e, με τον απαραίτητο βοηθητικό εξοπλισμό.
- Έναν (1) Ατμοστρόβιλο, καθαρής ισχύος ~148,32 MW_e, με τον απαραίτητο βοηθητικό εξοπλισμό.
- Έναν (1) Λέβητα ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων.
- Μία (1) Γεννήτρια, συνδεδεμένη επί ενός άξονα (single shaft) με τον Αεριοστρόβιλο και τον Ατμοστρόβιλο, με τον απαραίτητο βοηθητικό της εξοπλισμό. Ο Άξονας ενσωματώνει διάταξη συμπλέκτη (clutch) που διευκολύνει την εκκίνηση της Μονάδας.
- Μια (1) μεταλλική Καπνοδόχο, ύψους 45 m και διατομής 7 m.
- Σταθμό Υποδοχής Φυσικού Αερίου, που περιλαμβάνει μετρητή κατανάλωσης, συστήματα ελέγχου-αυτοματισμών, ρύθμισης πίεσης, καθαρισμού και προθέρμανσης του Φυσικού Αερίου.
- Συμπυκνωτή (κύριο ψυγείο) του Ατμοστροβίλου.
- Πρωτεύον κύκλωμα ψύξης (ανοιχτής κυκλοφορίας) με θαλασσινό νερό.
- Δευτερεύον κύκλωμα ψύξης (κλειστό) με απιονισμένο νερό.
- Νέο Συγκρότημα Άντλησης Θαλασσινού Νερού. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει αγωγούς προσαγωγής θαλασσινού νερού, σύστημα καθαρισμού, αντλιοστάσια και κανάλι απαγωγής. Το θαλασσινό νερό, προσάγεται στα επιμέρους ψυκτικά κυκλώματα της Μονάδας καθώς και στη Μονάδα Αφαλάτωσης.
- Σύστημα Έγχυσης Διαλύματος Υποχλωριώδους Νατρίου, για τη χλωρίωση του θαλασσινού νερού που προσάγεται στα επιμέρους τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας της Μονάδας.
- Μία (1) Μονάδα Αφαλάτωσης θαλασσινού νερού με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης, για τις ανάγκες της Μονάδας (εφεδρεία 100%).
- Δύο (2) Δεξαμενές Αποθήκευσης Αφαλατωμένου νερού, για την εξυπηρέτηση των αναγκών της νέας Μονάδας.
- Ένα (1) Συγκρότημα παραγωγής Απιονισμένου Νερού με ρητίνες, για την εξυπηρέτηση των αναγκών της Μονάδας V (εφεδρεία 100%). Οι Μονάδες είναι πλήρεις με όλα τα απαραίτητα συστήματα για τη λειτουργία τους (δοχεία ρητινών, αντλίες, βάνες, σύστημα αναγέννησης των ρητινών, δεξαμενή εξουδετέρωσης, δεξαμενές HCl και NaOH κλπ).
- Δύο (2) Δεξαμενές Αποθήκευσης Απιονισμένου Νερού διασυνδεδεμένες με τις υπάρχουσες Δεξαμενές Αποθήκευσης Απιονισμένου Νερού για τις ανάγκες εξυπηρέτησης όλου του ΑΗΣ.
- Αυτοματοποιημένο σύστημα έγχυσης χημικών στο κύκλωμα ατμού-νερού, καθώς και στο κλειστό κύκλωμα ψύξης.
- Κύριο μετασχηματιστή ανύψωσης τάσης της γεννήτριας.
- Μετασχηματιστή Βοηθητικών Μονάδας.
- Μετασχηματιστής Γενικών Βοηθητικών Μονάδας, για την τροφοδότηση των Βοηθητικών

της Μονάδας από το δίκτυο των 150 kV.

- Εγκαταστάσεις σύνδεσης των μετασχηματιστών με τον κλειστού τύπου υποσταθμό των 400 kV και 150 kV (KYT), από όπου ξεκινούν οι γραμμές μεταφοράς.
- Κλειστού τύπου υποσταθμό των 400 kV και 150 kV (KYT), από όπου ξεκινούν οι γραμμές μεταφοράς. Ο νέος υποσταθμός καλύπτει τόσο τις ανάγκες της Νέας όσο και των Υφιστάμενων Α/Η Μονάδων του ΑΗΣ.
- Τον απαραίτητο Ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.
- Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (Σ.Κ.Υ.Β.Α.) για το σύνολο των Υγρών Αποβλήτων που παράγονται από την Μονάδα V.
- Κτίριο ελέγχου της λειτουργίας των εγκαταστάσεων του ΣΚΥΒΑ.
- Σύστημα ενεργητικής πυροπροστασίας, που καλύπτει το σύνολο των εγκαταστάσεων του Σταθμού.
- Υποθαλάσσιο έργο προσαγωγής Θαλασσινού νερού Ψύξης προς το Συγκρότημα Άντλησης Θαλασσινού Νερού το οποίο αποτελείται από έναν αγωγό μεταφοράς θαλασσινού νερού εξωτερικής διαμέτρου 244 cm και μήκους 267 cm.

3.7 ΠΡΩΤΕΣ ΎΛΕΣ

Ως κύριο καύσιμο της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V) του ΑΗΣ Αλιβερίου, χρησιμοποιείται Φυσικό Αέριο των εκάστοτε νομίμων κρατικών προδιαγραφών. Η τροφοδοσία του γίνεται απευθείας από το δίκτυο της ΔΕΣΦΑ μέσω αγωγού, χωρίς αποθήκευση στο χώρο των εγκαταστάσεων του ΑΗΣ.

Το Φυσικό Αέριο οδηγείται στους καυστήρες της ΜΣΚ, διαμέσου Σταθμού Υποδοχής Φυσικού Αερίου συνδεδεμένου με τον αγωγό τροφοδοσίας του. Για την οικονομική, ασφαλή και αποδοτική λειτουργία του Αεριοστροβίλου της Νέας Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου V στο Σταθμό Υποδοχής Φυσικού Αερίου λαμβάνει χώρα επεξεργασία (φιλτράρισμα, αφύγρανση), προθέρμανση και ρύθμιση πίεσης του Φυσικού Αερίου. Η μέγιστη κατανάλωση της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου είναι 384 MNm^3 . ετησίως .

Το Φυσικό Αέριο αποτελεί το πλέον φιλικό προς το περιβάλλον διαθέσιμο συμβατικό καύσιμο. Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (LNG) εκφορτώνεται από δεξαμενόπλοια από την Αλγερία στο σταθμό παραλαβής στην Ρεβυθούσα. Με αγωγό οδηγείται στη θέση Πάτημα και ενώνεται με τον αγωγό, που μεταφέρει Φυσικό Αέριο από τη Ρωσία. Ο ΑΗΣ τροφοδοτείται με Φυσικό Αέριο από τη θέση Πάτημα απευθείας μέσω αγωγού της ΔΕΠΑ χωρίς να απαιτούνται υψηλού κινδύνου εγκαταστάσεις αποθήκευσης στους χώρους του ΑΗΣ.

Το αέριο παρέχεται από τον μετρητικό σταθμό της ΔΕΣΦΑ με αγωγούς υπό πίεση 27 έως και 75 bar και ρυθμίζεται μέσω συστήματος υποβιβασμού πίεσης και ρύθμισης στα 49 bar λίγο πριν την καύση του. Το Φυσικό Αέριο οδηγείται στον καυστήρα της Μονάδας, η οποία διαθέτει μετρητή παροχής/κατανάλωσης του καυσίμου, συνοδευόμενο από καταγραφικό όργανο συνεχούς καταγραφής. Επιπλέον διαθέτει σύστημα ανίχνευσης/ειδοποίησης διαρροών Φυσικού Αερίου, για την πρόληψη και αποφυγή ατυχημάτων από ενδεχόμενη διαφυγή στο περιβάλλον καθώς και για την εξασφάλιση υψηλού βαθμού πυροπροστασίας της εγκατάστασης.

Η θέση του Σταθμού Υποδοχής φαίνεται στο συνημμένο Σχέδιο Γενικής Διάταξης της Μονάδας V, κλίμακας 1:1 500.

Το χρησιμοποιούμενο στον ΑΗΣ Αλιβερίου Φυσικό Αέριο είναι μίγμα Φυσικού Αερίου από τη Ρωσία και την Αλγερία. Η Χημική Σύσταση του Φυσικού Αερίου (Πηγή:www.depa.gr) δίνεται στον Πίνακα που ακολουθεί.

Χημική Σύσταση Φυσικού Αερίου

ΣΥΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ % κ.ο.	ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
ΜΕΘΑΝΙΟ	85,00	85,65 -96,60
ΑΙΘΑΝΙΟ	7,00	3,2 -8,50
ΠΡΟΠΑΝΙΟ	3,00	3,00
ΒΟΥΤΑΝΙΟ	2,00	0- 0,70
ΠΕΝΤΑΝΙΟ ΚΑΙ ΒΑΡΥΤΕΡΑ	1,00	0- 0,23
ΑΖΩΤΟ	5,00	0,2 1,40
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	3,00	-
ΑΝΩΤΕΡΑ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ	9.200 kcal/Nm ³	10.650 kcal/Nm ³
ΚΑΤΩΤΕΡΑ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ	8.600 kcal/Nm ³	9.100 kcal/Nm ³

3.8 ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ

Χρησιμοποιούνται για την λίπανση του Αεριοστροβίλου, του Ατμοστροβίλου, της Γεννήτριας και του Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους της Μονάδας καθώς και για την Ψύξη των Μετασηματιστών.

Τα μεταχειρισμένα ορυκτέλαια συλλέγονται και διαχειρίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σχετικής Νομοθεσίας.

3.9 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

Στον ΑΗΣ Αλιβερίου χρησιμοποιούνται τα κάτωθι πρόσθετα υλικά:

- Καρβουδραζίνη, ως δεσμευτικό οξυγόνου στο απιονισμένο νερό του Λέβητα της Μονάδας.
- Διάλυμα Αμμωνίας, περιεκτικότητας 10% κ.β. Χρησιμοποιείται αραιωμένη για τη ρύθμιση του pH στο κύκλωμα νερού/ατμού του Λέβητα της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου, προς αποφυγή διαβρώσεων και επικαθήσεων αλάτων.
- Διάλυμα Υποχλωριώδους Νατρίου, περιεκτικότητας 14% κ.β.. Προστίθεται στο θαλασσινό νερό που χρησιμοποιείται για την ψύξη της Μονάδας. Η προσθήκη του, κυρίως κατά τους εαρινούς και καλοκαιρινούς μήνες, είναι απαραίτητη για την αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών-οστρακοειδών στις επιφάνειες των συμπυκνωτών (κύριων ψυγείων) και των εναλλακτών των κλειστών κυκλωμάτων ψύξης της Μονάδας, καθώς και των αγωγών κυκλοφορίας θαλασσινού νερού.
- Διάλυμα Θειοθειικού Νατρίου, περιεκτικότητας 38% για την αποχλωρίωση του θαλασσινού νερού πριν την είσοδο του στις μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης του Συγκροτήματος Αφαλάτωσης
- Διάλυμα Υδροχλωρικού Οξέος, περιεκτικότητας 30% κ.β., για την τελική ρύθμιση του pH στο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων, τον καθαρισμό των μεμβρανών του Συστήματος Αφαλάτωσης, την έκπλυση των μεμβρανών του Συστήματος Αφαλάτωσης κατά τη διαδικασία σταματήματος της λειτουργίας του, την αναγέννηση των ρητινών του Συστήματος Απιονισμού και τέλος για τη ρύθμιση του pH στη δεξαμενή εξουδετέρωσης του Συστήματος Αφαλάτωσης.
- Διάλυμα καυστικού νατρίου, περιεκτικότητας 50% κ.β., για τη ρύθμιση του pH στην είσοδο των μεμβρανών δεύτερου σταδίου του Συγκροτήματος Αφαλάτωσης, τον καθαρισμό των μεμβρανών του Συγκροτήματος Αφαλάτωσης για την αναγέννηση των ανιονικών ρητινών στο Συγκρότημα Παραγωγής Απιονισμένου Νερού καθώς και για την αρχική και τελική ρύθμιση του pH στο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων.
- Φωσφορικό Νάτριο (σε μορφή σκόνης), για τη ρύθμιση του pH και την αποφυγή διαβρώσεων και επικαθήσεων αλάτων στα κυκλώματα ατμού-νερού του Λέβητα της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου καθώς και σε όλα τα κλειστά Κυκλώματα Ψύξης.
- Αντικαθαλατωτικά (σε μορφή σκόνης), μη τοξικά πολυμερή καρβοξυλικών οξέων αποικοδομήσιμα από την υπεριώδη ακτινοβολία, για την αποφυγή καθαλατώσεων στο Συστήματα Αφαλάτωσης.
- Πολυηλεκτρολύτης (σε μορφή σκόνης), για το Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (ΣΚΥΒΑ).
- Διάλυμα τριχλωριούχου σιδήρου (FeCl_3), περιεκτικότητας 41% κ.ο. Χρησιμοποιείται ως κροκιδωτικό στη Δεξαμενή Κροκίδωσης/Ρύθμισης pH του Συγκροτήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων και στο Συγκρότημα Αφαλάτωσης.
- Υδρογόνο, για την ψύξη του στάτη της Γεννήτριας της Μονάδας.
- Οξυγόνο, για τις εργασίες επισκευής εξοπλισμού (κοπή και συγκόλληση μετάλλων) καθώς και σε εργαστηριακές χημικές αναλύσεις.
- Ακετυλένιο, στις συγκολλήσεις και κοπές μετάλλων και γενικότερα τις εργασίες επισκευής εξοπλισμού.
- Άζωτο, για την υγρά συντήρηση του Λέβητα Ανάκτησης Θερμότητας, και τη βαθμονόμηση των οργάνων της Μονάδας. Επίσης, χρησιμοποιείται άζωτο στη σάρωση και τη στεγανοποίηση των λαβυρίθων των δύο (2) Συμπιεστών Φυσικού Αερίου.
- Υδράσβεστος, σε σκόνη, για την την προκατεργασία της λάσπης του Συγκροτήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων, πριν την αφυδάτωσή της.

Τοξικές Ουσίες όπως (PCB's, PCT's κ.α) δεν χρησιμοποιούνται στη Μονάδα V και επιπλέον απαγορεύεται ρητά η χρήση αμιάντου ή υλικών που περιέχουν αμιάντο, καθώς και τοξικών υλικών εν γένει.

3.10 ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Προϊόν της λειτουργίας της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V) είναι η ηλεκτρική ενέργεια σε υψηλή τάση 400 kV το οποίο διοχετεύεται στο διασυνδεδεμένο εθνικό δίκτυο μεταφοράς.

Η συνολική ετήσια ηλεκτροπαραγωγή της Μονάδας V υπολογίζεται σε 2.308 GWh περίπου ενώ η αποδιδόμενη ηλεκτρική ενέργεια στο διασυνδεδεμένο δίκτυο μεταφοράς της χώρας εκτιμάται σε 2.249,6 GWh.

3.11 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ

Κατά τη λειτουργία της Μονάδας V, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον της περιοχής είναι αμελητέες λόγω της φύσης του καυσίμου καθώς το Φυσικό Αέριο είναι το πλέον φιλικό περιβαλλοντικά διαθέσιμο συμβατικό καύσιμο.

Η Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V) του ΑΗΣ Αλιβερίου, είναι υψηλού βαθμού απόδοσης και διαθέτει την πλέον σύγχρονη τεχνολογία για τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων εφαρμόζοντας τα προβλεπόμενα στο Εγχειρίδιο Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών για τις Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης.

Η καύση του Φυσικού Αερίου, δίνει αμελητέες εκπομπές SO₂ και σωματιδίων. Ο κύριος ατμοσφαιρικός ρύπος που παράγεται είναι τα οξείδια του αζώτου. Για την αποτελεσματική μείωση των εκπεμπόμενων NO_x, έχει εγκατασταθεί καπνοδόχος κατάλληλου ύψους για την βέλτιστη διασπορά των ατμοσφαιρικών ρύπων και χρησιμοποιείται η βέλτιστη διαθέσιμη διεθνώς τεχνολογία καύσης και αντιρρυπαντικός εξοπλισμός σύμφωνα με τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: **ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΛΙΒΕΡΙ V**

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα συνολικά χαρακτηριστικά της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου είναι:

ΜΙΚΤΗ ΙΣΧΥΣ (GROSS POWER OUTPUT)*	427,4 MW
ΚΑΘΑΡΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (NET POWER OUTPUT)*	416,95 MW
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ & ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ*	10,45 MW
ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (NET HEAT RATE)*	1491,5 kcal/kWh

* Σε συνθήκες ISO (θερμοκρασία 15 °C, πίεση 1.013 mbar, σχετική υγρασία 60%), θερμοκρασία νερού ψύξης (θαλασσινού νερού) 22 °C, για καύση φυσικού αερίου με Κατώτερη Θερμογόνο Δύναμη (LHV) ίση με 8860 kcal/Nm³ και λειτουργία σε πλήρες φορτίο

4.2 ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

Ο Αεριοστρόβιλος, κατασκευάστηκε το 2008 από τον Οίκο ALSTOM, είναι βιομηχανικός, βαρέως τύπου GT26/type 26B, μονού άξονα, αερόψυκτος, με serial number G265 εξοπλισμένος με καυστήρες χαμηλών εκπομπών NOx (Dry Low NOx Burners).

Στο παρακάτω πίνακα παρατίθενται αναλυτικότερα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του:

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

ΚΑΘΑΡΗ ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ (KW)	268.630,00
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΞΟΝΩΝ	1
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΥ / ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ, (RPM)	3.000
ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ	5 (HP: 1/LP: 4)
ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ	22
ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΑΛΑΜΩΝ ΚΑΥΣΗΣ	2
ΤΥΠΟΣ ΘΑΛΑΜΟΥ ΚΑΥΣΗΣ	Δακτυλιοειδής
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (°C)	621,2
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (KG/S)	14,8
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (NM ³ /S)	19,7

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ (°C)	150
* Σε συνθήκες ISO (θερμοκρασία 15 °C, πίεση 1.013 mbar, σχετική υγρασία 60%), θερμοκρασία νερού ψύξης (θαλασσινού νερού) 22 °C, για καύση φυσικού αερίου με Κατώτερη Θερμογόνο Δύναμη (LHV) ίση με 8860 kcal/Nm ³ και λειτουργία σε πλήρες φορτίο	

4.3 ΛΕΒΗΤΑΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ο Λέβητας της Μονάδας V, κατασκευάστηκε το 2011 από τον Οίκο ALSTOM, με serial number, 66006707-51 HAD είναι τύπου φυσικής κυκλοφορίας με τρία τμήματα πίεσης (υψηλής, μέσης, χαμηλής) για τον ατμό καθώς και τμήμα αναθέρμανσης.

Στο παρακάτω πίνακα παρατίθενται αναλυτικότερα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του:

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΒΗΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΥΜΠΑΝΩΝ ΛΕΒΗΤΑ	3
A. ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ	
ΠΑΡΟΧΗ (KG/S)	635,68
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (°C)	621,2
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ (°C)	82,3-85
B. ΑΤΜΟΠΑΡΑΓΩΓΗ	
ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (KG/S)	88,75
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (°C)	566,5
ΠΙΕΣΗ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (BARA)	140,6
ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (KG/S)	12,65
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (°C)	238,8
ΠΙΕΣΗ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (BARA)	31,31
ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (KG/S)	7,87
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ)(°C)	284,9

ΠΙΕΣΗ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (BARA)	4,982
ΠΑΡΟΧΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗΣ) (KG/S)	99,97
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗΣ) (°C)	565,6
ΠΙΕΣΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗΣ) (BARA)	29,41
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (°C)	61,5
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) (°C)	60,4
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΤΜΗΜΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ)(°C)	60,4
ΠΙΕΣΗ / ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΥΜΠΙΑΝΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (BARG / °C)	162 / 349
ΠΙΕΣΗ / ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΥΜΠΙΑΝΟΥ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (BARG / °C)	40 / 252
ΠΙΕΣΗ / ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΥΜΠΙΑΝΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (BARG / °C)	9 / 180
σε συνθήκες ISO (θερμοκρασία 15 °c, πίεση 1.013 mbar, 60% σχετική υγρασία), θερμοκρασία νερού ψύξης (θαλασσινού νερού) 22 °c, χωρίς προσθήκη νερού συμπλήρωσης (make up water) και λειτουργία σε πλήρες φορτίο	

4.4 ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

Ο Ατμοστρόβιλος της Μονάδας V, κατασκευάστηκε το 2007 από την ALSTOM, με serial number 30-0114-41103/type DKYZ2-1N41B είναι τύπου δράσεως, με τρεις βαθμίδες πίεσης –υψηλή, μέση, χαμηλή- με αναθέρμανση.

Στο παρακάτω πίνακα παρατίθενται αναλυτικότερα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του:

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

ΚΑΘΑΡΗ ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ (NET POWER OUTPUT) (KW)	148.316
ΠΑΡΟΧΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (KG/S)	88,75
ΠΙΕΣΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (BARA)	137,5
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (°C)	565

ΠΑΡΟΧΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (KG/S)	99,97
ΠΙΕΣΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (BARA)	28,91
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (°C)	565
ΠΑΡΟΧΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (KG/S)	7,87
ΠΙΕΣΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (BARA)	4,72
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (°C)	283,1
ΠΙΕΣΗ ΑΤΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ (MBAR)	0,045
(1): Σε συνθήκες ISO (θερμοκρασία 15 °C, πίεση 1.013 mbar, 60% σχετική υγρασία), θερμοκρασία νερού ψύξης (θαλασσινού νερού) 22 °C, και λειτουργία σε πλήρες φορτίο	

4.5 ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Η γεννήτρια της Μονάδας V, είναι 3-φάσεων, σύγχρονη, υδρογονοψυκτη, κατασκευάστηκε το 2008 από τον Οίκο ALSTOM, με part number HTCM 448043R0001, type 50WT21H-120 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της είναι:

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

ΙΣΧΥΣ	425 MW
ΤΡΟΠΟΣ ΨΥΞΗΣ	ΥΔΡΟΓΟΝΟΨΥΚΤΗ
ΤΑΣΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ	21 KV
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΑΣΕΩΝ	3
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	50 HZ
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ	3.000 RPM
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ	0,85

4.6 ΠΑΡΑΛΑΒΗ, ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο αποτελεί το αποκλειστικό καύσιμο της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V). Στις εγκαταστάσεις του ΑΗΣ Αλιβερίου δεν αποθηκεύεται ποσότητα Φυσικού Αερίου αλλά τροφοδοτείται απευθείας από τον προμηθευτή.

Για το λόγο αυτό, η ΔΕΣΦΑ κατασκεύασε κλάδο μεταφοράς του Φυσικού Αερίου από το υφιστάμενο δίκτυο υψηλής πίεσης προς τον σταθμό Παραλαβής & Μέτρησης Φυσικού Αερίου που βρίσκεται στον ΑΗΣ Αλιβερίου.

Για την εξυπηρέτηση του Αεριοστροβίλου της νέας Μ.Σ.Κ. V σε καύσιμο, λειτουργεί στις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ Α.Ε., Σταθμός Υποδοχής και ρύθμισης Φυσικού Αερίου.

Από εκεί, με δύο (2) γραμμές τροφοδοσίας, το Φυσικό Αέριο διοχετεύεται στο θάλαμο καύσης του Αεριοστροβίλου.

Όλες οι λειτουργίες της εγκατάστασης του Σταθμού Υποδοχής και ρύθμισης Φυσικού Αερίου παρακολουθούνται και ελέγχονται από αυτόματο σύστημα ελέγχου. Ο Σταθμός περιλαμβάνει επίσης Η/Υ ο οποίος δέχεται όλες τις απαραίτητες πληροφορίες από το Σταθμό Παραλαβής & Μέτρησης Φυσικού Αερίου της ΔΕΠΑ όπως τη παροχή, πίεση, θερμοκρασία, πυκνότητα, θερμογόνο δύναμη του αερίου κ.λπ. Επιπλέον υπολογίζει σε συνεχή βάση τη κατανάλωση αερίου σε Nm³ ή σε Gcal.

Ο υποβιβασμός και ρύθμιση της πίεσης του Φυσικού Αερίου πραγματοποιείται σε δύο στάδια. Η πίεση του Φυσικού Αερίου κατά την παραλαβή του από το δίκτυο της ΔΕΣΦΑ κυμαίνεται ως εξής:

P_{max}: 75 bar P_{min}: 27 bar

Στο πρώτο στάδιο ρύθμισης της πίεσης αυτή υποβιβάζεται σε 30 bar.

Τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού του δεύτερου σταδίου ρύθμισης της πίεσης είναι τα εξής:

P_{max}: 38 bar P_{min}: 25 bar

Στη νέα Μονάδα η πίεση του Φυσικού Αερίου αναβιβάζεται μέσω δυο συμπιεστών (2X100%) στα 49,3 bar λίγο πριν την καύση του.

Στο πρώτο στάδιο ρύθμισης της πίεσης, ο Σταθμός Υποδοχής περιλαμβάνει:

- φίλτρο κατακράτησης στερεών
- φίλτρο διαχωρισμού υγρασίας-συμπυκνωμάτων
- σύστημα προθέρμανσης καυσίμου και
- κατάντη αυτών δύο (2) γραμμές παραλαβής αερίου (μία σε 100% αυτόματη εφεδρεία) σε κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνεται ρυθμιστής πίεσης.

Στο δεύτερο στάδιο ρύθμισης της πίεσης, ο Σταθμός Υποδοχής περιλαμβάνει μετρητή κατανάλωσης Φυσικού Αερίου και κατάντη αυτού δύο (2) γραμμές παραλαβής αερίου (μία σε 100% αυτόματη εφεδρεία).

Καθεμία από τις παραπάνω γραμμές, διαθέτει:

- Φίλτρο υψηλής κατακράτησης στερεών και διαχωρισμού υγρασίας-συμπυκνωμάτων
- μετρητή κατανάλωσης (κοινό για τις δύο γραμμές)

- σύστημα προθέρμανσης καυσίμου
- ρυθμιστή πίεσης.

Ο σταθμός υποδοχής διαθέτει επίσης δεξαμενή συλλογής συμπυκνωμάτων κοινή για όλες τις γραμμές του σταθμού, τηλεχειριζόμενες απομονωτικές βαλβίδες, διατάξεις ασφαλείας με αυτόματες βαλβίδες, σύστημα πλήρωσης δικτύου με άζωτο, ανιχνευτή διαρροών, σύστημα εκτόνωσης και λοιπά συστήματα ελέγχου.

Η ονομαστική κατανάλωση Φυσικού Αερίου για τη νέα Μ.Σ.Κ. V -σε συνθήκες ISO - εκτιμάται σε 70.920 Nm³/h για φόρτιση της μονάδας στο 100% και 57.492 Nm³/h για φόρτιση στο 80%.

Σύμφωνα με τον προγραμματισμό λειτουργίας, η αναμενόμενη ετήσια κατανάλωση Φυσικού Αερίου θα είναι 384×10^6 Nm³ για τη νέα Μονάδα V.

4.7 ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Η πυκνότητα του Φυσικού Αερίου σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας (0 οC & 101,3 kPa) είναι 0,76 kg/Nm³.

Ο συνολικός όγκος του Φυσικού Αερίου εντός της εγκατάστασης του ΑΗΣ (δίκτυο σωληνώσεων μεταφοράς Φυσικού Αερίου) από το σημείο παραλαβής του από τη ΔΕΠΑ έως το σημείο καύσης του στη Μονάδα υπολογίστηκε ότι ισούται με 100 m³ και η συνολική ποσότητα Φυσικού Αερίου στον Σταθμό Υποδοχής Φυσικού Αερίου (GRS) και στο δίκτυο σωληνώσεων μεταφοράς του είναι 3500 kg.

4.8 ΚΑΥΣΗ

Η Μονάδα V, αποτελείται από έναν (1) Αεριοστρόβιλο καθαρής ισχύος 268,63 MW_e περίπου, έναν (1) Ατμοστρόβιλο καθαρής ισχύος 148,32 MW_e περίπου, μία (1) Γεννήτρια συνδεδεμένη επί ενός άξονα με τον Ατμοστρόβιλο και τον Αεριοστρόβιλο και ένα (1) Λέβητα Ανάκτησης Θερμότητας Καυσαερίων.

Το Φυσικό Αέριο, από το Σταθμό Υποδοχής, διοχετεύεται στο θάλαμο καύσης του Αεριοστροβίλου, όπου καίγεται παράγοντας ενέργεια. Η έναυση της καύσης γίνεται με Φυσικό Αέριο μέσω ηλεκτρικού σπινθήρα.

Ο θάλαμος καύσης είναι δακτυλιοειδούς διάταξης και διαθέτει καυστήρες Φυσικού Αερίου χαμηλών εκπομπών σε NO_x (Dry Low NO_x Burners).

Τα παραγόμενα καυσαέρια, οδηγούνται αρχικά στο Λέβητα Ανάκτησης Θερμότητας, μέσω του οποίου παράγεται ατμός υψηλής πίεσης και στη συνέχεια διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα, σε θερμοκρασία της τάξης των 82,3-85,0 °C, μέσω μιας μεταλλικής καπνοδόχου ύψους 45 m και εσωτερικής διαμέτρου 7,0 m.

Ο παραγόμενος στο Λέβητα ατμός οδηγείται στον Ατμοστρόβιλο, όπου και εκτονώνεται για την επιπλέον παραγωγή ενέργειας.

Ο εκτονωμένος ατμός συμπυκνώνεται στο κύριο ψυγείο του Ατμοστροβίλου και το συμπύκνωμα επιστρέφει στη δεξαμενή τροφοδοτικού νερού -μετά τον απαερωτή- απ' όπου επανατροφοδοτείται στο Λέβητα ανάκτησης θερμότητας (κλειστό κύκλωμα νερού/ατμού).

Ο Λέβητας διαθέτει τρία (3) τύμπανα (υψηλής, ενδιάμεσης & χαμηλής πίεσης), είναι φυσικής ανακυκλοφορίας και τροφοδοτείται με απιονισμένο νερό από μια (1) τροφοδοτική δεξαμενή.

Η καθαρή αποδιδόμενη στο δίκτυο ισχύς από τη λειτουργία της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V), είναι της τάξεως των 416,95 MW_e και η συνολική ατμοπαραγωγή είναι της τάξης των **380 tn/h**.

4.9 ΨΥΞΗ

Το Σύστημα Ψύξης της Μονάδας Συνδυασμένο Κύκλου (Μονάδα V), περιλαμβάνει πρωτεύον και δευτερεύον κύκλωμα ψύξης.

Το πρωτεύον ψυκτικό κύκλωμα είναι ανοιχτής κυκλοφορίας και χρησιμοποιεί θαλασσινό νερό από το Συγκρότημα Άντλησης με τη βοήθεια δύο (2) αντλιών.

Το πρωτεύον κύκλωμα ψύξης περιλαμβάνει:

- έναν (1) συμπυκνωτή (ή κύριο ψυγείο), όπου το θαλασσινό νερό ψύχει τον εκτονωμένο ατμό στην έξοδο του Ατμοστροβίλου
- έναν (1) αγωγό μεταφοράς θαλασσινού νερού, με κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία.

Το νερό, μετά τη διέλευσή του από το συμπυκνωτή, οδηγείται στη θάλασσα μέσω καναλιού απαγωγής, σε θερμοκρασία 35 °C κατά μέγιστον. Η διαφορά θερμοκρασίας του θαλασσινού νερού, μεταξύ εισόδου-εξόδου του συμπυκνωτή, είναι περίπου 8 °C.

Το δευτερεύον κύκλωμα ψύξης είναι ένας κλειστός βρόχος, μέσα στον οποίο ανακυκλοφορεί απιονισμένο νερό για την ψύξη του ελαίου λίπανσης του Αεριοστροβίλου, του Ατμοστροβίλου, της Γεννήτριας, των εναλλακτών του συστήματος δειγματοληψίας, καθώς και των αντλιών κενού, τροφοδοτικού νερού και συμπυκνώματος. Στο απιονισμένο νερό προστίθεται φωσφορικό νάτριο για τη διατήρηση του pH στις επιθυμητές τιμές, προς αποφυγή διαβρώσεων και επικαθήσεων αλάτων στις μεταλλικές επιφάνειες.

Το δευτερεύον κύκλωμα ψύξης περιλαμβάνει:

- δύο (2) εναλλάκτες θερμότητας (ένας σε 100% αυτόματη εφεδρεία) θαλασσινού/απιονισμένου νερού, για τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στο απιονισμένο νερό που κυκλοφορεί στο βρόγχο
- δύο (2) αντλίες (μία σε 100% αυτόματη εφεδρεία) ανακυκλοφορίας απιονισμένου νερού
- δεξαμενή διαστολής και δίκτυο σωληνώσεων.

Η τροφοδότηση θαλασσινού νερού στους εναλλάκτες του δευτερεύοντος κυκλώματος γίνεται απευθείας από το Συγκρότημα Άντλησης, με τη βοήθεια δύο (2) αντλιών (μία σε αυτόματη 100% εφεδρεία).

Το θαλασσινό νερό, αφού διέρχεται από τους εναλλάκτες, επιστρέφει στη θάλασσα, μέσω - του κοινού με το πρωτεύον- καναλιού απαγωγής.

Οι απώλειες του δευτερεύοντος κυκλώματος ψύξης αναπληρώνονται από τις δεξαμενές απιονισμένου νερού.

4.10 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται:

- για τις ανάγκες ψύξης της Μονάδας V
- για την παραγωγή αφαλατωμένου νερού.

Το Συγκρότημα Άντλησης Θαλασσινού νερού, διαθέτει όλο τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό για τον καθαρισμό και τη διακίνηση του νερού στα επιμέρους τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας και αποτελείται από:

- Έναν (1) υποθαλάσσιο και υπόγειο αγωγό προσαγωγής ψυκτικού ύδατος προς τη Δεξαμενή Ηρεμίας.
- Δεξαμενή Ηρεμίας.
- Δύο (2) παράλληλα ισοδύναμα κανάλια, (100% εφεδρεία), από οπλισμένο σκυρόδεμα, με δύο (2) θυροφράγματα σε κάθε κανάλι. Το κάθε κανάλι θα εξυπηρετεί κατά 50% τις ανάγκες της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V), αλλά είναι ικανό να διακινήσει και το 100% της συνολικά απαιτούμενης ποσότητας ψυκτικού νερού.
- Δύο (2) αυτοκαθαριζόμενες σταθερές εσχάρες (μία σε κάθε κανάλι) υψηλής συγκράτησης φερτών υλών.
- Δύο (2) αυτοκαθαριζόμενα περιστρεφόμενα φίλτρα (ένα σε κάθε κανάλι).
- Δύο (2) αντλίες κυκλοφορίας (2x50%), δυναμικότητας 17.500 m³/h έκαστη περίπτωση, για τη μεταφορά θαλασσινού νερού στο συμπυκνωτή της Μονάδας.
- Δύο (2) αντλίες (μία σε 100% αυτόματη εφεδρεία), κατάλληλης δυναμικότητας, μεταφοράς θαλασσινού νερού στους εναλλάκτες του δευτερεύοντος κυκλώματος ψύξης.
- Τρεις (3) αντλίες (3x50%), κατάλληλης δυναμικότητας, μεταφοράς θαλασσινού νερού στη Μονάδα Αφαλάτωσης της Μονάδας V.

4.11 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το Συγκρότημα Παραγωγής Αφαλατωμένου Νερού, παρέχει νερό για τις ανάγκες του συγκροτήματος Παραγωγής Απιονισμένου Νερού και βοηθητικές χρήσεις νερού στη Μονάδα.

Το Συγκρότημα Παραγωγής Αφαλατωμένου Νερού περιλαμβάνει δύο κλάδους αφαλάτωσης (ένας κλάδος σε αναμονή 100%). Ο κάθε κλάδος περιλαμβάνει δύο εν σειρά διατάξεις αντίστροφης ώσμωσης, δυναμικότητας 45 m³/h κάθε μία. Το Συγκρότημα τροφοδοτείται με χλωριωμένο θαλασσινό νερό απευθείας από το Συγκρότημα Άντλησης της Μονάδας V με τη βοήθεια τριών (3) αντλιών (3x50%).

Κάθε κλάδος έχει την ικανότητα να καλύπτει το 100% των αναγκών του Συστήματος Απιονισμού σε αφαλατωμένο νερό. Το Συγκρότημα Αφαλάτωσης, θα λειτουργεί έως 16 ώρες το 24ωρο και θα καλύπτει τις ανάγκες σε αφαλατωμένο νερό για 24ωρη λειτουργία της Μονάδας V.

Το Συγκρότημα Αφαλάτωσης περιλαμβάνει:

- Τρεις (3) αντλίες προσαγωγής θαλασσινού νερού (3x50%) .
- Σύστημα έγχυσης κροκιδωτικού (διάλυμα τριχλωριούχου σιδήρου).
- Σύστημα αυτοκαθαριζόμενων αμμόφιλτρων για τον διαχωρισμό των στερεών μετά την κροκίδωση και την αποφυγή επικαθήσεων.
- Σύστημα σακκόφιλτρων για την αποφυγή παράσυρσης στερεών από τα αμμόφιλτρα.
- Σύστημα αποχλωρίωσης της τροφοδοσίας του Συγκροτήματος για την προστασία των μεμβρανών του Συγκροτήματος με έγχυση θειοθειϊκού νατρίου.

- Δύο (2) διατάξεις πολλαπλών μεμβρανών.
 - Οκτώ (8) αντλίες ανύψωσης πίεσης.
 - Δύο (2) φτερωτές ανάκτησης ενέργειας.
 - Σωληνώσεις, βάνες κλπ.
 - Σύστημα έγχυσης αντικαθαλατωτικού για την αποφυγή έμφραξης των μεμβρανών αντίστροφης ώσμωσης, αποτελούμενο από δεξαμενή αποθήκευσης χωρητικότητας 2 m³ περίπου, δοσιμετρικές αντλίες, βάνες, σωληνώσεις κλπ.
 - Σύστημα έγχυσης υδροχλωρικού οξέος, για την έκπλυση του Συστήματος Αφαλάτωσης κατά τη διαδικασία διακοπής της λειτουργίας του.
 - Σύστημα περιοδικού καθαρισμού των μεμβρανών με διάλυμα καυστικού νατρίου.
- Το Αφαλατωμένο Νερό αποθηκεύεται σε δύο (2) δεξαμενές αποθήκευσης, χωρητικότητας 150 m³ έκαστη, με αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου στάθμης.

Για την αποφυγή σχηματισμού καθαλατώσεων προστίθενται αντικαθαλατωτικά (μη τοξικά πολυμερή καρβοξυλικών οξέων, αποικοδομήσιμα από την υπερϊώδη ακτινοβολία), σε συγκέντρωση, στο τροφοδοτικό θαλασσινό νερό, της τάξης των 6-8 ppm, μέσω αυτοματοποιημένου συστήματος παρασκευής και έγχυσης.

4.12 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Οι ανάγκες της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V) σε απιονισμένο νερό καλύπτονται από το Συγκρότημα Παραγωγής Απιονισμένου Νερού. Το Συγκρότημα Απιονισμού τροφοδοτείται με αφαλατωμένο νερό είτε απευθείας από το Συγκρότημα Παραγωγής Αφαλατωμένου Νερού είτε από τις Δεξαμενές Αποθήκευσης Αφαλατωμένου Νερού.

Το Συγκρότημα Παραγωγής Απιονισμένου Νερού αποτελείται από δύο (2) κλάδους παραγωγής (ένας κλάδος σε αναμονή 100%) και θα λειτουργεί έως 16 ώρες το 24ωρο με τους δύο κλάδους σε παράλληλη λειτουργία και θα καλύπτει τις ανάγκες 24ωρης λειτουργίας σε απιονισμένο νερό της Μονάδας V.

Κάθε κλάδος είναι δυναμικότητας 35 m³/h και περιλαμβάνει:

- μία (1) μικτή στήλη με ισχυρή ανιονική και κατιονική ρητίνη
- τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη λειτουργία της στήλης (βάνες, σωληνώσεις, αντλίες, ρητινοπαγίδες κλπ.)

Αναγέννηση ρητινών

Για την αναγέννηση του κατιονικού τμήματος των ρητινών χρησιμοποιείται διάλυμα υδροχλωρικού οξέος το οποίο μεταφέρεται από τη δεξαμενή αποθήκευσης χωρητικότητας 15 m³, μέσω δοσιμετρικών αντλιών έγχυσης, σε μία διάταξη αραιώσης, όπου αραιώνεται με απιονισμένο νερό και κατόπιν εγχύεται στη μικτή στήλη.

Για την αναγέννηση του ανιονικού τμήματος των ρητινών χρησιμοποιείται διάλυμα καυστικού νατρίου, περιεκτικότητας 4% κ.β το οποίο από τη δεξαμενή αποθήκευσης, χωρητικότητας 15 m³, μεταφέρεται μέσω αντλιών έγχυσης σε μια διάταξη αραιώσης, όπου αραιώνεται με απιονισμένο νερό και στη συνέχεια εγχύεται στη μικτή στήλη.

Τα απόβλητα από τις αναγεννήσεις των ρητινών συλλέγονται και οδηγούνται στη Δεξαμενή Εξουδετέρωσης, χωρητικότητας 200 m³ του Συγκροτήματος απιονισμού και από εκεί στο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων (Σ.Κ.Υ.Β.Α.) της Μονάδας.

Στη Δεξαμενή Εξουδετέρωσης οδηγούνται επίσης τυχόν διαρροές από τις δεξαμενές αποθήκευσης HCl και NaOH, οι οποίες αρχικά συλλέγονται σε λεκάνες ασφαλείας επαρκούς χωρητικότητας από οπλισμένο σκυρόδεμα, επενδυμένες με κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία.

Οι ρητίνες, μετά το πέρας της ωφέλιμης ζωής τους απομακρύνονται κατάλληλα.

Από τις αναγεννήσεις του νέου Συγκροτήματος απιονισμού παράγονται υγρά απόβλητα σε ποσότητες περίπου 150 m³ το μήνα.

4.13 ΧΛΩΡΙΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το υποχλωριώδες νάτριο εγχύεται περιοδικά στη είσοδο του αγωγού προσαγωγής θαλασσινού νερού και στη Δεξαμενή Ηρεμίας του Συγκροτήματος άντλησης θαλασσινού νερού.

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- Δύο (2) Δεξαμενές Αποθήκευσης υποχλωριώδους νατρίου
 - Τέσσερις (4) αντλίες έγχυσης υποχλωριώδους νατρίου στην είσοδο του αγωγού προσαγωγής
 - Δύο (2) αντλίες υποχλωριώδους νατρίου στη δεξαμενή ηρεμίας του Συγκροτήματος
- Άντλησης θαλασσινού νερού.

4.14 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Για την κάλυψη των αναγκών Κατεργασίας των Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδα V) είναι κατασκευασμένο Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων, δυναμικότητας 60 m³/h.

Στο ΣΚΥΒΑ κατεργάζονται τα:

- Ελαιώδη απόβλητα από την υπερχειλίση των παγίδων ελαίου των μετασχηματιστών και όμβρια από τις λεκάνες ασφαλείας των μετασχηματιστών.
- Ελαιώδη απόβλητα από τα μηχανοστάσια και αντλιοστάσια.
- Απόβλητα από το χημικό καθαρισμό του συγκροτήματος αφαλάτωσης.
- Απόβλητα από το σύστημα δειγματοληψίας και το χημικό εργαστήριο.
- Απόβλητα από το κλειστό κύκλωμα ψύξης.
- Απόβλητα από τις αναγεννήσεις των ρητινών του Συγκροτήματος Απιονισμένου Νερού.
- Απόβλητα από το χημικό καθαρισμό των επιμέρους τμημάτων ατμού/νερού του λέβητα ανάκτησης θερμότητας. Ο καθαρισμός αυτός γίνεται άπαξ πριν την έναρξη λειτουργίας της νέας Μονάδας.
- Τυχόν υπερχειλίσεις νερού διαφόρων δεξαμενών και λεκανών.

Η άλμη που παράγεται από το Συγκρότημα Αφαλάτωσης, λόγω της φύσης της (παρόμοια με του θαλασσινού νερού), δε υφίσταται επεξεργασία και οδηγείται απευθείας στο κανάλι εξόδου ψυκτικού νερού.

Το Συγκρότημα περιλαμβάνει τις παρακάτω εγκαταστάσεις:

- Ελαιοδιαχωριστή τύπου Lammella πρωτογενούς κατεργασίας των ελαιωδών αποβλήτων από τη λειτουργία της Μονάδας. Η υδατική φάση από την έξοδο του ελαιοδιαχωριστή οδηγείται στη Δεξαμενή Συλλογής Ελαιωδών. Η ελαιώδης φάση οδηγείται σε φρεάτιο αποθήκευσης ελαίων, χωρητικότητας 10 m³, εξοπλισμένο με αντλία για τη μεταφορά της σε βαρέλια προς περαιτέρω διαχείριση.

- Δεξαμενή Συλλογής Ελαιωδών, χωρητικότητας 200 m³, από όπου τροφοδοτείται με βαρύτητα πρόσθετος ελαιοδιαχωριστής (τύπου Lamella) για τη δευτερογενή επεξεργασία των αποβλήτων

- Ελαιοδιαχωριστή τύπου Lamella, δευτερογενούς κατεργασίας της υδατικής φάσης από τη Δεξαμενή Συλλογής Ελαιωδών. Στην έξοδο της επεξεργασμένης υδατικής φάσης από τον ελαιοδιαχωριστή, είναι εγκατεστημένοι δύο ανιχνευτές ελαίου. Σε περίπτωση που ανιχνευθεί έλαιο σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 15mg/l, τα απόβλητα επιστρέφουν στη Δεξαμενή Συλλογής Ελαιωδών Αποβλήτων μέσω δύο αντλιών (2×100%) για επανακατεργασία. Μετά την κατεργασία, η υδατική φάση οδηγείται με βαρύτητα στη Δεξαμενή Συλλογής Αποβλήτων. Η ελαιώδης φάση οδηγείται στο φρεάτιο αποθήκευσης ελαίων στο οποίο συλλέγεται και η ελαιώδης φάση του ελαιοδιαχωριστή πρωτογενούς επεξεργασίας.

- Διαχωριστή Ελαίων Μετασηματιστών, τοποθετημένο στο χώρο εγκατάστασης των μετασηματιστών της Μονάδας, κατάλληλης χωρητικότητας ώστε να μπορεί να δεχτεί πέρα από τα τυχόν ελαιώδη απόβλητα (αποστραγγίσεις ελαίων και όμβριων υδάτων από τις λεκάνες ασφαλείας των μετασηματιστών) από το χώρο των και τα ελαιώδη απόβλητα σε ενδεχόμενη λειτουργία του συστήματος πυρόσβεσης των παραπάνω μετασηματιστών σε περίπτωση αστοχίας τους, για χρονικό διάστημα πέντε (5) λεπτών.

Μετά το διαχωρισμό η ελαιώδης φάση οδηγείται με βαρύτητα, σε φρεάτιο αποθήκευσης ελαίων χωρητικότητας 15 m³, εξοπλισμένο με αντλία προς περαιτέρω διαχείριση από κατάλληλα αδειοδοτημένη Εταιρεία. Η υδατική φάση οδηγείται με τη βοήθεια δύο (2) αντλιών (μία σε αυτόματη εφεδρεία) στην Δεξαμενή Συλλογής Ελαιωδών Αποβλήτων για περαιτέρω κατεργασία.

- Δεξαμενή Συλλογής Αποβλήτων, χωρητικότητας 300 m³, όπου μέσω κατάλληλου δικτύου συλλογής, οδηγούνται όλα τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα που προκύπτουν από την λειτουργία της Μονάδας Συνδυασμένου Κύκλου, προκειμένου να ομογενοποιηθούν πριν οδηγηθούν στα επόμενα στάδια επεξεργασίας. Για το σκοπό αυτό η Δεξαμενή Συλλογής διαθέτει σύστημα αερισμού πυθμένα, με δύο (2) φυσητήρες αέρα (ένας σε αυτόματη αναμονή), συμπεριλαμβανομένων των κινητήρων και του βοηθητικού εξοπλισμού, δυναμικότητας 300 Nm³/h έκαστος, με σκοπό τη γρήγορη ανάμειξη και ανάδευση των αποβλήτων.

- Δεξαμενή Αρχικής Ρύθμισης pH, όπου οδηγούνται τα απόβλητα μέσω δύο (2) αντλιών (μία σε αυτόματη αναμονή) δυναμικότητας 60 m³/h έκαστη, μετά την ομογενοποίησή τους στη Δεξαμενή Συλλογής Αποβλήτων. Η Δεξαμενή διαθέτει κατάλληλη εσωτερική επένδυση από φύλλα πολυπροπυλενίου, πάχους 4 mm, και είναι εξοπλισμένη με κατακόρυφο αναδευτήρα για τη ταχεία ανάμειξη των προστιθέμενων χημικών (διάλυμα NaOH για τη ρύθμιση του pH και διάλυμα FeCl₃ ως κροκκιδωτικό).

- Διαυγαστή (τύπου διπλού τυμπάνου) κατάλληλης δυναμικότητας, για την καθίζηση των αιωρούμενων σωματιδίων, εφοδιασμένο με διάταξη έγχυσης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη(κροκιδωτικό), τύμπανο ανάμιξης του πολυηλεκτρολύτη, τύμπανο παραμονής των αποβλήτων για την καλύτερη δημιουργία των συσσωματωμάτων, γέφυρα και σύστημα ξέστρου στο κάτω μέρος του για την απομάκρυνση της ιλύος, περιφερειακό κανάλι υπερχειλίσης διαυγασμένων αποβλήτων, σύστημα αυτόματης εξαγωγής της ιλύος καθώς και σύστημα αυτόματης έκπλυσης των σωληνώσεων μεταφοράς της. Το σύστημα διάλυσης, γήρανσης και αποθήκευσης του πολυηλεκτρολύτη είναι τύπου skid, με δοσιμετρικές αντλίες έγχυσης.
- Σύστημα Διήθησης (φιλτραρίσματος), όπου οδηγούνται στη συνέχεια τα απόβλητα με υπερχειλίση. Περιλαμβάνει δύο (2) φίλτρα άμμου (2×100%), εξοπλισμένα με σύστημα ανάγνυσής τους μέσω αντίστροφης έκπλυσης με νερό και ανάδευσης με αέρα. Το νερό της έκπλυσης προέρχεται από τη Δεξαμενή Κατεργασμένων Αποβλήτων. Οι εκπλύσεις οδηγούνται στο Κύριο Φρεάτιο Αποστράγγισης και από εκεί στη Δεξαμενή Συλλογής Αποβλήτων προς κατεργασία.
- Δεξαμενή Κατεργασμένων Αποβλήτων, ωφέλιμης χωρητικότητας 200 m³ διαιρούμενη σε δυο διαμερίσματα. Το πρώτο διαμέρισμα είναι κατάλληλα προστατευμένο με φύλλα πολυπροπυλενίου και εξοπλισμένο με μηχανικό αναδευτήρα. Σ' αυτό πραγματοποιείται η τελική ρύθμιση του pH με προσθήκη διαλύματος HCl ή/και καυστικού νατρίου NaOH. Μετά την τελική ρύθμιση του pH, τα απόβλητα οδηγούνται στο δεύτερο διαμέρισμα για τον έλεγχο και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας πριν την απόρριψή τους στον Αποδέκτη (θάλασσα). Το δεύτερο διαμέρισμα, διαθέτει σύστημα ψεκασμού, δια ανακυκλοφορίας, των επεξεργασμένων αποβλήτων, σωληνώσεις, εξοπλισμένες με ικανό αριθμό ακροφυσίων τοποθετημένες στο εσωτερικό της δεξαμενής και πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια των αποβλήτων, καθώς και δύο (2) αντλίες (μία σε αυτόματη αναμονή), για την ανακυκλοφορία των αποβλήτων εντός της δεξαμενής.

Τέλος τα κατεργασμένα απόβλητα, μέσω Φρεατίου Δειγματοληψίας οδηγούνται στο κανάλι απαγωγής του θαλασσινού ψυκτικού νερού των Μονάδων III & IV του ΑΗΣ Αλιβερίου και λαμβάνεται κατάλληλη μέριμνα για τη μέγιστη δυνατή ανακύκλωσή τους σε χρήσεις όπως: εκπλύσεις Φίλτρων Βαρύτητας Άμμου, άρδευση κήπων Σταθμού, κ.λπ.

- Κύριο Φρεάτιο Αποστράγγισης, χωρητικότητας 100 m³, όπου οδηγούνται τα απόβλητα από τις αντίστροφες εκπλύσεις των Φίλτρων Άμμου, τις εκπλύσεις των σωληνώσεων μεταφοράς ιλύος του Διαυγαστή και του Παχυντή αντίστοιχα, τις εκπλύσεις των τελάρων της Φιλτρόπρεσσας (filterpress plates), τις υπερχειλίσεις και τις τυχόν αποστραγγίσεις των δεξαμενών του Σ.Κ.Υ.Β.Α. Τα συλλεγόμενα απόβλητα, οδηγούνται με τη βοήθεια δύο αντλιών (μία σε αυτόματη αναμονή) στη Δεξαμενή Συλλογής Αποβλήτων.

4.15 ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ

Τα αστικά λύματα, τα οποία προκύπτουν από τους χώρους υγιεινής & ατομικής καθαριότητας των διαφόρων κτιρίων της Μονάδας V, συλλέγονται από το αντίστοιχο δίκτυο συλλογής του ΑΗΣ και οδηγούνται στο δίκτυο συλλογής του Δήμου Ταμυνέων.

4.16 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Η ιλύς που προκύπτει από το Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων, οδηγείται στο Σύστημα Κατεργασίας Ιλύος, το οποίο περιλαμβάνει τα εξής:

- Παχυντή Ιλύος, εξοπλισμένο με σύστημα διανομής ιλύος, περιστρεφόμενο ξέστρο πυθμένα για τη συλλογή της καθιζάνουσας ιλύος, σύστημα συλλογής της υπερκείμενης υδατικής φάσης με υπερχειλίση και επιστροφής της στο Διαυγαστή.
- Τέσσερις (4) αντλίες διακίνησης ιλύος, δύο (2) αντλίες (μία σε αυτόματη αναμονή), για τη μεταφορά της ιλύος από το Διαυγαστή στο Παχυντή Ιλύος και δυο (2) αντλίες (μία σε αυτόματη αναμονή), για τη μεταφορά της ιλύος από το Παχυντή στην Ενδιάμεση Δεξαμενή Ιλύος ή εναλλακτικά στις Κλίνες Ξήρανσης.
- Μία (1) ενδιάμεση Δεξαμενή Ιλύος, από ανοξείδωτο χάλυβα, η οποία λειτουργεί ως δεξαμενή τροφοδοσίας για την αντλία υψηλής πίεσης της Φιλτρόπρεσσας. Η Δεξαμενή διαθέτει και σύστημα προσθήκης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη.
- Δύο (2) υψηλής πίεσης αντλίες (μία σε αυτόματη αναμονή), για τη μεταφορά της ιλύος από την Ενδιάμεση Δεξαμενή Ιλύος στη Φιλτρόπρεσσα ή εναλλακτικά στις Κλίνες Ξήρανσης.
- Μία (1) Φιλτρόπρεσσα, για την αφύγρανση της ιλύος μετά τον Παχυντή (ελάχιστη περιεκτικότητα σε στερεά της τάξεως του 40%), η οποία διαθέτει αυτόματο σύστημα απομάκρυνσης της αφυδατωμένης ιλύος καθώς και αυτόματο σύστημα έκπλυσης των τελάρων της. Η ιλύς αποτίθεται σε στεγασμένο φρεάτιο, εξοπλισμένο με γερανό με αρπάγη για την περαιτέρω διαχείρισή της σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Νομοθεσίας. Τα στραγγίσματα της φιλτρόπρεσσας οδηγούνται στο Κύριο Φρεάτιο Αποστράγγισης.
- Κλίνες Ξήρανσης εναλλακτικά της Φιλτρόπρεσσας, με χωρητικότητα ικανή για την επεξεργασία κατ' ελάχιστο ποσότητας ιλύος που προκύπτει από δεκατέσσερις (14) ημέρες λειτουργίας του Σ.Κ.Υ.Β.Α. Ο πυθμένας κάθε Κλίνης έχει κατάλληλη κλίση για την εύκολη συλλογή των στραγγισμάτων που τελικά οδηγούνται στο Κύριο Φρεάτιο Αποστράγγισης του Σ.Κ.Υ.Β.Α.
- Συστήματα προετοιμασίας και Δοσιμέτρησης χημικών διαλυμάτων (FeCl_3 , HCl , NaOH , υδρασβέστου και πολυηλεκτρολύτη), προς χρήση στα διάφορα τμήματα του Συστήματος Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων.

4.17 ΘΟΡΥΒΟΣ – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ

Ο θόρυβος κατά την κανονική λειτουργία της Μονάδας V είναι συνεχής, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις όπως κατά τις εκκινήσεις και κρατήσεις της Μονάδας, που συμβαίνουν προγραμματισμένα ή αιφνίδια, δημιουργούνται θόρυβοι με ευδιάκριτους συνεχείς τόνους, που προσελκύουν την προσοχή όπως π.χ. συριγμοί που προέρχονται από τη λειτουργία διαφόρων βαλβίδων ατμού, ασφαλιστικών δικλίδων, κ.λπ.

Έχουν προβλεφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα για τη μείωση του παραγόμενου θορύβου, όπως κατάλληλη επιλογή εξοπλισμού και χρήση ειδικών αντηχητικών διατάξεων (π.χ. σιγαστήρες

στην αναρρόφηση ανεμιστήρων εισαγωγής αέρα του Αεριοστροβίλου, κουβούκλια μηχανημάτων, αντικραδασμικά υπόβαθρα στα μεγάλα περιστρεφόμενα μηχανήματα).

Πραγματοποιούνται μετρήσεις για να διαπιστωθεί αν πληρούνται οι απαιτήσεις, δηλαδή αν ο θόρυβος διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα και δεν ξεπερνά σε καμία περίπτωση το όριο των 65 dB(A) στα όρια του γηπέδου εγκατάστασης της Μονάδας V, σύμφωνα με το Π.Δ. 1180/81 και τους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας της. Σε αντίθετη περίπτωση, γίνονται όλες οι απαραίτητες τροποποιήσεις, προσθήκες και βελτιώσεις μέχρι να επιτευχθούν τα εγγυημένα μεγέθη, σχετικά με το θόρυβο.

Το προσωπικό λειτουργίας και συντήρησης του Σταθμού προστατεύεται από τις επιπτώσεις του θορύβου σύμφωνα με τα ισχύοντα διεθνή πρότυπα.

Οι περιοχές υψηλού θορύβου έχουν σαφή σήμανση με σήματα που δείχνουν ότι επιβάλλεται η χρήση μέσων προστασίας από το θόρυβο στις περιοχές αυτές.

4.18 ΣΤΕΡΕΑ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ – ΙΛΥΕΣ – ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

Τα κυριότερα στερεά απόβλητα που παράγονται κατά τη λειτουργία της Μονάδας V του ΑΗΣ Αλιβερίου, είναι τα ακόλουθα:

- Αφυδατωμένη Ιλύς από το Συγκρότημα Κατεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων.
- Μεταχειρισμένα ορυκτέλαια.
- Τυχόν ελαιώδη απόβλητα από τους τοπικούς ελαιοδιαχωριστές.
- Υλικά συσκευασίας.
- Απορρίμματα αστικού τύπου, τα οποία συλλέγονται σε κάδους και απομακρύνονται από τα απορριμματοφόρα οχήματα του Δήμου.
- Μπαταρίες.
- Λάμπες φωτισμού.
- Εξαντλημένες ρητίνες Συγκροτήματος απιονισμένου Νερού.

4.19 ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

Η Μονάδα V του ΑΗΣ Αλιβερίου, για το σύνολο των αναγκών της χρησιμοποιεί θαλασσίνο νερό.

Νερό του δημοτικού δικτύου ύδρευσης χρησιμοποιείται αποκλειστικά για πόσιμο. Για τις ανάγκες του προσωπικού (ντουζιέρες, νιπτήρες, εστιατόριο) χρησιμοποιείται νερό από την υφιστάμενη γεώτρηση (ΜΠΕ).

Τα βασικά κύκλωμα νερού στην Μονάδα V του ΑΗΣ Αλιβερίου είναι:

- Πρωτεύον Κύκλωμα Ψύξης με θαλασσίνο νερό.
- Δευτερεύον κύκλωμα ψύξης με απιονισμένο νερό.
- Κύκλωμα παραγωγής αφαλατωμένου νερού.
- Κύκλωμα παραγωγής απιονισμένου νερού.
- Κύκλωμα νερού/ατμού του Λέβητα ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων.
- Βασικό Κύκλωμα Πυρόσβεσης με θαλασσίνο νερό και το κύκλωμα πυρόσβεσης των μετασχηματιστών με απιονισμένο νερό.
- Κύκλωμα νερού γενικής χρήσης π.χ εκπλύσεις χώρων και εξοπλισμού, φίλτρων.

· Κύκλωμα νερού για την εξυπηρέτηση του προσωπικού π.χ πόσιμο, χώροι υγιεινής και καθαριότητας.

4.20 ΧΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα βοηθητικά μηχανήματα της Μονάδας V χρησιμοποιούν για τη λειτουργία τους ηλεκτρική ενέργεια που λαμβάνουν από την παραγωγή.

Η ιδιοκατανάλωση της Μονάδας υπολογίζεται στο 2,4% της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ

5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ V

Το συμβατικό τίμημα της μονάδος ανέρχεται στο ποσό των **219.160.000** Ευρώ, το οποίο αναλύεται ως εξής:

- Μηχανολογικός εξοπλισμός: **123.630.000** Ευρώ
- Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός: **44.322.000** Ευρώ
- Εξοπλισμός του συστήματος οργάνων ελέγχου της μονάδος: **5.842.000** Ευρώ
- Εξοπλισμός του συστήματος κατεργασίας νερού (σύστημα παραγωγής αφαλατομένου νερού, σύστημα παραγωγής αποσταγμένου νερού, σύστημα εξουδετέρωσης βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, σύστημα έκχυσης χημικών στο θερμικό κύκλο της μονάδος): **13.810.000** Ευρώ
- Έργα πολιτικού μηχανικού: **25.760.000** Ευρώ
- Ανταλλακτικά **5.796.000** Ευρώ

Σύμφωνα με τα δεδομένα του κατασκευαστή:

$$\text{ειδική θερμότητα} = 1.491,5 \frac{\text{kcal}}{\text{kwh}}$$

$$\text{θερμογόνος δύναμη} = 8.860 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Ισχύς} = 427.400 \text{ kw} = 427,4 \text{ mw}$$

Όταν η μονάδα λειτουργεί σε μέγιστο φορτίο, σύμφωνα με τις παρακάτω πράξεις η κατανάλωση φυσικού αερίου το 24ωρο ανέρχεται:

$$\text{Το } 24\text{h} = 10.257,6 \text{ mwh} = 10.257.600 \text{ kwh}$$

Κατανάλωση το 24h:

$$10.257.600 \text{ kwh} \times 1491,5 \frac{\text{kcal}}{\text{kwh}} = 1,52992104 \times 10^{10} \text{ kcal} \div 8860 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3} = \mathbf{1.726.733,183 \text{ m}^3}$$

Η Δ.Ε.Η. προμηθεύεται φυσικό αέριο στην τιμή των 0,39 €ανά m^3 .

Επομένως η καύση του φυσικού αερίου το 24ωρο, στοιχίζει στην Δ.Ε.Η.:

$$0,39 \times 1.726.733,183 = \mathbf{673.425,95 \text{ €}}$$

Άρα η καύση του φυσικού αερίου ουσιαστικά στοιχίζει στην Δ.Ε.Η.:

$$673.425,95 \div 10.257.600 = \mathbf{0,065 \text{ €ανά kwh.}}$$

5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΗΣ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΟΥ

Μελέτη, προμήθεια, μεταφορά, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία δύο ιδίων ατμοηλεκτρικών μονάδων εγκατεστημένης ισχύος 46,6 MW έκαστη, με καύσιμο μαζούτ χαμηλού θείου και δυνατότητα καύσης φυσικού αερίου, μέσω των βοηθητικών τους εγκαταστάσεων.

Το συμβατικό τίμημα της μονάδος ανέρχεται στο ποσό των **86.307.090,50** Ευρώ, το οποίο αναλύεται ως εξής:

- Μηχανολογικός εξοπλισμός: **45.200.000** Ευρώ
- Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός: **20.700.000** Ευρώ
- Εξοπλισμός του συστήματος οργάνων ελέγχου της μονάδος (ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, αισθητήρες κ.τ.λ.): **1.207.000** Ευρώ
- Εξοπλισμός συστήματος νερού-λυμάτων και χημικών αποβλήτων: **8.450.000** Ευρώ
- Έργα πολιτικού μηχανικού και εγκαταστάσεις: **10.750.000** Ευρώ

Η επιλογή του μαζούτ σαν καύσιμο για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση έγινε διότι η Κρήτη είναι ανεξάρτητη ενεργειακά περιοχή (μη συνδεδεμένη με το ηπειρωτικό σύστημα).

Επίσης η Κρήτη δεν διαθέτει ορυκτά στερεά καύσιμα (λιγνίτη, λιθάνθακα) καθώς και δίκτυο φυσικού αερίου. Σχεδιάζεται η μελλοντική διασύνδεση του νησιού με την ηπειρωτική χώρα με χρήση υποθαλάσσιου καλωδίου.

5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ

Μελέτη, προμήθεια, μεταφορά, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία Ατμοηλεκτρικής μονάδας V, μικτής ισχύος 660 MW με καύσιμο κονιοποιημένο λιγνίτη και με δυνατότητα παροχής θερμικής ισχύος 140 MW για τηλεθέρμανση.

Το συμβατικό τίμημα της μονάδος ανέρχεται στο ποσό των **1.388.634.137,82** Ευρώ, το οποίο αναλύεται ως εξής:

- Μηχανολογικός εξοπλισμός: **724.040.000** Ευρώ
- Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός: **237.322.000** Ευρώ
- Εξοπλισμός του συστήματος οργάνων ελέγχου της μονάδος (ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, αισθητήρες κ.τ.λ.): **6.842.000** Ευρώ
- Εξοπλισμός συστήματος νερού-λυμάτων και χημικών αποβλήτων: **165.240.000** Ευρώ
- Έργα πολιτικού μηχανικού και εγκαταστάσεις: **255.190.000** Ευρώ

5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα προαναφερόμενα στοιχεία που συλλέξαμε από τη ΔΕΗ, σχηματίσαμε τον πίνακα 1.α όπου συγκρίνουμε τα στοιχεία των τριών μονάδων παραγωγής.

Παρατηρώντας τον πίνακα 1.α, μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι για μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις με πρόσβαση σε φυσικό αέριο, οι μονάδες συνδυασμένου κύκλου είναι συμφέρουσες τόσο σε κόστος εγκατάστασης όσο και στη λειτουργία τους.

Για τη μονάδα Αλιβέρι 5, το κόστος παραγωγής που φτάνει τα 0,065 €/kwh και είναι σαφώς μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της μονάδας με άνθρακα της Πτολεμαΐδας και οφείλεται στο αυξημένο κόστος του φυσικού αερίου έναντι του άνθρακα.

Η μονάδα Αλιβέρι 5 υπερτερεί σε όλα τα υπόλοιπα στοιχεία. Πολύ βασικό πλεονέκτημα έχει συγκρίνοντας το βαθμό απόδοσης που φτάνει το 57,8%, το οποίο είναι τουλάχιστον 15% περισσότερο από την απόδοση παραδοσιακών θερμικών μονάδων.

Για τη μονάδα Αλιβέρι 5, η σχέση του κόστους εγκατάστασης ανά εγκατεστημένη ισχύ (€/kw) σε συνδυασμό με τον υψηλό βαθμό απόδοσης, επιβεβαιώνουν την ορθότητα της επιλογής της.

Γενικά οι αρμόδιες υπηρεσίες της ΔΕΗ, αναζητώντας τη βέλτιστη λύση κάθε φορά που τίθεται θέμα δημιουργίας νέας μονάδας παραγωγής μελετούν τις ανάγκες, προτεραιότητες και παραμέτρους που προκύπτουν σε κάθε περίπτωση και ανάλογα αποφασίζουν.

Για μια ενεργειακή επένδυση είναι απαραίτητη η τεχνοοικονομική ανάλυση δαπανών του κύκλου ζωής της. Μέσω της ανάλυσης αυτής αξιολογούνται οι συνολικές κύριες και λειτουργικές δαπάνες, λαμβάνεται υπόψη η «χρονική αξία» των χρημάτων και ενσωματώνονται οι διακυμάνσεις στην τιμή των καυσίμων. Η ανάλυση δαπανών κύκλων ζωής εξετάζει το κόστος κατά τη διάρκεια της ζωής του συστήματος και όχι μόνο το αρχικό κόστος. Έτσι γίνεται ευκολότερη η συγκριτική μελέτη των συστημάτων που θέλουμε να εγκαταστήσουμε.

Σύστημα	Συνολικό κόστος εγκατάστασης (€)	Μέγεθος μονάδας, (MW)	Κόστος εγκατάστασης (€/kW)	Κόστος παραγωγής (€/kwh)	Κόστος προσωπικού (€/kwh)	Διάρκεια ζωής (έτη)	Βαθμός Απόδοσης (%)
Ατμοηλεκτρικό με άνθρακα ΜΟΝΑΔΑ ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ	1.388.634.137,82	660	2.104	0,050	4×10^{-4}	30	41,5
Ατμοηλεκτρικό με μαζούτ ΜΟΝΑΔΑ ΑΗΣ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΟΥ	86.307.090,50	93,2	926	0,085	3×10^{-4}	30	36,2
Συνδυασμένου κύκλου με φυσικό αέριο ΜΟΝΑΔΑ ΑΛΙΒΕΡΙ V	219.160.000,00	427,4	512	0,065	2×10^{-4}	30	57,8

Πίνακας 5.α: Συγκριτικός πίνακας μεθόδων παραγωγής

Πηγή ενέργειας και τύπος συστήματος	Κόστος καυσίμων	Απόδοση	Κόστος εγκατάστασης, €/kW	Κόστη λειτουργίας και συντήρησης (εκτός καυσίμων), €/MWh	Διαθεσιμότητα μέγιστων μονάδων	Αξιοπιστία και διαθεσιμότητα συστήματος	Πολυπλοκότητα	Διαθεσιμότητα καυσίμων	Απαιτήσεις νερού ψύξεως	Περιβαλλοντικός αντίκτυπος
Ατμοηλεκτρικό με άνθρακα	Μέσο	Υψηλή	Πολύ υψηλό	Χαμηλό προς μέσο	Μεγάλη	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Μέγιστη	Μεγάλες	SO ₂ και οξείδια του αζώτου(NO _x) σε καυσαέρια, απόρριψη λάσπης πλύσης αερίων και στάχτης
Ατμοηλεκτρικό με πετρέλαιο	Μέγιστο	Υψηλή	Υψηλό	Ελάχιστο	Μεγάλη	Πολύ υψηλή	Υψηλή	Επαρκής	Μεγάλες	SO ₂ & NO _x σε καυσαέρια μορφή, απόρριψη λάσπης πλύσης αερίων
Ατμοηλεκτρικό με φυσικό αέριο	Υψηλό	Υψηλή	Υψηλό	Ελάχιστο	Μεγάλη	Πολύ υψηλή	Υψηλή	Επαρκής	Μεγάλες	NO _x σε καυσαέρια μορφή
Αεριοστροβίλου με πετρέλαιο	Μέγιστο	Χαμηλή	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστη	Ελάχιστη	Μέτρια	Επαρκής	Ελάχιστες	SO ₂ & NO _x σε καυσαέρια μορφή
Αεριοστροβίλου με φυσικό αέριο	Υψηλό	Χαμηλή	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστη	Ελάχιστη	Μέτρια	Επαρκής	Ελάχιστες	NO _x σε καυσαέρια μορφή
Συνδυασμένου κύκλου με πετρέλαιο	Μέγιστο	Πολύ υψηλή	Μέσο	Μέσο	Μέση	Μέση	Μέτρια	Επαρκής	Μέτριες	SO ₂ & NO _x σε καυσαέρια μορφή
Συνδυασμένου κύκλου με φυσικό αέριο	Υψηλό	Πολύ υψηλή	Μέσο	Μέσο	Μέση	Μέση	Μέτρια	Επαρκής	Μέτριες	NO _x σε καυσαέρια μορφή
Υδροηλεκτρικό	Ελάχιστο	Μέγιστη	Μέσο προς μέγιστο	Χαμηλό	Μεγάλη	Μέγιστη εαν υπάρχει διαθεσιμότητα	Ελάχιστη	Περιορισμένη ανά περιοχή	Μικρές	Προϋποθέτει την δημιουργία φράγματος

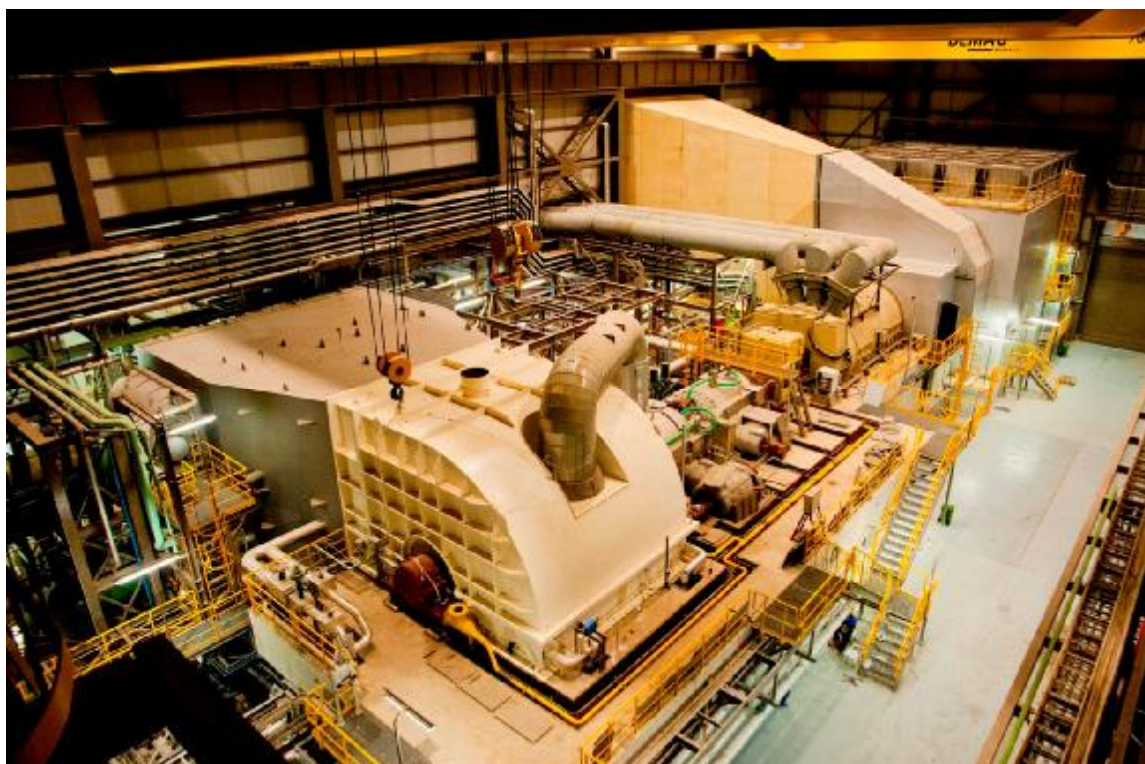
Πίνακας 5.β : Γενικός συγκριτικός πίνακας μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας [6]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΔΕΗ Α.Ε. Παραχώρηση στοιχείων Μονάδων παραγωγής ηλ. Ενέργειας
2. Μαθιουδάκης, “Λειτουργία αεριοστροβίλων και ατμοστροβίλων”, 1997
3. Π.Ντοκόπουλος, “Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας”, Παρατηρητής, 1986
4. “Prospects for Gas-Fueled Combined-Cycle Power Generation in the Developing Countries”, Industry and energy department working paper energy series paper No35, May 1991

5. Ζαχαρίας Θωμάς ‘Ήπιες Μορφές Ενέργειας I & II”, Πανεπιστήμιο Πατρών
6. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ (Πανίσχυρη μηχανή αναζήτησης “google”)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ – ΣΧΕΔΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΙΒΕΡΙ V





ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΛΙΒΕΡΙ V

