

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1 kWh
ΑΠΟ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΛΙΓΝΙΤΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

ΜΠΑΝΑ ΖΩΗ ΑΕΜ.:237
ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΕΥΔΟΞΙΑ ΑΕΜ.:187

Π.Δ.Μ. ΤΜΗΜΑ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Αριθ. Εισαγ.:.....1723.....
Ημερομηνία:.....23/10/06.....

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΡΩΝΑΙΟΣ ΧΡΙΣΤΟΦΗΣ

ΚΟΖΑΝΗ 2006

1. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	2. ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ	
5. Υπεύθυνος: ΚΟΡΩΝΑΙΟΣ ΧΡΙΣΤΟΦΗΣ		6. Αρμόδιος Παρακολούθησης:	
7. Τίτλος εργασίας: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1 kWh ΑΠΟ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΛΙΓΝΙΤΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ			
8. Ονοματεπώνυμο φοιτητή (-ών): ΖΩΗ ΜΠΑΝΑ, ΕΥΔΟΞΙΑ ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ		9. Αριθμός μητρώου: 237, 187	
10. Θεματική περιοχή:	11. Ημερομηνία έναρξης:	12. Ημερομηνία παράδοσης:	13. Αριθμός εργασίας:
14. Περίληψη: <p>Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η περιγραφή τριών σταθμών παραγωγής ενέργειας (Υ.Η.Σ Πολυφύτου -Α.Η.Σ Αγίου Δημητρίου -ΔΕΠΑ Κομοτηνής) και η ανάλυση κύκλου ζωής τους.</p> <p>Στο πρώτο μέρος περιγράφεται η Ανάλυση Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος και γίνεται η παρουσίαση - σε θεωρητικό επίπεδο - των Σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Υ.Η.Σ Πολυφύτου -Α.Η.Σ Αγίου Δημητρίου -ΔΕΠΑ Κομοτηνής). Δίνεται έμφαση στα κατασκευαστικά στοιχεία των σταθμών και στη διαδικασία παραγωγής ρεύματος.</p> <p>Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται το υπολογιστικό κομμάτι της διπλωματικής που έχει να κάνει με τον υπολογισμό των ρύπων για κάθε σταθμό. Γίνεται η αναλυτική μελέτη της ανάλυσης κύκλου ζωής των τριών εργοστασίων με χρήση πινάκων και διαγραμμάτων και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων με βάση τις επιπτώσεις που έχουν οι ρύποι του κάθε εργοστασίου.</p> <p>Στο τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από τη σύγκριση που έχει γίνει μεταξύ των τριών σταθμών παραγωγής ενέργειας και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε σταθμού.</p>		15. Στοιχεία εργασίας: Αρ. Σελίδων: 86 Αρ. Εικόνων: 21 Αρ. Διαγραμμάτων: 12 Αρ. Πινάκων: 48 Αρ. Παραρτημάτων: 4 Αρ. Παραπομπών: 21	
		16. Λέξεις κλειδιά:	
		17. Σχόλια:	
18. Συμπληρωματικές παρατηρήσεις:		19. Βαθμός:	

*«Αν θέλεις να μείνεις για πάντα στη μνήμη των ανθρώπων,
γράψε πράγματα άξια να διαβαστούν ή κάνε πράγματα άξια να
γραφτούν»*

Βενιαμίν Φραγκλίνος

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα οποία εμφανίζονται συχνά σε πολλές πόλεις στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, η αυξανόμενη σημασία του φαινομένου του θερμοκηπίου, η ελλάτωση του στρώματος του όζοντος, η διάβρωση αρχαίων μνημείων και η καταστροφή των δασών, έχουν καταστήσει κυρίαρχης σημασίας το πρόβλημα της προστασίας του περιβάλλοντος. Υπάρχει άμεση ανάγκη αντιμετώπισης του προβλήματος με την εφαρμογή υφιστάμενων και νέων κανονισμών και την εισαγωγή αποτελεσματικότερων μέτρων.

Κύρια αιτία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η χρήση καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Είναι αναγκαίο λοιπόν οι ενεργειακές επιλογές να συνδυάζουν την ανάπτυξη με την περιβαλλοντική προστασία.

Στόχος της εργασίας αυτής είναι να γίνει μια εκτενής μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που οφείλονται στους ρύπους που εκλύονται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τρεις διαφορετικές πηγές ενέργειας. Συγκεκριμένα εξετάζονται η καύση λιγνίτη (Ατμοηλεκτρικός Σταθμός Αγίου Δημητρίου), η καύση φυσικού αερίου (Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Κομοτηνής) και η υδροδυναμική (Υδροηλεκτρικός Σταθμός Πολυφύτου).

Σκοπός της εργασίας είναι με την ολοκλήρωση της μελέτης να έχει ο αναγνώστης επαρκή στοιχεία που να αποδεικνύουν ποια πηγή ενέργειας είναι φιλικότερη προς το περιβάλλον και συμβάλει στην εξυγίανση των διάφορων περιβαλλοντικών φαινομένων.

Η εργασία που κρατάτε στα χέρια σας, δε θα έφθανε ποτέ σε αυτή τη μορφή χωρίς τη βοήθεια κάποιων ανθρώπων, τους οποίους θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε για την πολύτιμη συμβολή τους.

Καταρχήν θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας Κ. Χριστοφή Κορωναίο για την υπομονή του, τις συμβουλές του και την καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της διπλωματικής αυτής.

Ευχαριστούμε ιδιαίτερα τον Κ. Δ. Σωτηρόπουλο Προϊστάμενο χημείου του Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου και τον Κ. Παπαδέλη Διευθυντή Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου, Κ. Π. Θεοδωρακόπουλο Διευθυντή Υ.Η.Σ. Πολυφύτου και τους Ν. Σφούνη Προϊστάμενο Τμήματος Λειτουργίας και Συντήρησης ΒΑ Ελλάδος της ΔΕΠΑ Α.Ε. και τον Μ. Δεμερτζόπουλο τεχνικό συντήρησης αγωγού της ΔΕΠΑ Α.Ε. για τη γενικότερη βοήθειά τους και κυρίως για τα αναλυτικά στοιχεία που μας δώσανε για το υπολογιστικό μέρος της εργασίας αυτής.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας για τη βοήθειά τους, τόσο ψυχολογική όσο και οικονομική, την αμέριστη συμπαράσταση σε όλες τις δυσκολίες και αντιξοότητες που αντιμετωπίσαμε όλο το διάστημα της ακαδημαϊκής μας ζωής. Ελπίζουμε κάποια στιγμή να τους ανταμείψουμε .

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ.....	6
1.1 Μεθοδολογία μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	7
2 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΤΟΥ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ.....	14
2.1 Περιγραφή εγκαταστάσεων.....	15
2.2 Γενική λειτουργία υδροηλεκτρικού σταθμού.....	25
2.3 Εκπομπές ρύπων.....	28
3 ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ.....	29
3.1 Λιγνίτης.....	30
3.2 Περιγραφή εγκαταστάσεων.....	34
3.3 Λειτουργία Μονάδας.....	38
3.4 Ρύποι.....	39
4 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	43
4.1 Καύση Φυσικού Αερίου.....	48
4.2 Σύστημα μεταφοράς φυσικού αερίου με σωληναγωγούς.....	49
4.3 Φυσικό Αέριο και ασφάλεια.....	52
4.4 Συστήματα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας.....	54
4.5 Φυσικό αέριο και περιβάλλον.....	55
5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	57
5.1 Λιγνίτης.....	58
5.2 Φυσικό αέριο.....	65
5.3 Υδροδυναμική.....	70
5.4 Συγκριτική Ανάλυση.....	74
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	76
7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	77
8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	78

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ηλεκτρισμός παράγεται από διάφορες πηγές ενέργειας όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας, η υδροηλεκτρική ενέργεια κ.α.. Σήμερα, υπάρχουν για την παραγωγή ηλεκτρισμού θερμοηλεκτρικοί, υδροηλεκτρικοί, πυρηνικοί σταθμοί κ.α..

Η παραγωγή ενέργειας δεν είναι μια απλή υπόθεση χωρίς παρενέργειες. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, γίνεται στο μεγαλύτερο βαθμό από την καύση συμβατικών καυσίμων. Αποτέλεσμα της καύσης συμβατικών καυσίμων είναι η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων καυσαερίων τα οποία περιέχουν ρύπους όπως CO_2 και CH_4 που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μάλιστα τις τελευταίες δεκαετίες το πρόβλημα έχει γίνει έντονο, και ενώ πριν κάποια χρόνια η βιομηχανία δεν ενδιαφερόταν τόσο για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, πλέον ο τομέας της προστασίας του περιβάλλοντος έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της παραγωγικής διαδικασίας.

Κατά την ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του 70' διαπιστώθηκε για πρώτη φορά η εξάρτησή μας από τα συμβατικά καύσιμα. Έτσι παράλληλα με τις καινούριες τεχνολογίες εκμετάλλευσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) αναπτύχθηκε και η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) η οποία αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο για την ανάλυση και ποσοτικοποίηση των ρύπων που εκπέμπουν τα διάφορα ενεργειακά συστήματα.

Η μέθοδος της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1969 από την Coca Cola για τη διεξαγωγή έρευνας σχετικά με την τυποποίηση των προϊόντων της, για την αναζήτηση νέων υλικών εμφιάλωσης με λιγότερες ενεργειακές απώλειες και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Από τότε έως σήμερα μεγάλες εταιρείες έχουν ασχοληθεί με την ΑΚΖ σε διάφορους τομείς ενδιαφέροντος. Συγκεκριμένα μελέτη έγινε από τον Artur D. Little το 1990 για πάνες υφασμάτων, η Australian Consumers Association το 1992 εφάρμοσε την ΑΚΖ σε πλυντήρια ρούχων διαδίδοντας τη μέθοδο σε ολόκληρη την Αυστραλία. Το 1994 ο Πρόεδρος Κλίντον ζήτησε μέσω μιας Εκτελεστικής Διαταγής από το τμήμα ενέργειας να ερευνήσει τα ζητήματα που περιλαμβάνονται στη χρησιμοποίηση ΑΚΖ για τις ομοσπονδιακές ενεργειακές αγορές και τις αγορές προϊόντων.

Σήμερα η ΑΚΖ χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία για να βελτιώσει τα προϊόντα, για να κατευθύνει τις στρατηγικές αναλύσεις, και ως τυποποιημένη μέθοδος να αξιολογήσει την περιβαλλοντική απόδοση. Σαν παραδείγματα αναφέρονται Η ανάλυση της μεταφοράς και της διανομής υπαίθριου ιματισμού (Hopkins et al, 1994), η ανάλυση της ενεργειακής αποδοτικότητας των ενδυμάτων πολυεστέρα (Franklin et al, 1993) και η ανάλυση των τμημάτων της αρχικής ανησυχίας ενός τερματικού σταθμού υπολογιστών (αμερικανική DOE, 1993).

Στα κεφάλαια που ακολουθούν αναλύονται εκτενώς οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης τόσο των δύο ειδών συμβατικών καυσίμων, λιγνίτη και φυσικού αερίου, όσο και της υδροδυναμικής που ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς επίσης και η περιβαλλοντική επιβάρυνση που συνεπάγεται η χρήση αυτών των τεχνολογιών μέσω της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.

1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

Οι κυριότερες τεχνικές διασφάλισης της περιβαλλοντικής ποιότητας, τόσο σε Ευρωπαϊκό όσο και σε διεθνές επίπεδο, χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: αυτές που αφορούν στο σύνολο των επιχειρηματικών ή /και βιομηχανικών δραστηριοτήτων και καλούνται Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΠΔ) και αυτές που επικεντρώνονται στο προϊόν και τη φιλικότητά του προς το περιβάλλον, επικρατέστερες των οποίων θεωρούνται η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment-LCA) και το Οικολογικό Σήμα (Ecolabel).

Με τον όρο Ανάλυση Κύκλου Ζωής, εννοούμε την αξιολόγηση των βιομηχανικών συστημάτων, από τη στιγμή της δημιουργίας τους μέχρι τη στιγμή της οριστικής τους εγκατάλειψης.

Πρόκειται δηλαδή για ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και λήψης αποφάσεων που σκοπό έχει να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στο περιβάλλον και να εκτιμήσει τις δυνατότητες επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής ως εργαλείο αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια. Στην Ευρώπη η ανάπτυξή της συνδυάστηκε με την εξάπλωση του οικολογικού σήματος (Κανονισμός ΕΟΚ 880/92) και σε διεθνές επίπεδο αναμένεται ακόμη μεγαλύτερη εξάπλωση της ΑΚΖ μέσω της ένταξής της στη σειρά προτύπων ISO 14040.

Ορισμός

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων. Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας: εξαγωγή και επεξεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά και διανομή, χρήση, επαναχρησιμοποίηση, συντήρηση, ανακύκλωση και τελική απόρριψη (SETAC 1991).

Προσδιορισμός και αξιολόγηση των δυνατοτήτων βελτιστοποίησης μιας διεργασίας με στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Στόχοι εφαρμογής Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Οι στόχοι εφαρμογής της AKZ είναι οι εξής:

- Η παροχή μιας όσο το δυνατόν ολοκληρωμένης εικόνας των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μιας δραστηριότητας και του περιβάλλοντος.
- Η συνεισφορά στην κατανόηση της αλληλεξάρτησης που χαρακτηρίζει την φύση των περιβαλλοντικών συνεπειών στο σύνολό τους, οι οποίες προκύπτουν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Η λήψη αποφάσεων με τη βοήθεια πληροφοριών, που καθορίζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτών των δραστηριοτήτων και αναγνωρίζουν δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων.

1.1 Μεθοδολογία μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Η διαδικασία της AKZ είναι μια συστηματική, σταδιακή προσέγγιση και αποτελείται από τέσσερα συστατικά: καθορισμός στόχου και σκοπού, ανάλυση καταλόγου απογραφής, αποτίμηση επιπτώσεων και ερμηνεία.

Καθορισμός στόχου και σκοπού

Ο καθορισμός στόχων και σκοπών είναι η φάση της διαδικασίας της AKZ που καθορίζει το σκοπό και τη μέθοδο που θα συμπεριληφθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Σε αυτήν την φάση πρέπει να καθοριστούν στοιχεία όπως το είδος των πληροφοριών που απαιτούνται για να προσθέσουν αξία στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, πόσο ακριβή πρέπει να είναι τα αποτελέσματα για να έχουν σημασία και πως πρέπει να ερμηνευθούν και να προβληθούν τα αποτελέσματα προκειμένου να είναι σημαντικά και αξιοποιήσιμα.

Η διαδικασία της AKZ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστούν οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από οποιοδήποτε προϊόν, διεργασία ή υπηρεσία. Ο καθορισμός στόχων και σκοπών της AKZ θα καθορίσει το χρόνο και τους πόρους που απαιτούνται. Οι καθορισμένοι πλέον στόχοι και σκοποί θα καθοδηγήσουν ολόκληρη τη διαδικασία, για να εξασφαλιστεί ότι θα επιτευχθούν τα πιο σημαντικά αποτελέσματα. Κάθε απόφαση που λαμβάνεται κατά τη διάρκεια της φάσης καθορισμού στόχων και σκοπών επηρεάζει είτε το πως θα πραγματοποιηθεί η μελέτη είτε την καταλληλότητα των τελικών αποτελεσμάτων. Το ακόλουθο τμήμα προσδιορίζει τις αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν στην αρχή της μελέτης AKZ και τις επιπτώσεις αυτών των αποφάσεων σχετικά με τη διαδικασία AKZ.

Ανάλυση καταλόγου απογραφής

Ο κατάλογος απογραφής κύκλου ζωής είναι μια διαδικασία ποσοτικοποίησης των απαιτήσεων σε ενέργεια και πρώτες ύλες, των ατμοσφαιρικών 4εκπομπών, των εκπομπών στα ύδατα, των στερεών αποβλήτων και άλλων εκπομπών για τον ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, μιας διεργασίας ή μιας δραστηριότητας.

Στη φάση του καταλόγου απογραφής κύκλου ζωής μιας ΑΚΖ, συλλέγονται και οργανώνονται όλα τα σχετικά δεδομένα. Χωρίς ένα κατάλογο απογραφής κύκλου ζωής, δεν υπάρχει καμία βάση για να αξιολογήσει τις συγκριτικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή τις πιθανές βελτιώσεις. Το επίπεδο ακρίβειας και λεπτομέρειας των συλλεχθέντων δεδομένων απεικονίζεται σε όλη την υπόλοιπη διαδικασία της ΑΚΖ.

Οι αναλύσεις του καταλόγου απογραφής κύκλου ζωής μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους. Μπορούν να βοηθήσουν ένα οργανισμό στη σύγκριση προϊόντων ή διεργασιών και στην εξέταση των περιβαλλοντικών παραγόντων για επιλογή των υλικών. Επιπλέον, οι αναλύσεις του καταλόγου απογραφής κύκλου ζωής μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη χάραξη πολιτικής βοηθώντας τις κυβερνήσεις στην ανάπτυξη κανονισμών σχετικά με τη χρήση των πόρων και τις περιβαλλοντικές εκπομπές.

Μια ανάλυση καταλόγου απογραφής κύκλου ζωής δημιουργεί έναν κατάλογο που περιέχει τις ποσότητες ρύπων που απελευθερώνονται στο περιβάλλον και το ποσό ενέργειας και υλικών που καταναλώνονται. Τα αποτελέσματα μπορούν να διαχωριστούν κατά στάδια κύκλου ζωής, κατά διάφορα μέσα (αέρας, νερό, έδαφος), κατά συγκεκριμένες διεργασίες ή κατά οποιοδήποτε συνδυασμό αυτών.

Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η φάση αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής μιας ΑΚΖ είναι η αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον που προέρχονται από τους περιβαλλοντικούς πόρους και εκπομπές που προσδιορίζονται κατά τη διάρκεια του καταλόγου απογραφής κύκλου ζωής. Η αποτίμηση των επιπτώσεων πρέπει να εξετάζει τις επιδράσεις στο οικοσύστημα και στην ανθρώπινη υγεία. Μπορεί επίσης να εξετάζει τη μείωση των πόρων. Μια αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων προσπαθεί να δημιουργήσει έναν σύνδεσμο μεταξύ του προϊόντος ή της διεργασίας και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεών της. Για παράδειγμα, ποιες είναι οι επιπτώσεις εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ή μεθανίου που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα; Ποιες είναι οι πιθανές επιπτώσεις τους στο φαινόμενο της αιθαλομίχλης ή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου;

Εφόσον οριστούν οι συνθήκες των φαινομένων αυτών ορίζονται οι γενικότερες επιπτώσεις των φαινομένων στο περιβάλλον. Παραδείγματος χάριν, εάν ένα προϊόν ή μια διεργασία εκπέμπει αέρια θερμοκηπίου, η αύξηση των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα μπορεί να συμβάλει στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας. Οι διεργασίες που οδηγούν στην απελευθέρωση υπερβολικής ποσότητας θρεπτικών συστατικών στις υδάτινες μάζες μπορεί να οδηγήσουν σε ευτροφισμό. Μια

αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής παρέχει μια συστηματική διαδικασία για ταξινόμηση και χαρακτηρισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτών των τύπων.

Αν και πολλά μπορούν να γίνουν γνωστά για μια διεργασία εξετάζοντας τα δεδομένα του καταλόγου απογραφής, μια αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής παρέχει μια ακριβέστερη βάση για να γίνουν οι συγκρίσεις. Αν είναι για παράδειγμα γνωστό ότι η απελευθέρωση μιας ποσότητας μεθανίου και μιας ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα είναι και οι δύο επιβλαβείς, μια αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής μπορεί να καθορίσει ποιος από τους δύο τύπους αερίου μπορεί να έχει μεγαλύτερες πιθανές επιπτώσεις. Χρησιμοποιώντας τους επιστημονικά βασισμένους συντελεστές χαρακτηρισμού, μια αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής μπορεί να υπολογίσει τις επιπτώσεις που έχει κάθε περιβαλλοντικά εκπομπή σε διάφορα φαινόμενα όπως η αιθαλομίχλη ή η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Μια αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής μπορεί επίσης να ενσωματώσει γνώμες βαρύτητας. Σε μια ζώνη όπου η ποιότητα αέρα δεν είναι υψηλή, παραδείγματος χάριν, οι εκπομπές ίδιου επιπέδου σε μια περιοχή όμως με καλύτερη ατμοσφαιρική ποιότητα.

Τα αποτελέσματα της αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής παρέχουν μια λίστα ελέγχου που παρουσιάζει τις σχετικές διαφορές στις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις για κάθε επιλογή. Μια αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής θα μπορούσε να καθορίσει πιο προϊόν – διεργασία προκαλεί περισσότερα αέρια θερμοκηπίου.

Η εκτίμηση επιπτώσεων στην ΑΚΖ είναι μια ποσοτική και ποιοτική διαδικασία που χρησιμοποιείται, για να χαρακτηρίσει και να εκτιμήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προσδιορίζονται κατά τη φάση της απογραφής δεδομένων. Σ' αυτό το στάδιο εξετάζονται οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στην υγεία του οικοσυστήματος, οι επιπτώσεις από την εξάντληση των φυσικών πόρων, και οι πιθανές επιπτώσεις στον τομέα της κοινωνικής πρόνοιας. Άλλες επιπτώσεις όπως η μεταβολή του φυσικού περιβάλλοντος, η αύξηση της θερμοκρασίας και η ηχορύπανση, οι οποίες δεν υπόκεινται εύκολα στην ποσοτικοποίηση που απαιτείται κατά το στάδιο της αναλυτικής απογραφής, επίσης αποτελούν μέρος της εκτίμησης επιπτώσεων.

Η περιβαλλοντική επίπτωση ενός προϊόντος μπορεί να περιγραφεί με διάφορους τρόπους, αλλά γενικά καταλήγει στον υπολογισμό της επίπτωσης του προϊόντος εξετάζοντας στις εξόδους τις επιδράσεις ή καταστροφές που προκαλούνται σε μια ή περισσότερες φάσεις του κύκλου ζωής.

Κάνοντας μια εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του προϊόντος, οι σχεδιαστές ή οι κατασκευαστές μπορούν να δουν ποια φάση του προϊόντος έχει τη μεγαλύτερη επίπτωση. Έχοντας αυτήν την πληροφορία είναι δυνατόν να εντοπιστούν τα πιο σημαντικά προβλήματα και σε πιο στάδιο της ζωής του προϊόντος συμβαίνουν.

Βασικά βήματα μιας αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής

Τα ακόλουθα βήματα είναι:

Επιλογή και καθορισμός των κατηγοριών επιπτώσεων

Το πρώτο βήμα σε μια αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής είναι η επιλογή των κατηγοριών επιπτώσεων που θα εξεταστούν ως τμήμα της συνολικής ΑΚΖ. Αυτό το βήμα πρέπει να ολοκληρωθεί ως τμήμα της αρχικής φάσης καθορισμού στόχων και σκοπών για να καθοδηγήσει τη διαδικασία συλλογής δεδομένων για τον κατάλογο απογραφής κύκλου ζωής και απαιτεί επανεξέταση μετά από τη φάση συλλογής δεδομένων. Τα στοιχεία που προσδιορίζονται στον κατάλογο απογραφής κύκλου ζωής έχουν πιθανές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον.

Για μια αποτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής, οι επιπτώσεις καθορίζονται ως οι συνέπειες που προκαλούνται από τις ροές εισόδου ή εξόδου ενός συστήματος στην ανθρώπινη υγεία, την χλωρίδα και πανίδα ή τη μελλοντική διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων.

Ταξινόμηση και ανάθεση των αποτελεσμάτων του καταλόγου απογραφής στις κατηγορίες επιπτώσεων.

Η ταξινόμηση είναι το βήμα, κατά το οποίο οι πληροφορίες από την αναλυτική απογραφή δεδομένων συνδέονται με τις διάφορες δυνατές κατηγορίες επιπτώσεων. Για τα στοιχεία του καταλόγου απογραφής που συμβάλουν μόνο σε μια κατηγορία επίπτωσης, η διαδικασία αποτελεί μια απλή ανάθεση. Για παράδειγμα οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ταξινομούνται στην κατηγορία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Για στοιχεία που συμβάλουν σε περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων ταξινομούνται αντίστοιχα σε αυτές. Για παράδειγμα δεδομένου ότι ένα μόριο διοξειδίου του θείου μπορεί να έχει επιπτώσεις είτε στην ανθρώπινη υγεία είτε στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Επομένως οι εκπομπές του θα διαιρούνται τυπικά μεταξύ αυτών των δυο κατηγοριών επιπτώσεων.

Χαρακτηρισμός και προσομοίωση επιπτώσεων καταλόγου απογραφής κύκλου ζωής

Ο χαρακτηρισμός είναι το βήμα κατά το οποίο πραγματοποιείται η ποσοτικοποίηση, και όπου είναι δυνατόν, το άθροισμα των επιπτώσεων που ανήκουν στις κατηγορίες επιπτώσεων που ορίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο. Το βήμα αυτό θα πρέπει να στηρίζεται σε επιστημονικά δεδομένα των περιβαλλοντικών διεργασιών.

Ο χαρακτηρισμός των επιπτώσεων χρησιμοποιεί συντελεστές χαρακτηρισμού, για να μετατρέψει και να συνδυάσει τα αποτελέσματα του καταλόγου απογραφής κύκλου ζωής σε αντιπροσωπευτικούς δείκτες των επιπτώσεων στην ανθρώπινη και οικολογική υγεία. Οι συντελεστές χαρακτηρισμού επίσης αναφέρονται συνήθως και ως ισοδύναμοι συντελεστές. Ο χαρακτηρισμός

παρέχει έναν τρόπο άμεσης σύγκρισης των αποτελεσμάτων του καταλόγου απογραφής μέσα σε κάθε κατηγορία επιπτώσεων. Με άλλα λόγια οι συντελεστές χαρακτηρισμού μεταφράζουν τις διαφορετικές εισροές του καταλόγου απογραφής σε άμεσα συγκρίσιμους δείκτες επιπτώσεων.

Κανονικοποίηση και μετατροπή των πιθανών επιπτώσεων σε μορφές που να μπορούν να συγκριθούν.

Η κανονικοποίηση είναι ένα εργαλείο της αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής που χρησιμοποιείται για να εκφράσει τα δεδομένα των δεικτών των επιπτώσεων με έναν τρόπο που μπορούν να συγκριθούν μεταξύ των κατηγοριών επιπτώσεων. Αυτή η διαδικασία κανονικοποιεί τα αποτελέσματα των δεικτών διαιρώντας τους με μια βάση αναφοράς. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι επιλογής βάσης αναφοράς που περιλαμβάνουν:

- Συνολικές εκπομπές ή χρήση πόρων για μια δεδομένη περιοχή που μπορεί να είναι παγκόσμιας, περιφερειακής ή τοπικής κλίμακας.
- Συνολικές εκπομπές ή χρήση των πόρων για μια δεδομένη περιοχή σε μια βάση ανά κάτοικο
- Αναλογία μιας εναλλακτικής λύσης προς μια άλλη
- Υψηλότερη τιμή μεταξύ όλων των επιλογών

Ο στόχος και το πεδίο της AKZ μπορούν να επηρεάσουν την επίλογό μιας κατάλληλης τιμής αναφοράς. Αξιοσημείωτο είναι ότι τα κανονικοποιημένα στοιχεία μπορούν να συγκριθούν μόνο μέσα σε μια κατηγορία επιπτώσεων.

Κατά την κανονικοποίηση, διαιρούνται τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού, κάθε κατηγορίας επιπτώσεων, με τις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτής της κατηγορίας, σε συγκεκριμένη περιοχή και για συγκεκριμένο χρόνο. Με αυτό τον τρόπο προκύπτει η σχετική συνεισφορά στις κατηγορίες επιπτώσεων. Η κανονικοποίηση είναι μια προεραϊρετική διαδικασία σε μι AKZ. Διεξάγεται για να διευκολύνει την κατανόηση του μεγέθους της περιβαλλοντικής επίπτωσης που προκαλείται από το σύστημα που εξετάζεται.

Ομαδοποίηση και ταξινόμηση ή ομαδοποίηση των δεικτών

Η ομαδοποίηση αναθέτει τις κατηγορίες επιπτώσεων σε μια ή περισσότερες ομάδες για να διευκολύνει καλύτερα την ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε συγκεκριμένους τομείς ενδιαφέροντος. Τα αποτελέσματα βαθμονοποιούνται με βάση το μέγεθος του αποτελέσματος. Γιαυτόν τον τρόπο βαθμονόμησης οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί στην πολυκριτηριακή ανάλυση μπορεί να αποβούν πολύ χρήσιμοι. Μια τυπική ομαδοποίηση περιλαμβάνει ταξινόμηση ή κατάταξη των δεικτών. Δυο πιθανοί τρόποι ομαδοποίησης των δεδομένων της αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής είναι:

- Ταξινόμηση των δεικτών ανάλογα με τα χαρακτηριστικά, όπως οι εκπομπές στον αέρα και στα ύδατα ή η τοποθεσία (τοπική, περιφερειακή ή παγκόσμιας εμβέλειας)
- Ταξινόμηση των δεικτών με βάση ένα σύστημα ταξινόμησης, όπως υψηλή, χαμηλή ή μέση προτεραιότητα. Η ταξινόμηση είναι βασισμένη σε επιλογές σε σχέση με τις τιμές.

Αξιολόγηση και προσδιορισμός βαρύτητας κάθε κατηγορίας

Το βήμα του προσδιορισμού της βαρύτητας της κάθε κατηγορίας μιας αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής καθορίζει συντελεστές βαρύτητας ή σχετικές τιμές στις διαφορετικές κατηγορίες επιπτώσεων με βάση την σημασία ή τη σχετικότητά τους. Η αξιολόγηση είναι σημαντική επειδή οι κατηγορίες επιπτώσεων πρέπει επίσης να αντανακλούν τους στόχους της μελέτης. Αν και η αξιολόγηση χρησιμοποιείται ευρέως στην ΑΚΖ, το στάδιο αξιολόγησης είναι το λιγότερο ανεπτυγμένο από τα βήματα της αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής και είναι επίσης αυτό που πιθανώς θα αμφισβητηθεί για την ακεραιότητά του. Γενικά η αξιολόγηση περιλαμβάνει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- Προσδιορισμός των βασικών τιμών των συμμετεχόντων
- Καθορισμός των συντελεστών βαρύτητας που θα χρησιμοποιηθούν για τις επιπτώσεις
- Εφαρμογή των συντελεστών βαρύτητας στους δείκτες επιπτώσεων

Τα αξιολογημένα δεδομένα θα μπορούσαν ενδεχομένως να συνδυαστούν στις κατηγορίες επιπτώσεων, αλλά η διαδικασία αξιολόγησης θα πρέπει να τεκμηριωθεί. Τα μη αξιολογημένα δεδομένα πρέπει να παρουσιαστούν μαζί με τα αξιολογημένα αποτελέσματα για να εξασφαλιστεί ότι οι συντελεστές βαρύτητας που έχουν ανατεθεί έγιναν κατανοητοί.

Αξιολόγηση είναι το στάδιο κατά το οποίο οι συνεισφορές των διαφόρων ειδικών κατηγοριών των επιπτώσεων επιβαρύνονται με έναν συντελεστή ώστε να μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους. Ο σκοπός που επιδιώκεται σ' αυτή την φάση είναι να φτάσουμε σε μια περαιτέρω ερμηνεία και πρόσθεση των δεδομένων τις εκτίμησης επιπτώσεων.

Αν, για παράδειγμα, συγκρίνονται δύο ή περισσότερα εναλλακτικά συστήματα, οι διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων θα πρέπει με κάποιο τρόπο να αξιολογηθούν. Δεν μπορεί να εντοπιστεί ποιο σύστημα έχει τις λιγότερο βλαβερές επιπτώσεις στο περιβάλλον εάν ένα σύστημα συνεισφέρει λιγότερο στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, ενώ κάποιο άλλο θέτει σε μικρότερο κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία από τοξικές εκπομπές, εκτός εάν μπορεί να υποθεθεί η σχετική σημαντικότητα των κατηγοριών επιπτώσεων.

Ένα πλήθος από εργαλεία, που συχνά αναφέρονται ως θεωρητικές τεχνικές λήψης αποφάσεων, έχουν την δυνατότητα να καταστήσουν την αξιολόγηση μια πιο σαφή και ορθολογιστική διεργασία. Αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούν κρίσεις ειδικών και πληροφορίες από ενδιαφερόμενες ομάδες ή και άτομα που έχουν εκτεθεί σε τοξικές εκπομπές. Μπορεί να γίνει εδώ ένας διαχωρισμός μεταξύ ποσοτικών και ποιοτικών διεργασιών. Σε μια ποσοτική διεργασία συγκεκριμένοι συντελεστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αθροίσουν τις επιπτώσεις. Σε μια ποιοτική διαδικασία, οι συντελεστές παραμένουν υποθετικοί

Αξιολόγηση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής

Αφού υπολογίστηκαν οι πιθανές επιπτώσεις για κάθε επιλεγμένη κατηγορία, πρέπει να ελεγχθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Η ακρίβεια πρέπει να είναι επαρκής για να υποστηρίξει τους σκοπούς της ΑΚΖ όπως αυτοί καθορίστηκαν στην αντίστοιχη φάση. Κατά την τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων της αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής περιγράφεται λεπτομερώς η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση και καθορίζονται τα συστήματα που αναλύονται και τα όρια που τέθηκαν καθώς επίσης και όλες οι υποθέσεις που έγιναν στην δημιουργία του καταλόγου απογραφής κύκλου ζωής

Μέθοδοι αποτίμησης επιπτώσεων

Οι υπάρχουσες μέθοδοι αποτίμησης επιπτώσεων είναι:

- Η CML 1992
- Η ECO-INDICATOR 95
- Η ECOPOINTS 97 (CH)
- Η ECO-INDICATOR 99
- Η CML 2 BASELINE 2000
- Η EPS 2000 DEFAULT
- Η EDIP/UMIP 96

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία είναι η ECO-INDICATOR 95 και δεν περιλαμβάνει τη χρήση γης, τον θόρυβο και την εξάντληση των ορυκτών καυσίμων. Η μέθοδος αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως μέθοδος για τις εκπομπές, και η εξάντληση των ακατέργαστων υλικών και η χρήση χώρων για τα απόβλητα πρέπει να εκτιμούνται χωριστά. Η μέθοδος αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο εφόσον οι εκπομπές είναι η κύρια ανησυχία όλων.

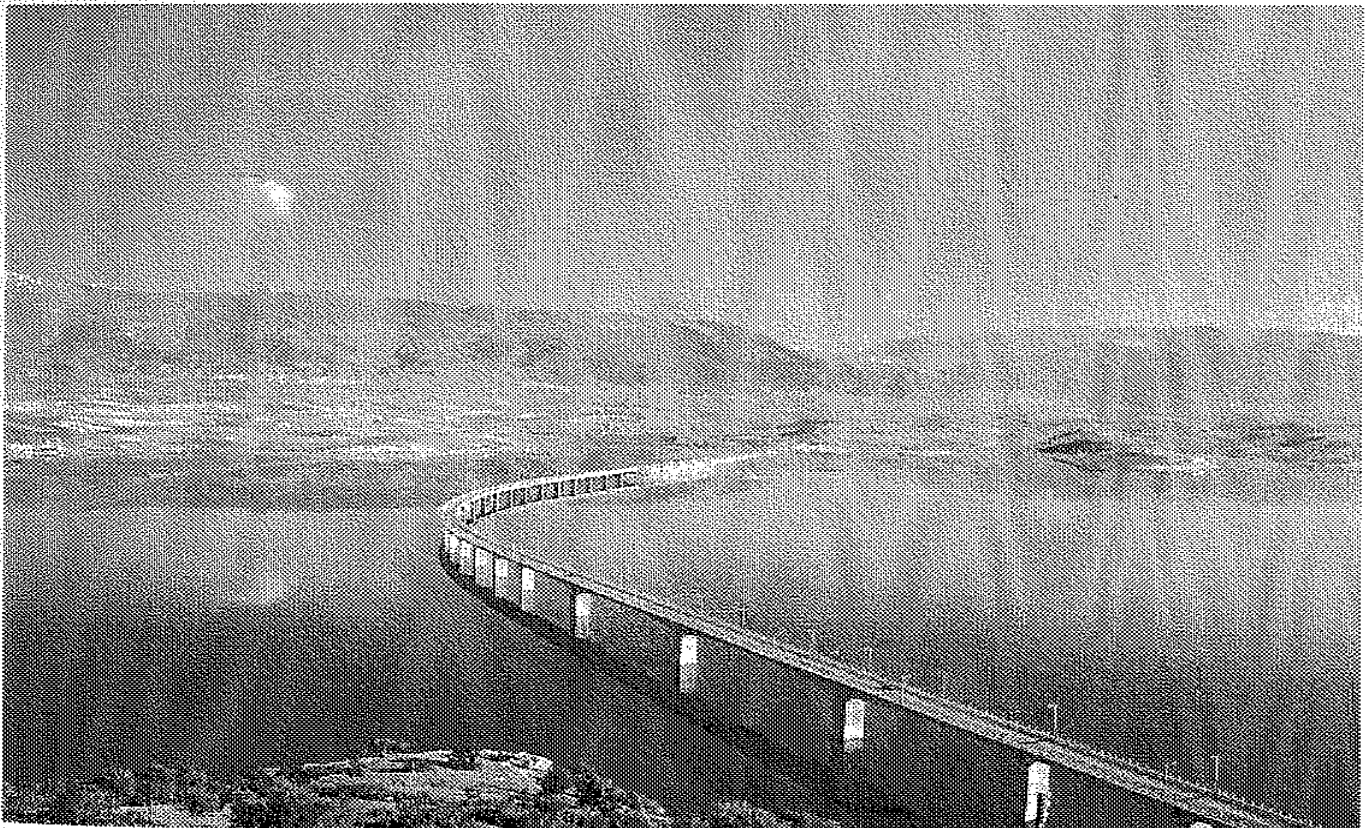
2 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΤΟΥ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός Πολυφύτου βρίσκεται στη Δυτική Μακεδονία 45km νοτιοανατολικά της Κοζάνης και το όνομα του το πήρε από το διπλανό χωριό Πολύφυτο, οικισμό που διαμένουν δύο οικογένειες και απέχει από το σταθμό 2km. Κατασκευάστηκε το 1967-1974 και η εργολαβία ήταν της Γαλλικής εταιρείας ALSTHOM.

Ο Σταθμός βρίσκεται σε υψόμετρο 150m, το κλίμα είναι ηπειρωτικό, οι θερμοκρασίες ποικίλουν από -10°C έως 37°C και η σχετική υγρασία φθάνει το 95%.

Ο ΥΗΣ Πολυφύτου αξιοποιεί τα νερά του ποταμού Αλιάκμονα. Τα νερά του ποταμού συγκεντρώνονται στη λίμνη Πολυφύτου (εικόνα 2.1) που δημιουργήθηκε με την κατασκευή του Φράγματος, ύψους 112m και η μέγιστη χωρητικότητά της είναι 1939 εκατ. m^3 .

Ο αγωγός προσαγωγής είναι ο αγωγός μέσω του οποίου περνά το νερό της λίμνης και φθάνει μέχρι τους στροβίλους του Σταθμού. Έχει μήκος 4600m, από τα οποία μόνο τα 590m είναι μεταλλικός αγωγός. Τα υπόλοιπα 4010m είναι υπόγεια σήραγγα κυκλικής διατομής $8,5 m^2$.



Εικόνα 2.1 Λίμνη Πολυφύτου [17]

Η υψομετρική διαφορά μεταξύ Σταθμού και στάθμης της λίμνης κυμαίνεται μεταξύ 120m και 141m. Αυτή την υψομετρική διαφορά εκμεταλλεύεται ο Σταθμός και το νερό πριν από τους στροβίλους έχει μία πίεση που κυμαίνεται από 12 μέχρι $14,1\text{kg}/\text{cm}^2$, ανάλογα με τη στάθμη της λίμνης και όταν ανοίξουν οι δικλείδες εισαγωγής τότε η υδραυλική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και στρέφει τα πτερύγια (τύπου FRANSIS) των στροβίλων με 214στροφές/min.

Οι άξονες των πτερυγίων, που είναι κατακόρυφοι, είναι συνδεδεμένοι απευθείας με τους άξονες των γεννητριών που βρίσκονται πάνω από τους στροβίλους.

Ο Σταθμός έχει τρεις γεννήτριες με τους αντίστοιχους στροβίλους, που η καθεμία παράγει ηλεκτρική ενέργεια ισχύος 120MW.

Για κάθε μία γεννήτρια υπάρχει και ένας μετασχηματιστής που μετατρέπει την τάση των 15KV του ρεύματος που βγαίνει από τη γεννήτρια σε τάση των 150kV και το ρεύμα αυτό μέσω των Υποσταθμών Πολυφύτου και Καρδιάς μπαίνει στο Εθνικό δίκτυο για κατανάλωση.

Το νερό μετά τους στροβίλους εξέρχεται στην παλαιά κοίτη του ποταμού Αλιάκμονα όπου αρχίζει η λίμνη του Υδροηλεκτρικού Σταθμού Σφηκιάς.

Ο ΥΗΣ Πολυφύτου έχει παραγωγή περίπου 400.000MW το χρόνο και κατανάλωση νερού περίπου στα $14000 \times 10^6 \text{ m}^3$, απασχολεί 66 άτομα και συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη τόσο της περιοχής όσο και της χώρας μας, διότι εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει, από τα νερά της λίμνης αρδεύονται οι περιοχές των Σερβίων, Βελβεντού, Βέροιας, Κατερίνης και Θεσσαλονίκης.

Το συγκρότημα κατασκευάστηκε για τρεις βασικούς λόγους:

1. Να συγκρατεί τις πλημμύρες και να αποθηκεύει το νερό της βροχής και των πηγών κατά τους χειμερινούς μήνες.
2. Να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα κατά τις ώρες αιχμής.
3. Να παράγει νερό για άρδευση στις περιοχές Ημαθίας, Κατερίνης και Θεσσαλονίκης κατά τους θερινούς μήνες.

2.1 Περιγραφή εγκαταστάσεων

Το συγκρότημα του ΥΗΣ Πολυφύτου αποτελείται από τέσσερα μέρη:

1. Τον ταμιευτήρα νερού
2. Το φράγμα
3. Το Σταθμό Παραγωγής ρεύματος
4. Τον Υποσταθμό

Ως Ταμιευτήρας χαρακτηρίζεται στην ουσία η λίμνη που γίνεται η υδροληψία για τις ανάγκες του σταθμού. Τα χαρακτηριστικά του Ταμιευτήρα φαίνονται στον Πίνακα 2.1

Πίνακας 2.1 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του Ταμιευτήρα

Έκταση	75 km ²
Μήκος	35km
Μέγιστο πλάτος	2,5km
Λεκάνη απορροής	5800 km ²
Μέγιστη χωρητικότητα	1939 εκατ. m ³
Ωφέλιμη χωρητικότητα το καλοκαίρι	1220 εκατ. m ³
Ωφέλιμη χωρητικότητα το χειμώνα	840 εκατ. m ³

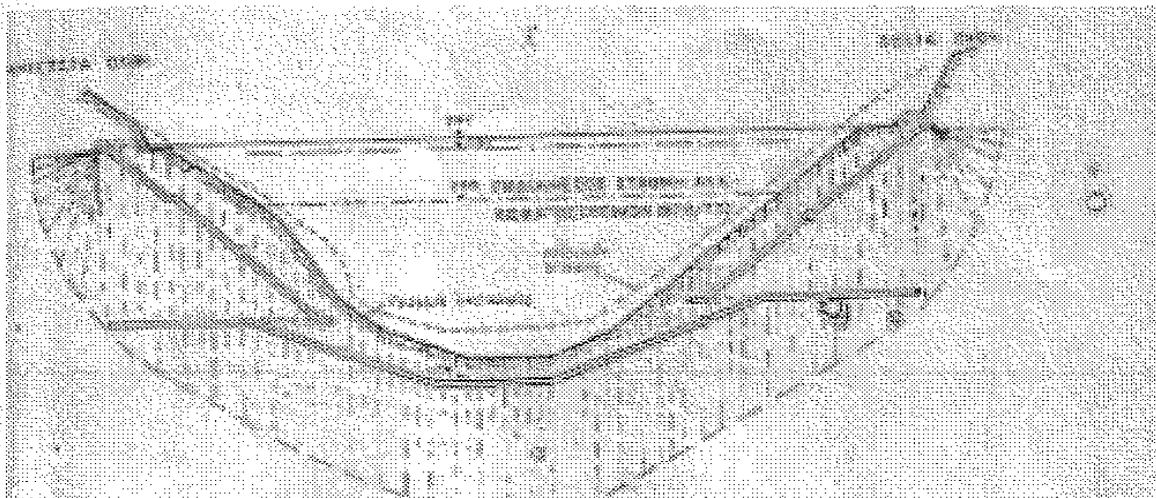
Φράγμα

Το φράγμα (εικόνα 2.2) ανήκει στα ετερογενή φράγματα. Είναι κατασκευασμένο εσωτερικά (πυρήνα) από αδιαπέραστο υλικό, από άργιλο που προστατεύεται από ημιπερατά υλικά και φίλτρα, ενώ διαπερατά υλικά λατομείου αποτελούν το σώμα του φράγματος (κελύφη) για την προστασία του από διάβρωση.



Εικόνα 2.2. Το Φράγμα του Πολυφύτου [17]

Η τομή του φράγματος φαίνεται στην εικόνα 2.3.



Εικόνα 2.3. Τομή φράγματος Πολυφύτου [5]

Παρατηρούμε ότι στο εσωτερικό του φράγματος υπάρχει σήραγγα επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του φράγματος με ειδικές μετρήσεις, για την πρόσβαση στον αγωγό υδροληψίας σε περίοδο συντήρησης και την εκκένωση του πυθμένα.

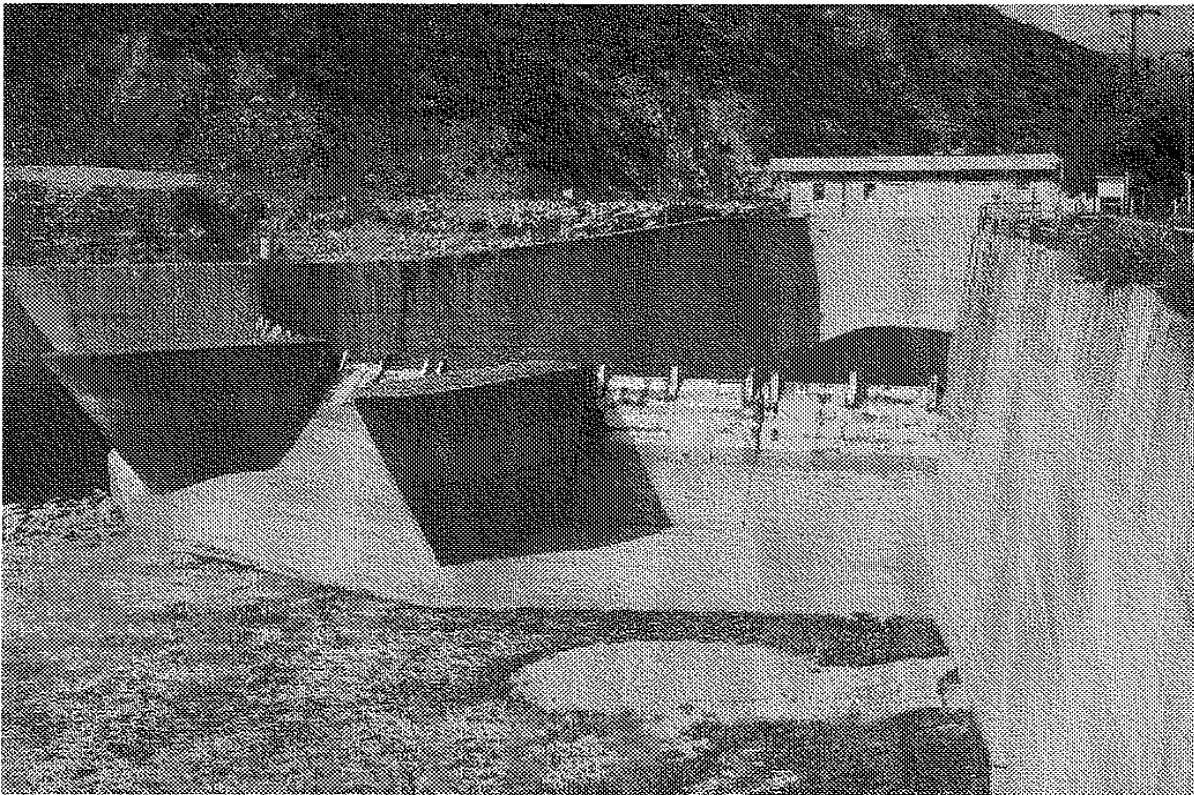
Τα κύρια χαρακτηριστικά του φράγματος φαίνονται στον πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.2. Τα κύρια χαρακτηριστικά του φράγματος Πολυφύτου

Είναι ελαφρά τοξωτό	
Μήκος στη στέψη	300m
Μέγιστο πλάτος στη στέψη	10m
Μέγιστο πλάτος στη βάση	500m
Πάχος πυρήνα στη βάση	34m
Πάχος πυρήνα στη κορυφή	10m
Ύψος φράγματος	112m
Υψόμετρο (από τη θάλασσα) φράγματος στη βάση	185m
Υψόμετρο (από τη θάλασσα) φράγματος στη στέψη	297m
Μέγιστο υψόμετρο συγκράτησης νερού	291m
Ελάχιστο υψόμετρο λειτουργίας στροβίλων	270m

Στην περιοχή του φράγματος έχουν κατασκευαστεί τα παρακάτω:

1. Σήραγγα εκτροπής του ποταμού που σήμερα λειτουργεί ως σήραγγα υδροληψίας νερού άρδευσης, όταν δεν λειτουργεί ο Σταθμός
2. Σήραγγα προσαγωγής νερού στο Σταθμό
3. Τρεις υδραυλικοί υπερχειλιστές (εικόνα 2.4)



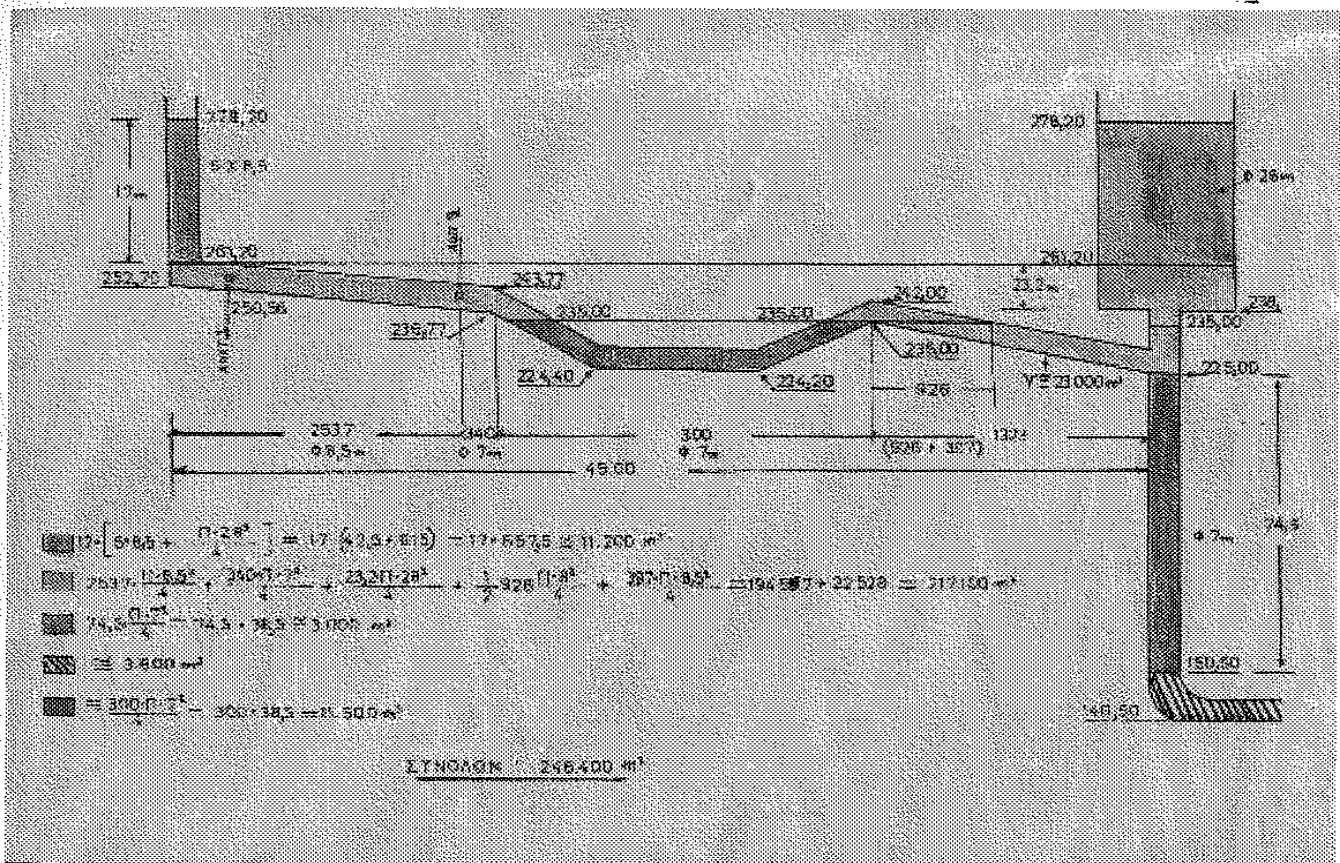
Εικόνα 2.4. Υδραυλικοί Υπερχειλιστές [17]

4. Σύστημα ελέγχου της συμπεριφοράς του φράγματος
5. Βοηθητικά συστήματα υποστήριξης των εγκαταστάσεων
6. Φυλάκιο για να φυλάσσεται όλο το εικοσιτετράωρο από φύλακες της επιχείρησης.

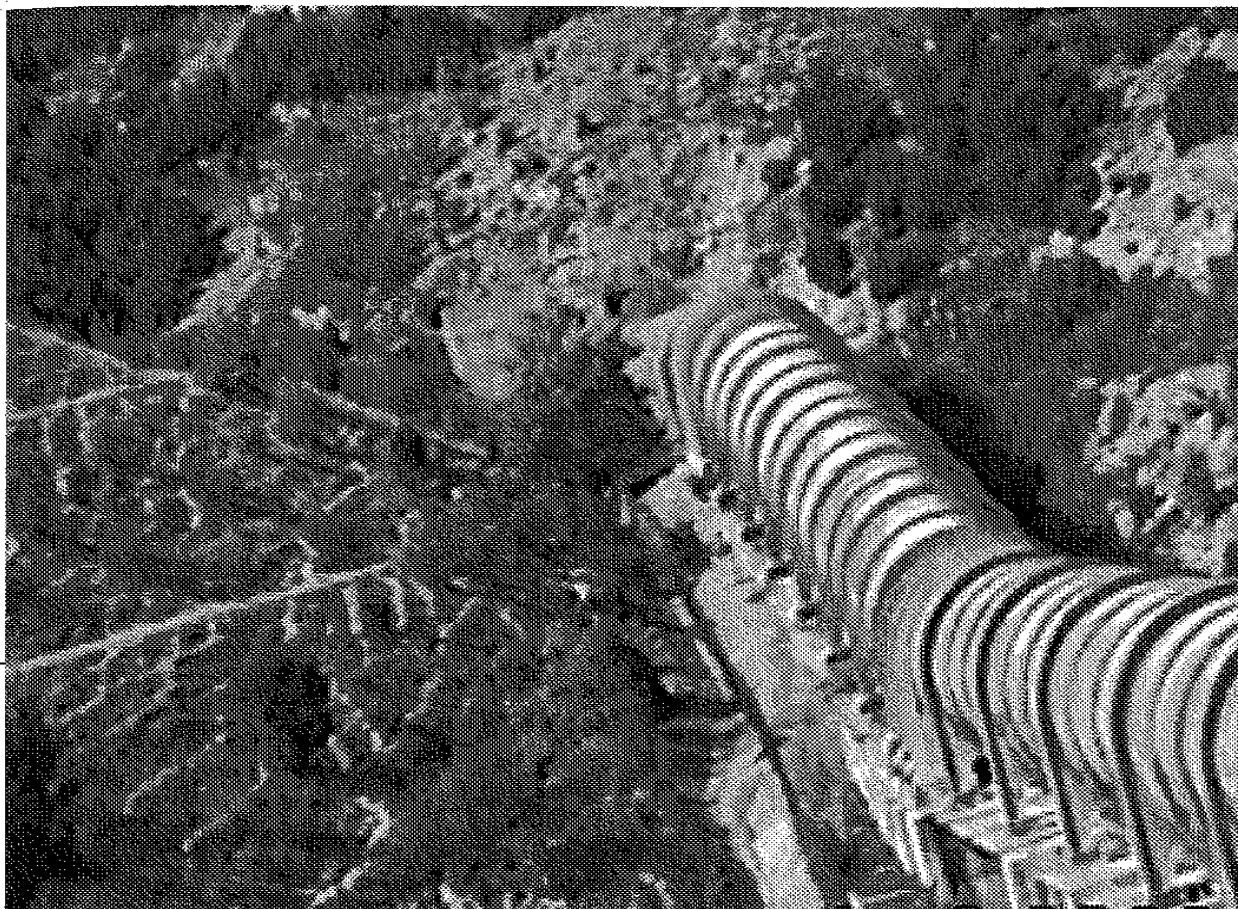
Ο αγωγός προσαγωγής (εικόνα 2.5) είναι ο αγωγός μέσω του οποίου ρέει το νερό της λίμνης προς το Σταθμό, έχει μήκος 4600m και αποτελείται από:

1. Τη σχάρα υδροληψίας διαστάσεων 15×18m, μέγιστης ροής δια μέσου της σχάρας $350 \text{ m}^3/\text{sec}$, μέγιστης πλευρικής πίεσης $5 \text{ ton}/\text{m}^2$ και υψόμετρο επιπέδου σχάρας 253,205m.
2. Το πρώτο τμήμα του αγωγού προσαγωγής από μπετόν είναι υπόγεια σήραγγα κυκλικής διατομής μήκους 2560m και διαμέτρου 5,5m, που διασχίζει το βουνό.
3. Το δεύτερο τμήμα που είναι υπέργειος μεταλλικός αγωγός (εικόνα 2.6) μήκους 590m και διαμέτρου 7m.

Αγωγός προσαγωγής και πύργος εκτόνωσης



Εικόνα 2.5. Σκαρίφημα αγωγού υδροληψίας και πύργου εκτόνωσης [17]



Εικόνα 2.6 Μεταλλικός αγωγός [17]

4. Το τρίτο τμήμα από μπετόν είναι υπόγεια σήραγγα κυκλικής διατομής μήκους 1170m και διαμέτρου 8,5m που τερματίζει στον πύργο εκτόνωσης πλήγματος.

Η μέγιστη ροή δια μέσου του αγωγού προσαγωγής είναι $315 \text{ m}^3 / \text{sec}$.

Οι εγκαταστάσεις που εκτονώνουν το υδραυλικό πλήγμα βρίσκονται στο τέρμα του αγωγού προσαγωγής και περιλαμβάνουν τα παρακάτω τμήματα:

1. Κατακόρυφο αγωγό διαμέτρου 28m και ύψους 85m με τη βάση του σε υψόμετρο 238m.

2. Δύο οριζόντιες σήραγγες μήκους 152m και διαμέτρου 8m που έχουν τη βάση τους στο υψόμετρο των 303,3m.

3. Αγωγός πίεσης που είναι μεταλλικός, έχει κατακόρυφο μήκος 88m, διάμετρο 7m και στο κάτω μέρος του μετά από μια καμπύλη και μια οριζόντια απόσταση 20m, διακλαδίζεται σε τρεις μεταλλικούς αγωγούς, ο καθένας 55m μήκους, διαμέτρου 4,2m και καταλήγουν στις βαλβίδες.

Θάλαμος βαλβίδων

Ο θάλαμος των βαλβίδων έχει μήκος 63m, πλάτος 11m και ύψος 15m και έχει κατασκευαστεί μέσα σε μια τεχνητή σπηλιά του βουνού.

Η πρόσβαση στο θάλαμο των βαλβίδων είναι δυνατή μέσω:

- ❖ Μιας σήραγγας επικοινωνίας που ενώνει τη σπηλιά του εργοστασίου με τη σπηλιά του θαλάμου των βαλβίδων.
- ❖ Μιας σήραγγας που ενώνει τον έξω χώρο με το θάλαμο των βαλβίδων και κατασκευάστηκε για τη μεταφορά των ίδιων των βαλβίδων.



Εικόνα 2.7. Εσωτερικό πεταλούδας [17]

Οι τρεις βαλβίδες τύπου πεταλούδας (εικόνα 2.7) μια για κάθε Μονάδα έχουν χαρακτηριστικά και διαστάσεις που φαίνονται στον πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3. Διαστάσεις και χαρακτηριστικά των βαλβίδων

Πίεση λειτουργίας	20Kg/ cm^2
Πίεση δοκιμής	30Kg/ cm^2
Εσωτερική διάμετρος	4200mm
Διάμετρος BY-PASS	500mm
Μέγιστο πάχος δίσκου	1150mm
Διάμετρος άξονα	750mm
Βάρος δίσκου	50ton

Στον ίδιο θάλαμο βρίσκονται και οι εγκαταστάσεις μείωσης της πίεσης του νερού που χρησιμοποιείται στις διάφορες εγκαταστάσεις.

Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η σπηλιά όπου είναι εγκατεστημένος ο κύριος Σταθμός βρίσκεται στη δεξιά πλευρά της κοιλάδας του ποταμού Αλιάκμονα, έχει ολικό μήκος 80m, πλάτος 17m και ύψος 35m.

Η σπηλιά επικοινωνεί με τον έξω κόσμο με μια σήραγγα 140m

Στη σπηλιά είναι εγκατεστημένες τρεις Μονάδες ηλεκτροπαραγωγής 120MW η κάθε μία.

Η κάθε Μονάδα περιλαμβάνει το στρόβιλο ο οποίος μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Τα χαρακτηριστικά του στρόβιλου και της γεννήτριας φαίνονται στους πίνακες 2.4 και 2.5 αντίστοιχα

Πίνακας 2.4. Χαρακτηριστικά στρόβιλων

Τύπος	FRANCIS
Ονομαστική ισχύς	120MW
Ταχύτητα περιστροφής	214,3στροφές/min
Ειδική κατανάλωση νερού σε πλήρες φορτίο	3,16 m^3 /kWH
Ειδική κατανάλωση νερού σε χαμηλό φορτίο	4-5 m^3 /kWH

Πίνακας 2.5. Χαρακτηριστικά γεννητριών

Ονομαστική ισχύς	136MVA
Ονομαστική τάση	15,75kV
Συχνότητα	50Hz
Ταχύτητα περιστροφής	214,3στροφές/min
Βάρος Ρότορα	288ton
Βάρος Στάτη	152ton

Ο ΥΗΣ Πολυφύτου έχει δυνατότητα παραγωγής πλήρους φορτίου με 3 Μονάδες 360MW σε μεγάλο εύρος διακύμανσης της στάθμης της λίμνης.

Σήραγγα ηλεκτραγωγών

Οι ηλεκτραγωγοί συνδέουν τα τερματικά των γεννητριών με τους μετασχηματιστές, είναι κατασκευασμένοι από αλουμίνιο(A5-L), διέρχονται μια σήραγγα μήκους 250m περίπου και είναι καλά μονωμένοι τόσο στα στηρίγματα όσο και από τον περιβάλλοντα χώρο, έτσι ώστε να διασχίζει κανείς τη σήραγγα σε λειτουργία των Μονάδων χωρίς κανένα κίνδυνο.

Οι ηλεκτραγωγοί είναι εννέα, τρεις για κάθε Μονάδα. Για να μην υπερβεί η μέγιστη θερμοκρασία τους 50°C στη σήραγγα, όταν λειτουργούν και οι τρεις Μονάδες, ειδικά το καλοκαίρι, δυο ανεμιστήρες $49000\text{ m}^3/\text{h}$ και ένας $6700\text{ m}^3/\text{h}$ παρέχουν εξαερισμό και ο αέρας αλλάζει μέσα στη σήραγγα.

Αίθουσα ελέγχου

Στην αίθουσα ελέγχου υπάρχουν όλα τα χειριστήρια για την εκκίνηση και κράτηση των Μονάδων και για το άνοιγμα και κλείσιμο των αποζευκτών και των διακοπών.

Επίσης υπάρχουν και όλα τα όργανα (ενδεικτικά, καταγραφικά, ηχητικά και alarms), για τη σωστή παρακολούθηση της λειτουργίας και της ασφάλειας των εγκαταστάσεων.

Χώρος μετασχηματιστών

Οι μετασχηματιστές βρίσκονται σε υπαίθριο χώρο, στην αυλή του εργοστασίου, δέχονται το ρεύμα από τις γεννήτριες μέσω των ηλεκτραγωγών με τάση 15,750V και το μετατρέπουν σε ρεύμα τάσης 161,250V.

Υπάρχουν τρεις μετασχηματιστές ισχύος, ένας για κάθε Μονάδα.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Μ/Σ φαίνονται στον πίνακα 2.6:

Πίνακας 2.6 Τεχνικά χαρακτηριστικά Μ/Σ

Ονομαστική ισχύς	136MVA
Ονομαστική τάση και ένταση	50Hz
Πρωτεύοντος	15,750V-4985A
Δευτερεύοντος	161,250V-487A
Τάση βραχυκυκλώματος	13%
Βάρος σε λειτουργία	142ton

Χώρος Υποσταθμού

Οι γραμμές υψηλής τάσης οδηγούν το ρεύμα από τους μετασχηματιστές στον Υποσταθμό υψηλής τάσης που βρίσκεται σε υψόμετρο 340m.

Ο Υποσταθμός περιλαμβάνει το κτίριο ελέγχου και χειρισμών και τον υπαίθριο χώρο όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις των διακοπών, αποζευκτών και συστημάτων προστασίας των γραμμών.

Από τον Υποσταθμό αναχωρούν τέσσερις γραμμές υψηλής τάσης για να καταλήξουν στο Κέντρο Υψηλής Τάσης (ΚΥΤ) Καρδιάς και μία γραμμή υψηλής τάσης για να καταλήξει στο ΚΥΤ Σφηκιάς.

2.2 Γενική λειτουργία υδροηλεκτρικού σταθμού.

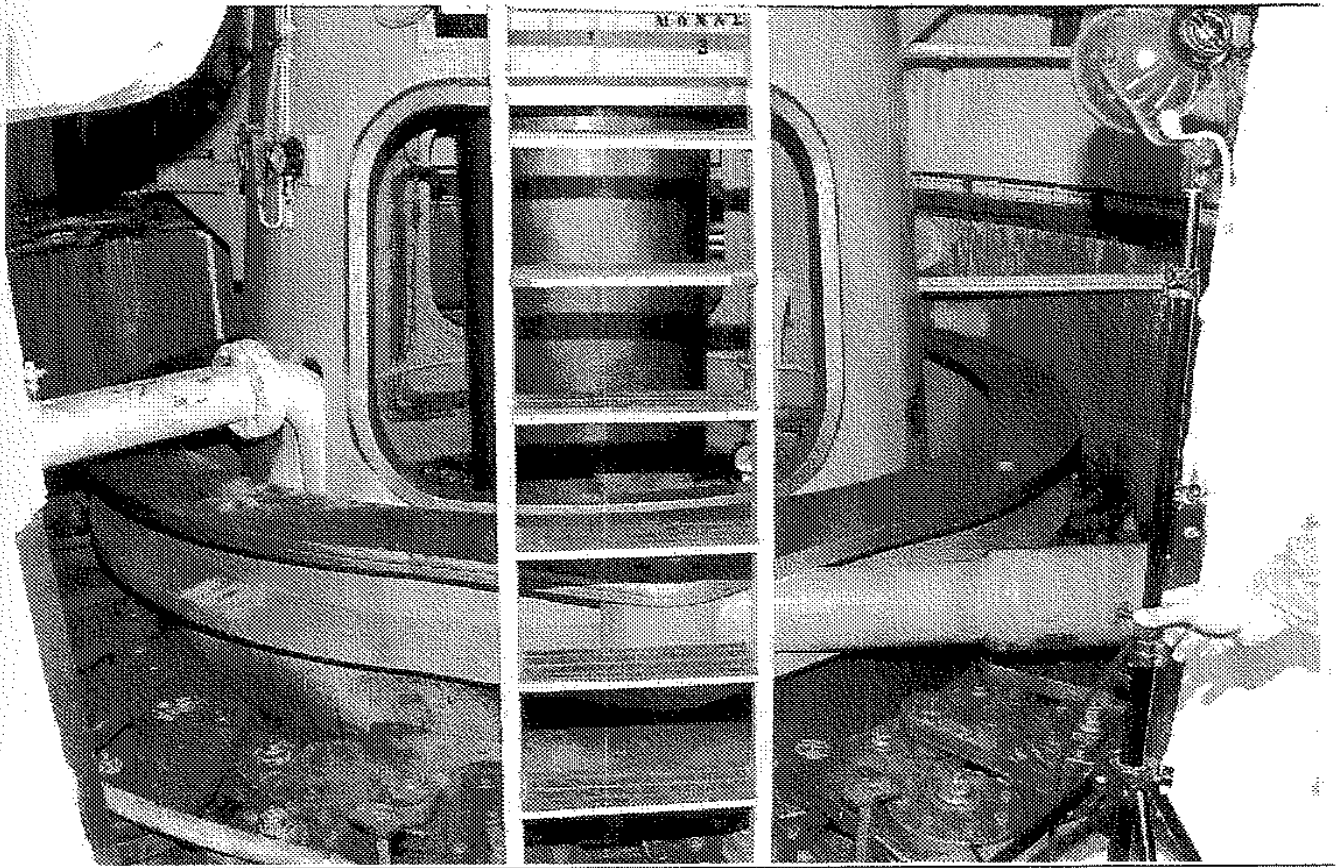
Η κατώτερη στάθμη εκμετάλλευσης νερού είναι τα 270m ενώ η ανώτερη στάθμη του νερού στη λίμνη φθάνει στα 291m. Η υψομετρική διαφορά που εκμεταλλεύεται ο ΥΗΣ Πολυφύτου είναι περίπου 141m και πίεση περίπου 14atm.

Για τη μείωση μέρους της πίεσης του νερού στο τέρμα του αγωγού προσαγωγής υπάρχει ο πύργος εκτονώσεως ο οποίος είναι στα 238m στο ξεκίνημά του και φτάνει στα 323m ύψος. Κατά την είσοδο του νερού στον πύργο εκτονώσεως αυτό εκτονώνεται στο ύψος του πύργου καθώς και στις αποκαλούμενες τυφλές σήραγγες που βρίσκονται μέσα σε αυτόν. Αποτρέπεται με αυτόν τον τρόπο το υδραυλικό πλήγμα που θα είχε καταστροφικές συνέπειες για το Σταθμό. Η πορεία του ύδατος συνεχίζεται από τον αγωγό πτώσεως που στενεύει σταδιακά για να οδηγηθεί με ταχύτητα στους τρεις αγωγούς των τριών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι αγωγοί καταλήγουν στο θάλαμο δικλείδων όπου η υδραυλική ενέργεια του ύδατος μετατρέπεται σε κινητική για την περιστροφή του στροβίλου. Ο θάλαμος δικλείδων αποτελείται από τρεις βαλβίδες τύπου πεταλούδας μία για κάθε Μονάδα.

Κατά την εντολή της εκκίνησης της Μονάδας ανοίγουν οι βαλβίδες με τη βοήθεια υδραυλικής πίεσης κάνοντας χρήση αεροκόδωνα (χώρος που αποτελείται από έλαιο και πίεση αέρα). Η λειτουργία γίνεται ηλεκτρικά ενώ σε σπάνια περίπτωση ανάγκης μπορεί να γίνει και χειροκίνητα.

Αρχικά ανοίγει το BY-PASS της πεταλούδας για εξισορρόπηση της πίεσης μεταξύ του μπροστινού μέρους (πρωταρχική διέλευση ύδατος) της πεταλούδας και του πισινού μέρους (τελική διέλευση του ύδατος από την πεταλούδα με πορεία προς τον υδροστρόβιλο). Στη συνέχεια ανοίγει η δικλείδα παροχής ύδατος αποκαλούμενη ως φακή. Το άνοιγμα και των δύο συστημάτων γίνεται υδραυλικά με χρήση ηλεκτρικής βαλβίδας η οποία απελευθερώνει έλαιο για την κίνηση του εμβόλου ανύψωσης.

Εισέρχεται νερό μεγάλης ταχύτητας στο στροφείο για την κίνησή του άξονα της στροβιλογεννήτριας (εικόνα 2.8). Στο στρόβιλο έχουμε τριών ειδών πτερύγια. Τα οδηγία πτερύγια που είναι τοποθετημένα στο σταθερό μέρος αποκαλούμενο ως σαλίγκαρος και παρασύρουν το νερό στα ρυθμιστικά πτερύγια. Τα ρυθμιστικά πτερύγια ανοίγουν σε τέτοια κλίση ανάλογα με το φορτίο που ζητείται και την ισχύ που πρέπει να δώσει η κάθε μονάδα. Τέλος υπάρχουν τα σταθερά ως προς τον άξονα και κινητά ως προς την κινούμενη μάζα πτερύγια τοποθετημένα στον άξονα που αποτελούν στο σύνολό τους το στροφείο.



Εικόνα 2.8. Στροβιλογεννήτρια ωστικό έδρανο [17]

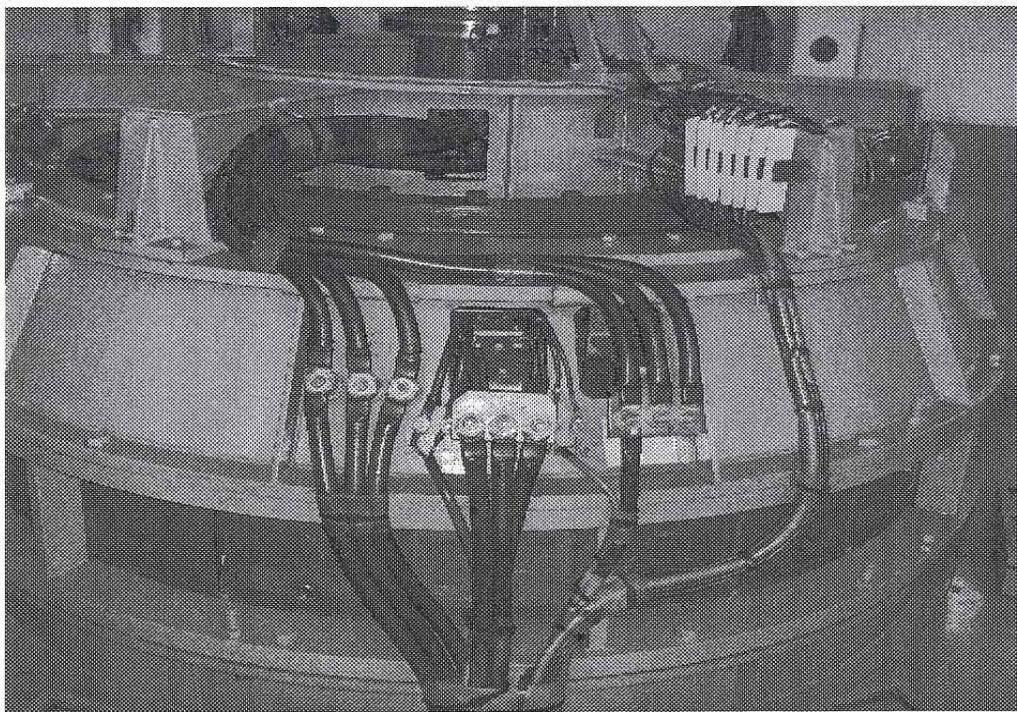
Για την εκκίνηση και την κράτηση της Μονάδας χρησιμοποιείται ο ρυθμιστής στροφών τύπου RAPID της NEYRPIC. Πάνω στο ρυθμιστή στροφών υπάρχει ο ηλεκτροϋδραυλικός μετατροπέας, το κυριότερο τμήμα του ρυθμιστή στροφών, που δέχεται το σήμα ηλεκτρικά από το εθνικό δίκτυο ενέργειας και δίνει υδραυλικά την εντολή στην κύρια βαλβίδα διανομής λαδιού (στα σερβομοτέρ) για το άνοιγμα των πτερυγίων. Τα πτερύγια ανοίγουν σε τέτοια θέση ανάλογα με τη ζήτηση του φορτίου. Το άνοιγμα των πτερυγίων γίνεται με χρήση δυο σερβομοτέρ αντίθετης λειτουργίας που είναι τοποθετημένα επάνω σε σταθερές βάσεις, στερεωμένες στο μπετόν του δικού τους φρεατίου έξω από το χιτώνιο του χώρου του στροβίλου και κινούνται με τη χρήση αεροκόδωνα.

Σε περίπτωση κράτησης της Μονάδας δίνει εντολή ο ρυθμιστής στροφών μέσω της ηλεκτροβαλβίδας ΒΑ για κλείσιμο των πτερυγίων. Έτσι σταματάει και η εισροή νερού στο στροφείο και αναλόγως η κίνηση της στροβιλογεννήτριας. Στη συνέχεια κλείνουν οι βαλβίδες τύπου πεταλούδας. Για να σταματήσει όμως η κίνηση του ρότορα λόγω αδράνειας χρησιμοποιούνται τα φρένα. Όταν ο ρότορας φτάσει στις 40-50στροφές/min με τη βοήθεια πίεσης αέρα από τον αεροκόδωνα μπαίνουν σε λειτουργία τα φρένα-πέδηση. Με το σταμάτημα του ρότορα και με τη βοήθεια ελατηρίων, τα φρένα επανέρχονται στη θέση τους. Η σύσταση των φρένων είναι από κράμα αμιάντου.

Για τη σταθερότητα της στροβιλογεννήτριας χρησιμοποιούνται δύο οδηγικά έδρανα. Το οδηγό έδρανο γεννήτριας και το οδηγό έδρανο στροβίλου στο πάνω και κάτω μέρος αντίστοιχα της στροβιλογεννήτριας.

Επίσης για τη συγκράτηση του βάρους της στροβιλογεννήτριας χρησιμοποιείται το ωστικό έδρανο.

Η κίνηση του άξονα του στροβίλου μεταφέρεται μετέπειτα στη γεννήτρια. Η γεννήτρια αποτελείται από το Στάτη (το σταθερό μέρος), το Ρότορα (το κινητό μέρος) και τη Διεγέρτρια. Κατά την κίνηση του άξονα του στροβίλου μεταφέρεται και κίνηση στο ρότορα της γεννήτριας ο οποίος κινείται με 214στροφές/min. Ο ρότορας αποτελείται από 14 ζεύγη πόλων οι οποίοι με την κίνησή τους και με τη δημιουργία ηλεκτρομαγνητικού πεδίου από τη διεγέρτρια (εικόνα 2.9) παράγουν στο Στάτη ηλεκτρικό ρεύμα.



Εικόνα 2.4. Διεγέρτρια [17]

Το ρεύμα στη συνέχεια μεταφέρεται στους μετασχηματιστές με τάση 15kV η κάθε Μονάδα. Οι μετασχηματιστές μετασχηματίζουν το ρεύμα στα 150kV και γίνεται η μεταφορά τους μέσω πυλώνων υψηλής τάσης στον Υποσταθμό.

Ο Υποσταθμός βρίσκεται σε απόσταση 3km από το Σταθμό Παραγωγής. Από τον Υποσταθμό το ρεύμα μεταφέρεται στο KYT Καρδιάς. Από το KYT το φορτίο διανέμεται στο εθνικό δίκτυο. Βασικό μειονέκτημα του ΥΗΣ Πολυφύτου είναι ο διαχωρισμός Υποσταθμού και Σταθμού Παραγωγής γιατί δεν υπάρχει άμεση επαφή και χειρισμός όπως συμβαίνει σε άλλα υδροηλεκτρικά και ατμοηλεκτρικά εργοστάσια.

2.3 Εκπομπές ρύπων

Ο ΥΗΣ Πολυφύτου εκπέμπει ελάχιστους έως μηδαμινούς ρύπους στην ατμόσφαιρα και γενικότερα στο περιβάλλον, κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως θα ήταν λογικό να περιμένει κανείς από ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Ωστόσο κατά την κατασκευή εκπέμπονται σημαντικές ποσότητες ρύπων που όμως δεν αφορούν τη μελέτη αυτής της εργασίας και γι αυτό δεν αναφέρονται. Αποτελεί επίσης έναν από τους πιο αξιόπιστους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ρύποι που εκπέμπονται προέρχονται κατά τη λειτουργία του σταθμού από την εφεδρική γεννήτρια που έχει ο Σταθμός για την ασφάλειά του και την επανεκκίνησή του σε περίπτωση Black-out.

Η γεννήτρια αυτή έχει κινητήρα με καύσιμο πετρέλαιο Diesel με ροή καύσης 7lt/h.

Η γεννήτρια αυτή λειτουργεί δοκιμαστικά και εν κενώ μία φορά την εβδομάδα για 5 λεπτά, περίπου δηλαδή 53 φορές για 4,5 ώρες το χρόνο.

Επίσης υπάρχει μια μικρή διαρροή ποσότητας ελαίου από τα διάφορα μηχανήματα του Σταθμού στη λίμνη. Υπολογίζεται εμπειρικά και χοντρικά ότι η ποσότητα αυτή του λαδιού είναι ένα βαρέλι ετησίως περίπου 200lt. Το έλαιο είναι τύπου HEAVY MEDIUM DTE.

Στον ΥΗΣ Πολυφύτου ήδη συλλέγονται προς ανακύκλωση και άλλου είδους απόβλητα όπως είναι το χαρτί, τα μελάνια των εκτυπωτών, τα “τόνερ” κλπ.. Όπως επίσης υπάρχουν και απόβλητα όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές που ενώ συλλέγονται δεν υπάρχει ακόμη η δυνατότητα διάθεσής τους στο σύστημα ανακύκλωσης αποβλήτων που αδειοδότησε το ΥΠΕΧΩΔΕ.

Ο ΥΗΣ Πολυφύτου έχει αποσύρει τους παλιούς μετασχηματιστές ελαίου PCBs που χρησιμοποιούνταν για τις ενεργειακές ανάγκες του σταθμού με μετασχηματιστές ξηρού τύπου καθώς και τους εννέα πυκνωτές της ίδιας σύστασης για μεγαλύτερη ασφάλεια σε περίπτωση πυρκαγιάς. Το έλαιο PCBs όταν φλέγεται είναι πολύ επικίνδυνο για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

3 ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

Ο Ατμοηλεκτρικός Σταθμός Αγίου Δημητρίου είναι εγκατεστημένος στο Νομό Κοζάνης σε υψόμετρο 678m από την επιφάνεια της θάλασσας, κοντά στην Εθνική οδό Κοζάνης-Θεσσαλονίκης και σε απόσταση 18km από την πόλη της Κοζάνης.

Το όνομα του Σταθμού προέρχεται από το κοντινό χωριό Άγιος Δημήτριος που απέχει μόλις 1000m.

Αποτελείται από 5 Μονάδες Ηλεκτροπαραγωγής συνολικής ισχύος 1595MW και είναι ο μεγαλύτερος Σταθμός Παραγωγής στην Ελλάδα.

Η συνολική έκταση των εγκαταστάσεων του είναι 3236 στρέμματα.

Ως καύσιμο χρησιμοποιείται ο τοπικός λιγνίτης.

Ο Σταθμός για την παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιεί ως καύσιμο τον τοπικό λιγνίτη, ο οποίος μεταφέρεται από το Ορυχείο του Νότιου Πεδίου, από απόσταση 16,5km περίπου, κυρίως με ταινιόδρους, και σε μικρές ποσότητες με φορτηγά οχήματα.

Ο λιγνίτης παραλαμβάνεται από το Σταθμό μέσω συστήματος ταινιόδρων με τρία μηχανήματα (Απολήπτες-Αποθέτες) τα οποία έχουν τη δυνατότητα απόθεσης, απόληψης ή απ'ευθείας τροφοδότησης λιγνίτη.

Η ονομαστική ικανότητα παραλαβής λιγνίτη των ταινιόδρων είναι 6000tn/h, ο δε λιγνίτης που μεταφέρουν μπορεί να αποθηκευτεί στην Αυλή Λιγνίτη (μέσω των τριών Αποθετών ικανότητας 3500tn/h ο καθένας) ή να προωθηθεί απευθείας στο Σύστημα Σπαστήρων.

Στο Σύστημα Σπαστήρων, ο λιγνίτης θρυμματίζεται σε κομμάτια μέγιστης διαμέτρου 4cm για να μεταφερθεί ακολούθως στα σιλό λιγνίτη των Μονάδων.

Η ημερήσια κατανάλωση λιγνίτη του Σταθμού όταν οι Μονάδες λειτουργούν σε πλήρες φορτίο είναι της τάξης των 68000tn και ετησίως 18,5 εκατομμύρια τόνοι (πίνακας 3.1).

Κατά τη διάρκεια εκκινήσεων και κρατήσεων των Μονάδων καθώς και για την υποστήριξη της καύσης, όταν η ποιότητα του λιγνίτη είναι χαμηλότερη της προδιαγραφόμενης, χρησιμοποιείται πετρέλαιο (diesel) το οποίο είναι αποθηκευμένο σε δεξαμενή χωρητικότητας 5000 m³.

Πίνακας 3.1 Ετήσια κατανάλωση λιγνίτη ανά μονάδα

ΜΟΝΑΔΕΣ	1	2	3	4	5	ΣΥΝΟΛΟ
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ (εκατ. Τόνοι)	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	18,5

3.1 Λιγνίτης

Ο λιγνίτης είναι ένα ορυκτό στερεό καύσιμο που ανήκει στην κατηγορία των φτωχών γαιανθράκων και προήλθε από φυτικά υπολείμματα μέσα από μια σειρά διεργασιών ενανθράκωσης. Οι ορυκτοί άνθρακες με βάση τον βαθμό ενανθράκωσης, δηλαδή τον εμπλουτισμό τους σε άνθρακα, διακρίνονται σε τύρφη, λιγνίτη, λιθάνθρακα, ανθρακίτη και γραφίτη. Οι λιγνίτες σχηματίστηκαν κατά τα πρώτα στάδια ενανθράκωσης αμέσως μετά την τύρφη. Ανάλογα με την ποιότητα, την ηλικία και τις συνθήκες σχηματισμού, είναι συμπαγείς, σκληροί ή εύθρυπτοι-μαλακοί και έχουν χρώμα καφέ-μαύρο έως ανοιχτό καφέ.

Έχουν μεγάλο ποσοστό υγρασίας σε φυσική κατάσταση που φτάνει μέχρι 60%, ενώ όταν καίγονται παράγουν θερμότητα και αφήνουν ως κατάλοιπο τέφρα (στάχτη). Η θερμότητα που παράγουν λέγεται θερμογόνο δύναμη και μετριέται σε θερμίδες. Το θερμιδικό περιεχόμενο των λιγνιτών είναι 3 έως 7 φορές μικρότερο από του λιθάνθρακα και 5 έως 10 φορές μικρότερο από του πετρελαίου. Τα χαρακτηριστικά του λιγνίτη φαίνονται στον πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2 Χαρακτηριστικά συμβατικού καυσίμου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	
Κατώτερη Θερμαντική Ικανότητα	1300kcal/kg ή 5440kJ/kg
Ολική Υγρασία	57,2%
Τέφρα Λιγνίτη	13%

Οι Ελληνικοί λιγνίτες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχουν θερμογόνο δύναμη από 1000 έως 2500 θερμίδες ανά γραμμάριο και τέφρα 14-20%.

Σχηματισμός Λιγνίτη

Στην Ελλάδα κατάλληλες συνθήκες για τον σχηματισμό λιγνιτικών κοιτασμάτων παρουσιάστηκαν τον Καινοζωικό αιώνα, κυρίως κατά το Νεογενές και το Πλειστόκαινο, δηλαδή πριν από 11 έως 1 εκατομμύριο χρόνια. Το θερμό και υγρό κλίμα που επικρατούσε την εποχή εκείνη βοήθησε στην ανάπτυξη πλούσιας υδροχαρούς βλάστησης, κυρίως σε αβαθείς λίμνες και έλη κλειστών ενδοειπωτικών λεκανών αλλά και σε μαιάνδρους ή δέλτα ποταμών. Με την πάροδο του

χρόνου μεγάλες ποσότητες φυτικού υλικού, κάτω από την πίεση γαιωδών υλικών και με την επίδραση μικροοργανισμών, μετατράπηκαν σταδιακά σε λιγνίτη.

Όταν όλες οι συνθήκες του φαινομένου της λιγνιτογένεσης: κλίμα, στάθμη νερού, κινήσεις του πυθμένα της λεκάνης, πιέσεις από το βάρος των γαιωδών υλικών, βρίσκονται σε ισορροπία, σχηματίζονται στρώματα λιγνίτη. Όταν κάποια από αυτές αλλάξει, σταματούσε η λιγνιτογένεση και σχηματίζοντουσαν άλλα πετρώματα όπως άμμος, άργιλος, μάργες.

Για αυτό τον λιγνίτη τον βρίσκουμε συνήθως με τη μορφή αλλεπάλληλων στρωμάτων που εναλλάσσονται με άγονα υλικά και τέλος σκεπάζονται από αυτά. Τα άγονα υλικά που βρίσκονται μεταξύ των λιγνιτικών στρωμάτων λέγονται ενδιάμεσα. Ενώ αυτά που καλύπτουν τα στρώματα του λιγνίτη μέχρι την επιφάνεια του εδάφους ονομάζονται υπερκείμενα. Τα πάχη των υπερκείμενων αγόνων μπορεί να είναι λίγα μέτρα έως μερικές δεκάδες μέτρα. Ενώ των ενδιάμεσων μπορεί να είναι από μερικά εκατοστά έως λίγα μέτρα.

Έχει υπολογιστεί ότι για τον σχηματισμό στρώματος πάχους 1m λιγνίτη, απαιτείται χρονικό διάστημα 1000-4000 ετών.

Μέσα στα λιγνιτικά στρώματα και στα πετρώματα που τα περιβάλλουν υπάρχουν απολιθώματα από τη χλωρίδα και την πανίδα της παλιάς λίμνης και της ευρύτερης λεκάνης. Τα πιο συνηθισμένα είναι κελύφη μικρών οστρακωδών, γαστεροπόδων, ελασματοβραγχίων, ίχνη ψαριών του γλυκού νερού, δόντια και οστά μεγάλων θηλαστικών, φύλλα, καρποί καθώς και γύρη φυτών.

Χαρακτηριστικό, επίσης, πολλών λιγνιτικών κοιτασμάτων είναι ο ήπιος ή έντονος τεκτονισμός, δηλαδή η ύπαρξη ρηγμάτων που έχει ως αποτέλεσμα να χάνεται η συνέχεια και η οριζοντιότητα των λιγνιτικών στρωμάτων.

Εξόρυξη του λιγνίτη

Τα τρία κύρια στάδια στην εκμετάλλευση ενός λιγνιτικού κοιτάσματος είναι:

- Η εξόρυξη
- Η μεταφορά
- Η απόθεση του λιγνίτη και των άγονων υλικών

Η εξόρυξη του λιγνίτη γίνεται επιφανειακά σε ανοιχτά-υπαίθρια ορυχεία αφού πρώτα απομακρυνθούν τα άγονα υπερκείμενα υλικά και αποκαλυφθούν τα λιγνιτικά στρώματα. Για την εξόρυξη του κοιτάσματος χωρίζονται τα υπερκείμενα άγονα υλικά και τα λιγνιτικά στρώματα με τα ενδιάμεσα υλικά σε βαθμίδες ύψους 10-30m και σκάπτονται κατά στρώσεις με μεγάλα ηλεκτροκίνητα μηχανήματα, συνεχούς λειτουργίας, τους καδοφόρους Εκσκαφείς.

Σε ορισμένες περιπτώσεις στα υπερκείμενα άγονα συναντώνται σκληροί σχηματισμοί που για την απομάκρυνσή τους απαιτείται η χρήση εκρηκτικών υλών και η φόρτωση και μεταφορά τους με μεγάλες τσάπες και χωματουργικά αυτοκίνητα.

Η μεταφορά του λιγνίτη και των άγονων υλικών στον προορισμό τους γίνεται με ηλεκτροκίνητες μεταφορικές ταινίες, τους Ταινιόδρομους (εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.1 Μεταφορά λιγνίτη με ταινιόδρομους [7]

Ο λιγνίτης μεταφέρεται στον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό Αγίου Δημητρίου για να καεί, ενώ τα άγωνα υλικά μεταφέρονται και είτε συσσωρεύονται σε επιλεγμένες περιοχές κοντά στο ορυχείο, σχηματίζοντας μικρούς λόφους (εξωτερική απόθεση), είτε γεμίζουν κοιλάματα που έχει δημιουργήσει η εξόρυξη (εσωτερική απόθεση).

Η απόθεση του λιγνίτη και των αγόνων υλικών στους χώρους εσωτερικής και εξωτερικής απόθεσης γίνεται με μεγάλα ηλεκτροκίνητα μηχανήματα συνεχούς λειτουργίας που ονομάζονται Αποθέτες.

Στον κύκλο της παραγωγικής διαδικασίας του λιγνίτη περιλαμβάνονται και άλλα μικρότερα χωματουργικά μηχανήματα, όπως φορτωτές, μπουλντόζες, φορτηγά κλπ., που βοηθούν στη λειτουργία των μεγαλύτερων ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων.

Καύση λιγνίτη

Η διαδικασία της καύσης λιγνίτη λαμβάνει χώρα σε Λέβητες Εφαπτομενικής Καύσης (με καυστήρες κονιοποιημένου λιγνίτη υπό γωνία), με υποπίεση στο θάλαμο καύσης. Η στεγανοποίηση του πυθμένα του Λέβητα γίνεται μέσω του νερού της τεφρολεκάνης. Συμμετρικά γύρω από κάθε Λέβητα είναι εγκατεστημένοι 8 Μύλοι, με τους αντίστοιχους τροφοδότες, στους οποίους οδηγείται ο λιγνίτης μέσω των σιλό λιγνίτη κάθε Μονάδας.

Στον οχετό αναρρόφησης καυσαερίων των Μύλων, μεταφέρεται ο λιγνίτης μέσω της πλακοταινίας του τροφοδότη, όπου αναμιγνύεται με τα καυσαέρια και ξηραίνεται. Κατά τη διαδικασία αυτή εξατμίζεται το 80% της υγρασίας του καυσίμου, δημιουργώντας έτσι τις προϋποθέσεις ευθρυπτότητας και άλεσης του λιγνίτη στους Μύλους.

Μέσω των καυστήρων, ο λιγνίτης καταθλίβεται στην εστία του Λέβητα και οδηγούνται μέσω Ηλεκτροστατικών Φίλτρων στην καμινάδα με δυο ανεμιστήρες.

Στο Λέβητα είναι εγκατεστημένοι περιφερειακά οι αυλοί ανόδου, όπου κυκλοφορεί βεβιασμένα αφαλατωμένο νερό. Αφού θερμανθεί το νερό αυτό στη θερμοκρασία εξάτμισής του, οδηγείται στο διαχωριστή, για να ξεχωρίσει το νερό από τον ατμό.

Από το διαχωριστή ο ατμός οδηγείται μέσω των συλλεκτών στους αυλούς υπέρθερμου ατμού. Μετά την υπερθέρμανση ο ατμός εισάγεται στο Στρόβιλο Υψηλής Πίεσης, από όπου εξερχόμενος οδηγείται εκ νέου στο Λέβητα (στους αυλούς του αναθερμαντή) και αναθερμαίνεται για να οδηγηθεί και πάλι στο Στρόβιλο Μέσης Πίεσης.

Στο τέλος της διαδρομής των καυσαερίων του Λέβητα βρίσκονται οι αυλοί του Οικονομητήρα, όπου γίνεται η πρώτη προθέρμανση του νερού, προτού οδηγηθεί στους αυλούς ανόδου.

Οι Λέβητες των Μονάδων 1,2,3 και 4 έχουν ύψος 80m, ενώ της Μονάδας 5 100m και είναι αναρτημένοι (για λόγους διαστολών) από την οροφή του λεβητοστασίου.

3.2 Περιγραφή εγκαταστάσεων

Ο ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου αποτελείται από 5 Μονάδες. Η αρχή λειτουργίας που ακολουθούν οι Μονάδες είναι η ίδια, κάθε μια όμως από αυτές λειτουργεί αυτόνομα.

Μια Μονάδα αποτελείται από έναν Λέβητα (πίνακας 3.3), όπου γίνεται η καύση του λιγνίτη, το σύστημα υδροδότησης, το κύκλωμα ψύξης, και τη στροβιλογεννήτρια.

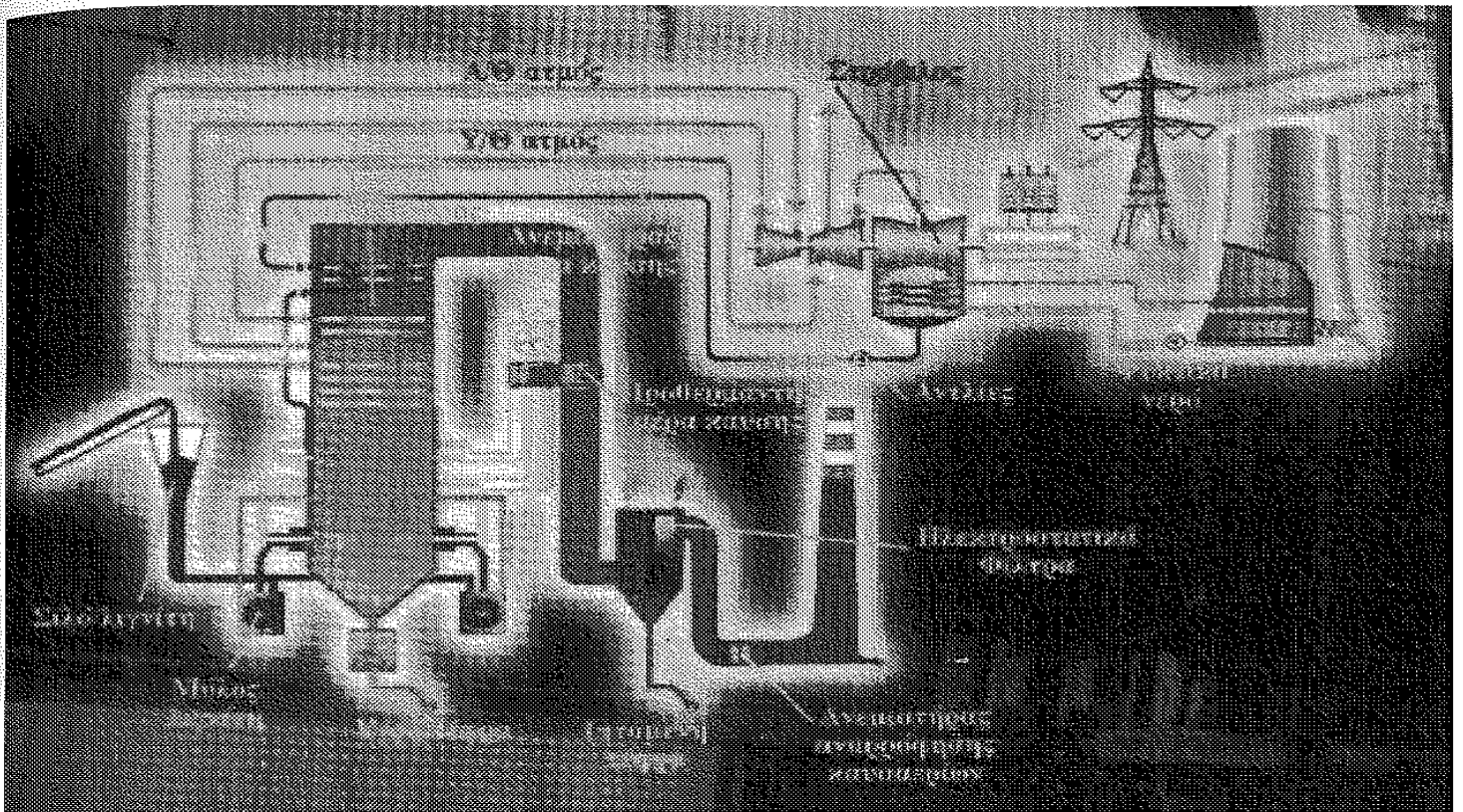
Τα κύρια χαρακτηριστικά των λεβήτων φαίνονται στον πίνακα 3.3

Πίνακας 3.3. Χαρακτηριστικά λεβήτων μονάδων

Μονάδες	1	2	3	4	5
Τύπος Λέβητα	SULZER	SULZER	SULZER	SULZER	BENSON
Μέγιστη Ατμοπαραγωγή (T/h)	916	916	950	950	1029
Ροή Υ/Θ ατμού (T/h)	853,8	853,8	887,2	887,2	993,1
Πίεση Υ/Θ Ατμού (bar)	171,4	171,4	171,3	171,3	199
Θερμοκρασία Υ/Θ Ατμού (°C)	542	542	542	542	540
Πίεση Λ/Θ Ατμού (bar)	40,1	40,1	39,7	39,7	32,6
Θερμοκρασία Λ/Θ Ατμού (°C)	542	542	542	542	540
Θερμοκρασία Τροφ. Νερού (°C)	248	248	257	257	238
Βαθμός Απόδοσης (%)	87	87	87	87	88

Συστήματα ψύξης

Για τη συμπύκνωση του εξερχόμενου ατμού από το Στρόβιλο Χαμηλής Πίεσης, καθώς και για την ψύξη των διαφόρων βοηθητικών μηχανημάτων λειτουργεί κλειστό κύκλωμα ψύξης (εικόνα 3.2).



Εικόνα 3.2 Κύκλωμα ψύξης [7]

Βασικό στοιχείο του ψυκτικού κυκλώματος είναι ο πύργος Ψύξης, στον οποίο καταιονίζεται το θερμό νερό που επιστρέφει από το Κύριο Ψυγείο και τα μηχανήματα και εκτίθεται σε αντίθετα διερχόμενο ρεύμα ατμοσφαιρικού αέρα που εισέρχεται από τη βάση του Πύργου (φυσικός ελκυσμός).

Το κύκλωμα ψύξης της Μονάδας είναι τύπου ανοικτής ανακυκλοφορίας.

Οι πύργοι Ψύξης των Μονάδων 1 και 2 έχουν ύψος 95m, των Μονάδων 3 και 4, 104m και της Μονάδας 5, 108m (εικόνα 3.3).

Το νερό αφού ψυχθεί από τον καταιονισμό και τη μερική εξάτμισή του μέσα στον Πύργο Ψύξης, συγκεντρώνεται στη λεκάνη του Πύργου και από εκεί παραλαμβάνεται από τις αντλίες κυκλοφορίας και επαναχρησιμοποιείται. Η ποσότητα του εξατμιζόμενου νερού είναι περίπου $1,7 m^3 / MWh$. Επειδή όμως η εξάτμιση αυτή προκαλεί συμπύκνωση των διαλυμένων αλάτων του ψυκτικού νερού, ένα μέρος αυτού πρέπει να απομακρύνεται από το κύκλωμα. Για το λόγο αυτό μια ποσότητα ψυκτικού νερού της τάξης των $0,8 m^3 / MWh$ αποβάλλεται από το κύκλωμα (στρατσώνα του Πύργου Ψύξης).



Εικόνα 3.3 Πύργοι ψύξης [7]

Οι απώλειες αυτές αναπληρώνονται με το νέο νερό του συστήματος υδροδότησης από το οποίο έχει απομακρυνθεί η παροδική σκληρότητα. Το νερό αυτό παράγεται στις εγκαταστάσεις αποσκλήρυνσης διήθησης των Μονάδων του Σταθμού.

Σύστημα υδροδότησης

Η τροφοδοσία του Σταθμού με ακατέργαστο νερό εξασφαλίζεται από τη λίμνη Πολυφύτου μέσω τριών αντλιοστασίων συνολικής ικανότητας $8500 \text{ m}^3/\text{h}$ που είναι εγκατεστημένα σε σειρά και εξυπηρετούν τους ΑΗΣ του λεκανοπεδίου Κοζάνης–Πτολεμαΐδας.

Το βιομηχανικής χρήσης νερό χρησιμοποιείται για τη συμπλήρωση των απωλειών των ψυκτικών κυκλωμάτων, του θερμικού κύκλου και για ανάγκες πυρόσβεσης του Σταθμού.

Η μέγιστη ποσότητα βιομηχανικού νερού που καταναλώνεται είναι περίπου $4200 \text{ m}^3/\text{h}$. Από αυτό το νερό η μεγαλύτερη ποσότητα χρησιμοποιείται για τη συμπλήρωση των απωλειών των κυκλωμάτων ψύξης, αφού προηγουμένως υποστεί μερική αποσκλήρυνση, με αποβολή της παροδικής του σκληρότητας με χρήση υδρασβέστου.

Η ετήσια κατανάλωση νερού όλων των Μονάδων είναι 26 εκατ. Τόνοι (πίνακας 3.4).

Η αποσκλήρυνση του ψυκτικού νερού είναι απαραίτητη για να μην δημιουργηθούν καταλατώσεις στις σωληνώσεις του ψυκτικού κυκλώματος. Μια ποσότητα αποσκληρυσμένου νερού τροφοδοτεί το σύστημα αφαλάτωσης (απιονοσμού) που λειτουργεί με τη χρήση ιοντοεναλλακτικών ρητινών, για την παραγωγή του αφαλατωμένου νερού που απαιτείται για τις ανάγκες του θερμικού κύκλου των Μονάδων του Σταθμού.

Πίνακας 3.4. Ετήσια κατανάλωση νερού

Μονάδες	1	2	3	4	5
(Εκατ. Τόνοι)	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0

Στροβιλογεννήτριες

Ο Στρόβιλος κάθε Μονάδας, τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον πίνακα 3.5, αποτελείται από τρία πολυβάθμια συγκροτήματα εκτόνωσης της υψηλής, μέσης και χαμηλής πίεσης.

Και τα τρία συγκροτήματα έχουν τον ίδιο άξονα περιστροφής, ενώ στον άξονα είναι προσαρμοσμένα κινητά πτερύγια, κατασκευασμένα από ειδικά κράματα μετάλλων.

Πίνακας 3.5. Χαρακτηριστικά στροβίλων μονάδων

ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	1	2	3	4	5
Τύπος στροβίλου	TANDEM	TANDEM	TANDEM	TANDEM	TANDEM
Στροφές στροβίλου (rpm)	3000	3000	3000	3000	3000
Βαθμός απόδοσης	45,29%	45,29%	45,55%	45,55%	46,53%

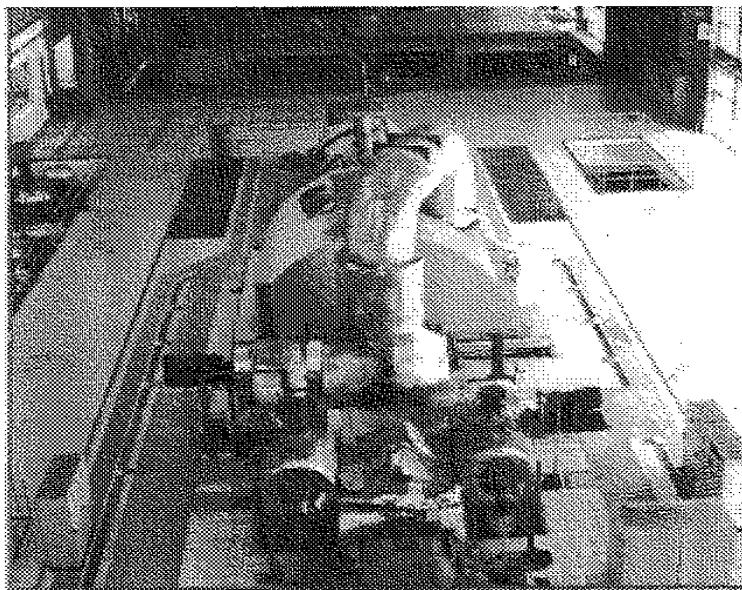
Στον άξονα του Στροβίλου, που περιστρέφεται με ταχύτητα 3000στροφές/min, είναι προσαρμοσμένος ο ρότορας της Γεννήτριας, με το πεδίο διέγερσής της. Τα χαρακτηριστικά των Γεννητριών φαίνονται στον πίνακα 3.6.

Πίνακας 3.6. Χαρακτηριστικά γεννητριών μονάδων

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	1	2	3	4	5
Φαινόμενη ισχύς (MVA)	335	335	344	344	431,5
Συντελεστής ισχύος	0,90	0,90	0,90	0,90	0,85
Τάση γεννήτριας (kV)	21	21	20	20	21
Ένταση γεννήτριας (A)	9164	9164	9940	9940	11863

Οι γεννήτριες όλων των Μονάδων (εικόνα 3.4) είναι σύγχρονες διπολικές, η δε παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι τάσεως 21000 Volt και συχνότητας 50Hz.

Για την ψύξη του στάτη και του ρότορα της Γεννήτριας χρησιμοποιείται αέριο υδρογόνο και επιπλέον για την ψύξη του στάτη χρησιμοποιείται απιονισμένο νερό, το οποίο κυκλοφορεί μέσα στις μπάρες του στάτη που είναι κοίλες.



Εικόνα 3.4 Σύγχρονη διπολική γεννήτρια [7]

3.3 Λειτουργία Μονάδας

Η καύση του λιγνίτη που πραγματοποιείται στο Λέβητα (θάλαμο καύσης) και η θερμική ενέργεια που παράγεται απορροφάται από το αφαιρατωμένο νερό που κυκλοφορεί στους αυλούς του Λέβητα, με αποτέλεσμα την ατμοποίηση του και τη δημιουργία υπέρθερμου ατμού.

Ο υπέρθερμος ατμός (Υ/Θ) οδηγείται στο Στρόβιλο Υψηλής Πίεσης, όπου εκτονώνεται και πάλι παράγοντας έργο, για να καταλήξει τελικά στο Κύριο Ψυγείο της Μονάδας, όπου συμπυκνώνεται με τη βοήθεια ψυκτικού νερού, το οποίο απάγει τη θερμότητά του προς συμπύκνωση ατμού.

Στη συνέχεια μέσω των αντλιών, αφού προθερμανθεί σε δύο στάδια σε εναλλάκτες θερμότητας, οδηγείται εκ νέου στο Λέβητα, μέσω των τροφοδοτικών αντλιών για ατμοποίηση, ολοκληρώνοντας έτσι το θερμικό κύκλο.

Η θερμική ενέργεια που απάγεται από το ψυκτικό νερό στο Κύριο Ψυγείο της Μονάδας, αποβάλλεται στη συνέχεια στον Πύργο Ψύξης με καταιονισμό για να επανέλθει πλέον με χαμηλότερη θερμοκρασία εκ νέου στο Κύριο Ψυγείο μέσω δύο αγωγών κυκλοφορίας, ώστε να κλείσει ο ψυκτικός κύκλος. Κατά τη διαδικασία του καταιονισμού στον Πύργο Ψύξης, χάνεται μια ποσότητα νερού με τη μορφή ατμού και σταγονιδίων.

Στον άξονα του στροβίλου που περιστρέφεται με 3000στροφές/min, είναι συνδεδεμένη η Γεννήτρια, η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και μέσω ενός μετασχηματιστή ανυψώσεως 21/400kV, τροφοδοτεί το Εθνικό Δίκτυο Υπερυψηλής Τάσης (400kV).

Η τροφοδότηση των μηχανημάτων της ίδιας της Μονάδας γίνεται μέσω ενός μετασχηματιστή block 21/6kV (αυτοτροφοδότηση).

Η ιδιοκατανάλωση της Μονάδας ανέρχεται περίπου στο 10% της παραγόμενης ενέργειας.

Όταν η Μονάδα είναι εκτός λειτουργίας, η τροφοδότηση των μηχανημάτων της γίνεται από το δίκτυο υψηλής τάσης μέσω Μετασχηματιστή 150/6kV.

Για την παραγωγή 1kWh απαιτείται καύση περίπου 1,8kg λιγνίτη, θερμογόνου δύναμης 1300kcal/kg και κατανάλωση 2,5lt ψυκτικού νερού.

3.4 Ρύποι

Κατά τη διαδικασία παραγωγής ενέργειας από λιγνίτη η σύσταση των ρύπων που εκλύονται εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Κατά την καύση 1 kg λιγνίτη μέτριας ποιότητας, όπως ο λιγνίτης που εξορύσσεται από την περιοχή του νότιου πεδίου, οι ρύποι που εκλύονται στα 15,2 m³ καυσαερίου είναι οι εξής: 16-21% CO₂, 50ppm CO, 425ppm SO₂, 125ppm NO_x, 5% O₂, 50% N₂ και μεγάλη ποσότητα τέφρας.

Σε όλη τη διαδικασία της καύσης παίρνουν μέρος διάφορα χημικά όπως: θειικό οξύ, καυστικό νάτριο, άλατα τρισθενούς σιδήρου και υδράσβεστος. Επίσης γίνεται κατανάλωση μεγάλης ποσότητας νερού και πετρελαίου diesel. Η κατανάλωση των παραπάνω καθώς και τα ακριβή ποιοτικά χαρακτηριστικά του λιγνίτη αναφέρονται στο παράρτημα 1.

Ο ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου έχει αποβεί σε κάποιες ενέργειες για την προστασία του περιβάλλοντος όπως:

- ❖ Η απολύμανση του μεγάλου μετασχηματιστή ελαίου PCBs.
- ❖ Αντικατάσταση όλων των πυκνωτών ελαίου PCBs με πυκνωτές συμβατών ελαίων κατά τη χρονική περίοδο 2003-2004.
- ❖ Κατασκευή νέων Ηλεκτροστατικών Φίλτρων νέας τεχνολογίας που θα αντικαταστήσουν τα παλιά και θα μειωθεί με αυτό τον τρόπο η εκπομπή σκόνης-τέφρας κατά 65% περίπου (από 150mg/m³ σε 50mg/m³).

Εκτός όμως από τους αέριους ρύπους ένας ατμοηλεκτρικός σταθμός επιβαρύνεται και με υγρά απόβλητα. Τα απόβλητα αυτά είναι απόνερα που προέρχονται από τις υπερχειλίσεις των τερφολεκανών και των πύργων ψύξης και είναι επίσης μολυσμένα από τα βρόχινα νερά και τα λάδια που χρησιμοποιούνται για τη λίπανση των μηχανών

Ηλεκτροστατικά φίλτρα

Τα καυσαέρια που παράγονται από την καύση του λιγνίτη στους Λέβητες, πριν οδηγηθούν στις καμινάδες, διέρχονται από ογκώδεις διατάξεις κατακράτησης των αιωρούμενων σωματιδίων, τα Ηλεκτροστατικά Φίλτρα (Η/Φ).

Στα Η/Φ, τα σωματίδια της τέφρας, εκτίθενται σε συνεχές ηλεκτρικό πεδίο υψηλής τάσης (40 έως 50kV), με αποτέλεσμα τη μετατροπή τους σε ιόντα που τελικά συλλέγονται από τα ηλεκτρόδια συλλογής (πλάκες συλλογής) των φίλτρων.

Ένα σύστημα σφυριών αποκολλά την τέφρα από τα ηλεκτρόδια συλλογής, που τελικά συγκεντρώνεται στα σιλό των Η/Φ.

Τα καυσαέρια, αφού απαλλαγούν από την τέφρα στα Η/Φ, οδεύουν προς τις καμινάδες, οι οποίες είναι διπλού τοιχώματος (εικόνα 3.5) και έχουν ύψος 200m.



Εικόνα 3.5 Καμινάδα διπλού τοιχώματος [7]

Αποκομιδή τέφρας

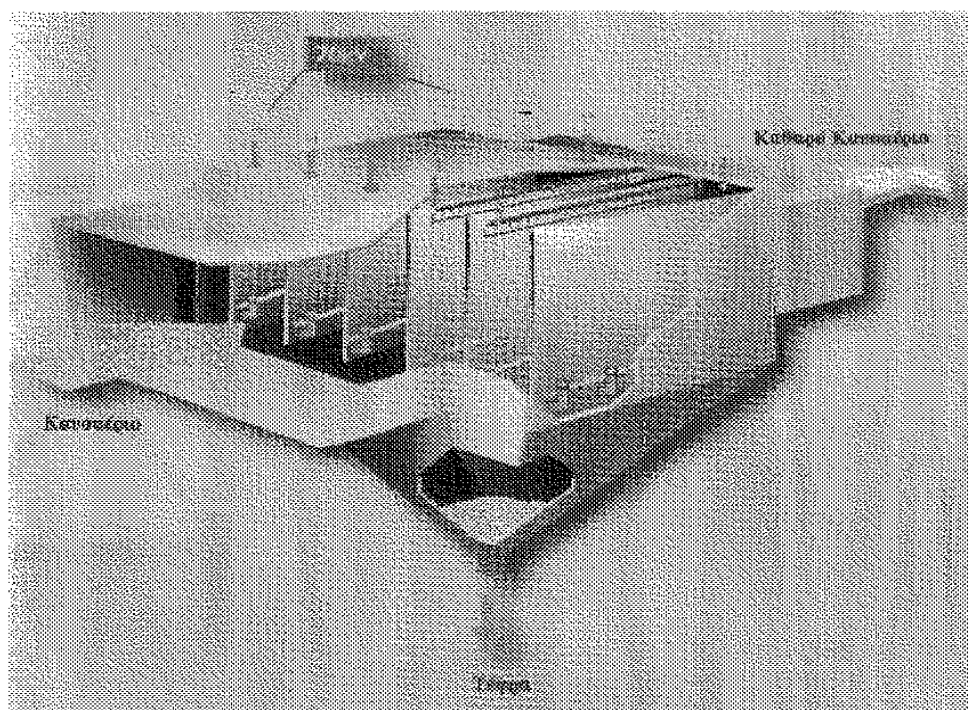
Από τα σιλό των Ηλεκτροστατικών φίλτρων η τέφρα που κατακρατήθηκε από τα καυσαέρια (ιπτάμενη τέφρα) οδηγείται, με τη χρήση συστήματος αέρα, σε ένα κεντρικό «σιλό» από σκυρόδεμα (εικόνα 3.6). Στη βάση του κεντρικού «σιλό» είναι εγκατεστημένο ένα σύστημα υγραντών, το οποίο

αφού διαβρέξει την τέφρα, την οδηγεί στους ταινιόδρομους, στους οποίους αποτίθεται και η τέφρα των τειφρολεκανών, που είναι εγκατεστημένες κάτω από τους λέβητες των Μονάδων (υγρή τέφρα).

Οι ταινιόδρομοι, συνολικού μήκους 11km, μεταφέρουν την τέφρα στο ορυχείο και την αποθέτουν μαζί με τα άγωνα υλικά εκσκαφής στους χώρους όπου αφαιρέθηκε ο λιγνίτης.

Οι χώροι αυτοί επικαλύπτονται τελικά με φυτική γη και είναι ξανά κατάλληλοι για καλλιέργειες.

Στο Σταθμό υπάρχουν και εγκαταστάσεις φόρτωσης της τέφρας σε κλειστά σιλοφόρα αυτοκίνητα για πώλησή της στις τσιμεντοβιομηχανίες.



Εικόνα 3.6 Εγκατάσταση συλλογής της τέφρας [7]

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

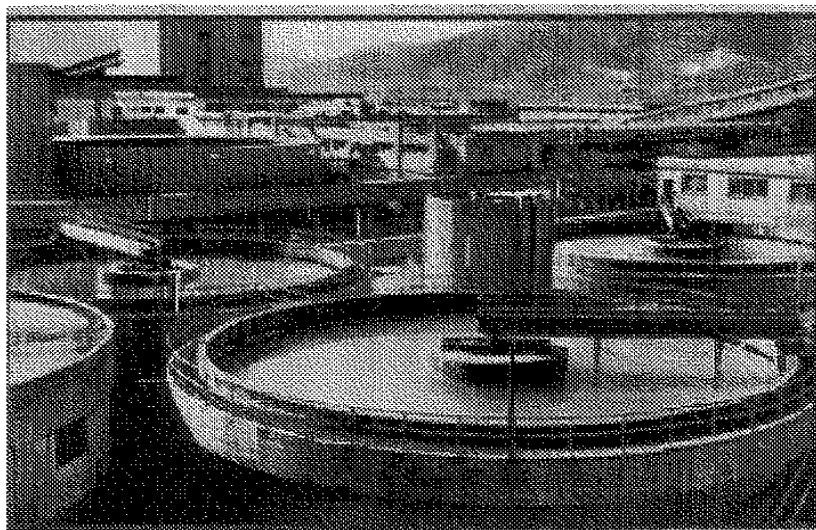
Ο Σταθμός διαθέτει τέσσερα ανεξάρτητα συστήματα, για να επεξεργαστεί τα αποβαλλόμενα νερά του:

1. Συγκρότημα εξουδετέρωσης υγρών βιομηχανικών απόνερων που προέρχονται από τις αναγεννήσεις των ιοντοεναλλακτικών ρητινών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του αφυαλατωμένου νερού και τον καθαρισμό του συμπυκνώματος των Μονάδων.
2. Συγκρότημα βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων, δηλαδή δύο όμοιων κλάδων με ικανότητα επεξεργασίας μέχρι $100 m^3$ /ημέρα. Η αρχή λειτουργίας του συστήματος στηρίζεται στη

μέθοδο «παρατεταμένου αερισμού ενεργοποιημένης λάσπης». Προ του συγκροτήματος αυτού υπάρχει εγκατάσταση συλλογής των λιπών και λαδιών.

3. Συγκρότημα κατεργασίας βιομηχανικών υγρών απόνερων ονομαζόμενο S1. Στο συγκρότημα αυτό, που είναι ικανότητας κατεργασίας $650 m^3/h$, γίνεται εξουδετέρωση, κροκιδωση και μερική διαύγαση με καθίζηση (διαδικασία μεγιστοποίησης της διατομής των διάφορων υλικών που βρίσκονται στο νερό με κροκιδωτικά υλικά για την ευκολότερη καθίζησή τους και τελική συλλογή τους), στα βιομηχανικά απόνερα του σταθμού (υπερχείλιση τεφρολεκανών, νερά από την ψύξη των μηχανημάτων, βρόχινα νερά κ.λ.π.).

4. Συγκρότημα τελικής επεξεργασίας των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και των νερών της βροχής του σταθμού, που ονομάζεται S3 (εικόνα 3.7). Στο συγκρότημα αυτό, που είναι ικανότητας $2000 m^3/h$, συγκεντρώνονται όλα τα απόβλητα από τα Συστήματα Βιολογικού Καθαρισμού και το σύστημα S1, τα απόνερα του Συστήματος Λιγνίτη καθώς και οι υπερχειλίσεις των Πύργων Ψύξης. Στις εγκαταστάσεις του γίνεται πρωτοβάθμια καθίζηση, κροκιδωση, δευτεροβάθμια καθίζηση και τελική ρύθμιση της οξύτητας των επεξεργασμένων απόνερων (pH), ούτως ώστε τα εξερχόμενα από το σταθμό νερά να είναι κατάλληλα για όλες τις χρήσεις πλην πόσης.



Εικόνα 3.7 Εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων [7]

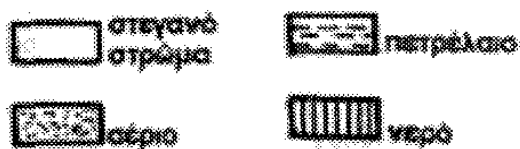
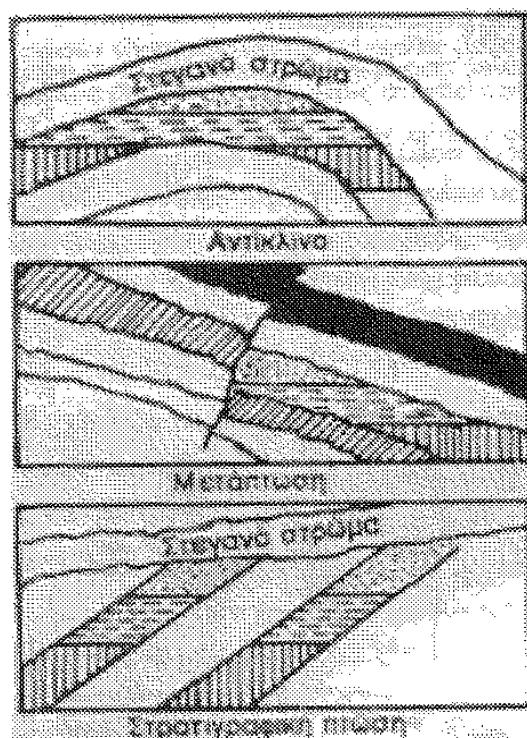
Οι ετήσιες ποσότητες νερού και λάσπης που επεξεργάζονται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων φαίνονται στον πίνακα 3.7.

Πίνακας 3.7 Ετήσια επεξεργασία νερού και λάσπης

	Νερό	Λάσπη
ΕΤΗΣΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (εκατ. Τόνοι)	8,0	2,0

4 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Τα φυσικά αέρια δημιουργήθηκαν πριν από πολλά εκατομμύρια χρόνια στους πυθμένες θαλασσών από μεγάλες ποσότητες μικροοργανισμών, την απουσία αέρα και υπό την επίδραση βακτηριδίων. Κατά τη διάρκεια γεωλογικών αιώνων, δηλ. σε εκατομμύρια ετών, το υλικό αυτό βυθίστηκε και καταπλακώθηκε από μεγάλα στρώματα γης. Το αέριο που παράχθηκε κατά αυτόν τον τρόπο κατέφυγε στους πόρους του μητρικού στρώματος, όπου και συγκρατήθηκε προσωρινά. Αργότερα, και κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες, το αέριο αυτό μετακινήθηκε σε άλλες στρωματικές διαμορφώσεις, στις οποίες το βρίσκουμε και σήμερα. Αυτές οι διαμορφώσεις προϋποθέτουν ένα πλήρως στεγανό στρώμα καλύψεως, το οποίο μπορεί να είναι ένα αντίκλινο, μια μετάπτωση ή μια στρατιγραφική πτώση (εικόνα 4.1).

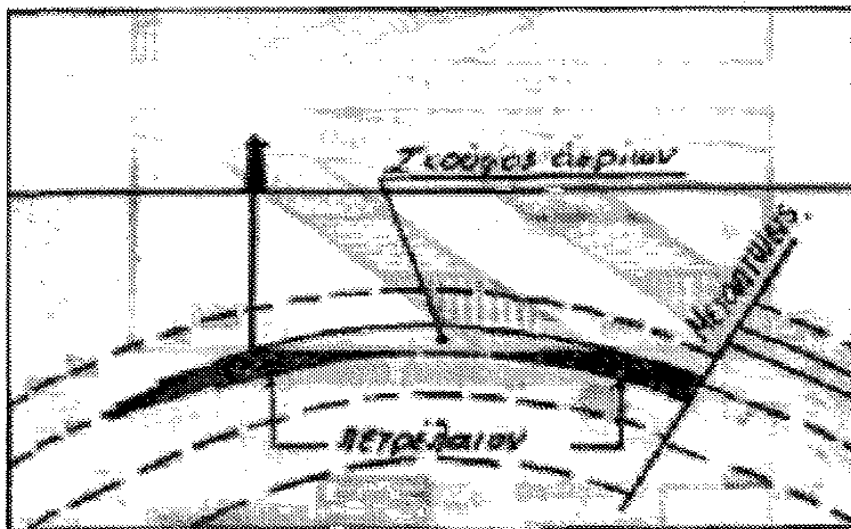


Εικόνα 4.1. Διαμορφώσεις στις οποίες συγκεντρώνεται φυσικό αέριο [2]

Τέτοιες διαμορφώσεις, που ερευνώνται με διάφορες μεθόδους, χαρακτηρίζονται σαν ελπιδοφόρες, όσον αφορά την ύπαρξη υδρογονανθράκων. Κύριες μέθοδοι έρευνας είναι η μαγνητική και η σεισμική. Κατά τη μαγνητική μέθοδο προσδιορίζονται απομακρύνσεις από την κανονική κατανομή του μαγνητικού πεδίου, που μπορούν να καθορισθούν και από αεροπλάνο ή ελικόπτερο. Κατά τη σεισμική μέθοδο προκαλούνται τεχνητές ταλαντώσεις του εδάφους, που έχουν για το αυτό πάχος διαφόρων στρωμάτων διαφορετικό χρόνο διέλευσης. Επίσης, τα σεισμικά κύματα ανακλώνται μερικώς στις επιφάνειες των διαφόρων στρωμάτων. Οι επιστρέφουσες ταλαντώσεις συλλαμβάνονται από ειδικά όργανα (τα γεώφωνα). Οι πληροφορίες αυτές επεξεργάζονται κατάλληλα και δίνουν πλήρη εικόνα του υπεδάφους. Δεν αναφέρουν όμως τίποτα για το αν αυτές οι δομές του υπεδάφους (που μπορεί να είναι ελπιδοφόρες) περιέχουν ή όχι υδρογονάνθρακες. Αυτό μόνο με γεωτρήσεις μπορεί να διαπιστωθεί. Αυτές κατά μέσο όρο έχουν βάθος από 2500 έως 3000m, ενώ υπάρχουν περιπτώσεις γεωτρήσεων που φθάνουν τα 6000m. Η επιτυχής έκβαση αυτών (εύρεση υδρογονανθράκων) είναι της τάξεως του 10 έως 20%.

Το φυσικό αέριο βρίσκεται σε υπόγειες συσσωρεύσεις, παρόμοιες με εκείνες του φυσικού πετρελαίου. Υπάρχουν τρεις τύποι συσσωρεύσεων:

- Συσσωρεύσεις από τις οποίες παράγεται οικονομικά μόνο αέριο, οι οποίες καλούνται μη συνδυασμένες.
- Συσσωρεύσεις που παράγουν πολύ αέριο συνοδευόμενο από μικρές ποσότητες ελαφρών υγρών υδρογονανθράκων, που καλούνται συμπυκνωμένα αποθέματα.
- Συσσωρεύσεις στις οποίες το αέριο βρίσκεται υπό πίεση διαλυμένο εντός των υγρών υδρογονανθράκων του φυσικού πετρελαίου. Όταν η ποσότητα των αερίων είναι αρκετά μεγάλη, καταλαμβάνει το ανώτερο τμήμα της συσσωρεύσεως του πετρελαίου υπό μορφή «σκούφου» (gas-cap), όπως φαίνεται στην εικόνα 4.2. Το αέριο στις περιπτώσεις αυτές καλείται συνδυασμένο.



Εικόνα 4.2. Παραγωγή πετρελαίου από την ενέργεια του αέριου σκούφου [2]

Αέριο από το «σκούφο αερίου» δεν παράγεται ποτέ, γιατί η ενέργεια του αερίου αυτού, το οποίο βρίσκεται υπό πίεση, χρησιμοποιείται για την αυτόματη μεταφορά του πετρελαίου από τα έγκατα της γης στην επιφάνεια. Χονδρικά μπορούμε να πούμε ότι κάθε 100m βάθους αυξάνεται η πίεση κατά 10bar και η θερμοκρασία κατά 3°C . Το λαμβανόμενο όμως φυσικό πετρέλαιο περιέχει διαλυμένο αέριο από το οποίο αποχωρίζεται στον τόπο της πετρελαιοπαραγωγής.

Στις περιπτώσεις αυτές η παραγωγή του αερίου εξαρτάται από την παραγωγή πετρελαίου, ενώ στην περίπτωση των μη συνδυασμένων αποθεμάτων η παραγωγή αερίου γίνεται κατά βούληση. Όταν τέλος εξαντληθεί η συσσώρευση του πετρελαίου και δεν μπορεί πλέον να παραχθεί πετρέλαιο με οικονομικό τρόπο, τότε γίνεται παραγωγή αερίου από τον σκούφο.

Κατεργασίες στην επιφάνεια

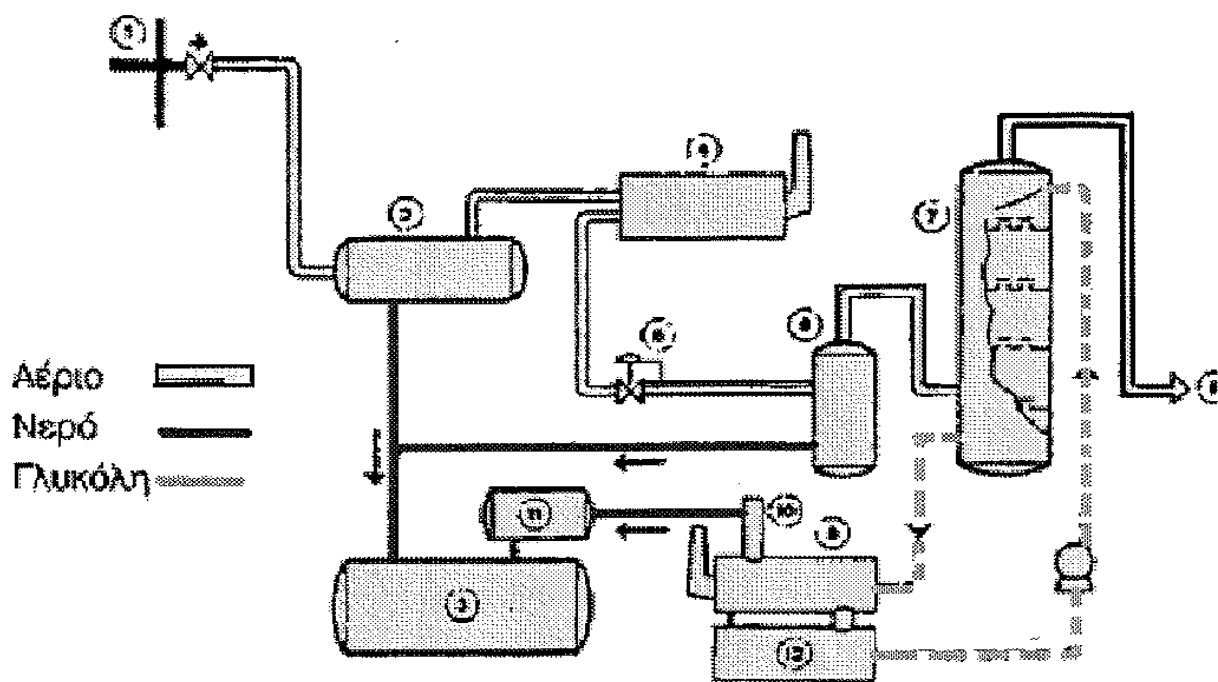
Το φυσικό αέριο που βγαίνει στην επιφάνεια από τη γη δεν είναι καθαρό. Περιέχει επιβλαβή ή και αδρανή στοιχεία. Κύριο επιβλαβές στοιχείο είναι το υδρόθειο, που μπορεί να περιέχεται σε μεγάλη αναλογία. Φυσικά αέρια που περιέχουν υδρόθειο σε ποσοστό μεγαλύτερο από 1% κατ'όγκο χαρακτηρίζονται σαν όξινα αέρια. Φυσικά αέρια με περιεκτικότητα μικρότερη από 1% χαρακτηρίζονται σαν ισχνά αέρια (lean gas, magergas). Αυτά μπορούν να αποθειωθούν με απλές μεθόδους. Καμιά φορά δίνονται και σε παρακείμενους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς και χωρίς αποθείωση. Τα ελεύθερα υδρόθειου αέρια χαρακτηρίζονται σαν γλυκά αέρια. Η αποθείωση πάντως όξινων φυσικών αερίων είναι μια δύσκολη διαδικασία, που κοστίζει πάρα πολύ.

Γενικά, η αφαίρεση του διοξειδίου του άνθρακα, του υδρόθειου, αλλά και των οργανικών ενώσεων του θείου γίνεται με έκπλυση του αερίου με κατάλληλα διαλύματα, που τα συγκρατούν με χημική ή φυσική απορρόφηση. Τα διαλύματα αναγεννώνται και ανακτώνται τα απορροφηθέντα. Η παραγωγή υδρόθειου με τον τρόπο αυτόν επιβαρύνει πολύ λίγο την ατμόσφαιρα.

Για τη συγκράτηση των βαρύτερων υδρογονανθράκων ψύχεται κυρίως το φυσικό αέριο στους -30°C . Υπάρχουν και διάφορες άλλες μέθοδοι (όπως μέθοδοι εκπλύσεως). Οι συγκεντρωνόμενοι υδρογονάνθρακες διαχωρίζονται σε αιθάνιο, LPG, νάφθα και καύσιμα αέρια, που χρησιμοποιούνται στην ιδιοκατανάλωση θερμότητας.

Αέρια που περιέχουν πολύ άζωτο μπορούν να αξιοποιηθούν και να μπουν σε μεγάλα συστήματα μόνο αν αυτό απομακρυνθεί (που φτάνει μέχρι και 50%). Με ψύξη μεταξύ -160 και -170°C υγροποιείται το μεθάνιο, ενώ το άζωτο αφήνεται κατά το πλείστον να διαφύγει στην ατμόσφαιρα. Το φυσικό αέριο μπορεί επίσης να περιέχει υδρατμούς. Η απομάκρυνση των υδρατμών είναι αναγκαία για δύο λόγους. Πρώτον γιατί υπό ορισμένες συνθήκες πίεσεως και θερμοκρασίας σχηματίζουν με τους υδρογονάνθρακες ενώσεις κρυσταλλικές (τις λεγόμενες gas hydrates), που υπό μορφή χιονιού δημιουργούν βουλώματα στους αγωγούς. Δεύτερον γιατί σε συνδυασμό με το διοξείδιο του άνθρακα και άλλα επίσης συστατικά του αερίου προκαλούν διαβρώσεις στους αγωγούς. Η ξήρανση του αερίου γίνεται μέχρι σημείου δρόσου -5 έως -20°C για πιέσεις 70 έως 80bar.

Η απομάκρυνση των υδρατμών από το φυσικό αέριο γίνεται κυρίως είτε με βαθιά ψύξη είτε με υγρά απορροφητικά υλικά (σε ειδικές περιπτώσεις και με στερεά), και κυρίως με γλυκόλη. Η απομάκρυνση των υδρατμών με γλυκόλη (μια πολύ υγροσκοπική ουσία, που απορροφά μεγάλες ποσότητες νερού) γίνεται με διατάξεις όπως αυτή της εικόνας 4.3.



Εικόνα 4.3. Διάταξη ξήρανσης φυσικού αερίου με γλυκόλη [2]

Από τη γεώτρηση (1) φέρεται το αέριο υπό την υψηλή πίεση της αντιθλίψεως στον πρώτο διαχωριστή (2), όπου αποτίθεται το ελεύθερο νερό και τυχόν συμπαρασυρόμενα στερεά, που στη συνέχεια διοχετεύονται στη δεξαμενή νερού (3). Το αέριο εισέρχεται στον προθερμαντήρα (4), όπου προθερμαίνεται κατάλληλα και στη συνέχεια εκτονώνεται μέσω του μειωτή πίεσης (5) της εγκατάστασης. Το νερό, που κατατίπτει, διαχωρίζεται στον διαχωριστή (6) από το αέριο και οδηγείται στη δεξαμενή νερού. Το αέριο οδηγείται στο κάτω μέρος του ξηραντήρα, που είναι μια κολώνα με υπερκείμενους κώδωνες, στην οποία ρέει από πάνω προς τα κάτω γλυκόλη. Αυτή συγκρατεί την υπόλοιπη υγρασία του αερίου, έτσι ώστε αυτό να εξέρχεται από πάνω ξηρό και να οδηγείται στο σύστημα μεταφοράς (8) ή το σύστημα περαιτέρω καθαρισμού. Η γλυκόλη πρέπει στη συνέχεια να αναγεννηθεί. Οδηγείται πρώτα σε ένα θερμομαντήρα (9), όπου βράζει στους 200°C. Οι ατμοί της γλυκόλης συμπυκνώνονται στην ειδική διάταξη (10), που μοιάζει με κολώνα αποστάξεως, και με υπερχειλίση οδηγούνται στην δεξαμενή (12). Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται στο ψυγείο (11) και οδηγούνται στη δεξαμενή νερού (3). Το καθαρισμένο και αφυγρασμένο φυσικό αέριο είναι έτοιμο για την μεταφορά.

Στον πίνακα 4.1 δίνεται η σύσταση αερίων από διαφορετικές πηγές.

Πίνακας 4.1 Σύσταση και ιδιότητες ρώσικου και αλγερινού Φ.Α. [4]

ΣΥΣΤΑΣΗ-ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
Περιεκτικότητα (% κ.θ.) σε:		
Μεθάνιο (C ₁)	min 85%	85,6-96,6%
Αιθάνιο (C ₂)	max 7%	3,2-8,5%
Προπάνιο (C ₃)	max 3%	0-3%
Βουτάνιο (C ₄)	max 2%	0-1,2%
Πεντάνιο και βαρύτερα (H ₂ S)	max 1%	0-0,7%
Αζώτο (N ₂)	max 5%	0,2-1,4%
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	max 3%	
Θειούχες ενώσεις:		
Υδροθείο (H ₂ S)	max 5mg/m ³	max 0,5ppm
Μερκαπτάνες	max 15mg/m ³	max 2,3mg/m ³
Σύνολο θείου (S ₂)	max 60mg/m ³	max 30mg/m ³
Πυκνότητα	0,685kg/m ³	0,74-0,82kg/m ³
Μέση Λ.Θ.Δ.	9,524kcal/Nm ³	9,982kcal/Nm ³
Μέση Κ.Θ.Δ.	8,686kcal/Nm ³	9,016kcal/Nm ³

Ιδιότητες του Φυσικού Αερίου

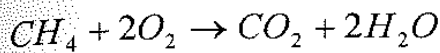
Το φυσικό αέριο αποτελείται από υδρογονάνθρακες με πολύ χαμηλό σημείο βρασμού. Το κύριο συστατικό του, το μεθάνιο, έχει σημείο βρασμού -154 °C . Αντίστοιχα, το σημείο βρασμού για το αιθάνιο και προπάνιο είναι -89°C και -42°C .

Το φυσικό αέριο είναι σε αέρια φάση σε κάθε θερμοκρασία πάνω από -161 °C . Τα βασικά χαρακτηριστικά του μεθανίου είναι:

- Αέριο
- Αχρωμο
- Σχεδόν άοσμο (μυρωδιά σκόρδου)
- Μη τοξικό αλλά ακατάλληλο για εισπνοή
- Εύφλεκτο και δίνει φλόγα μπλε ελάχιστα ορατή αλλά αρκετά θερμή
- Δεν υπάρχουν στερεά κατάλοιπα κατά την καύση
- Είναι πιο ελαφρύ από τον αέρα
- Όταν το CH₄ καίγεται σωστά παράγεται μόνο CO₂ και H₂O .

4.1 Καύση Φυσικού Αερίου

Η πλήρης καύση ενός mole μεθανίου απαιτεί δύο mole οξυγόνου, οπότε παράγονται ένα mole διοξειδίου του άνθρακα και δύο mole νερού:

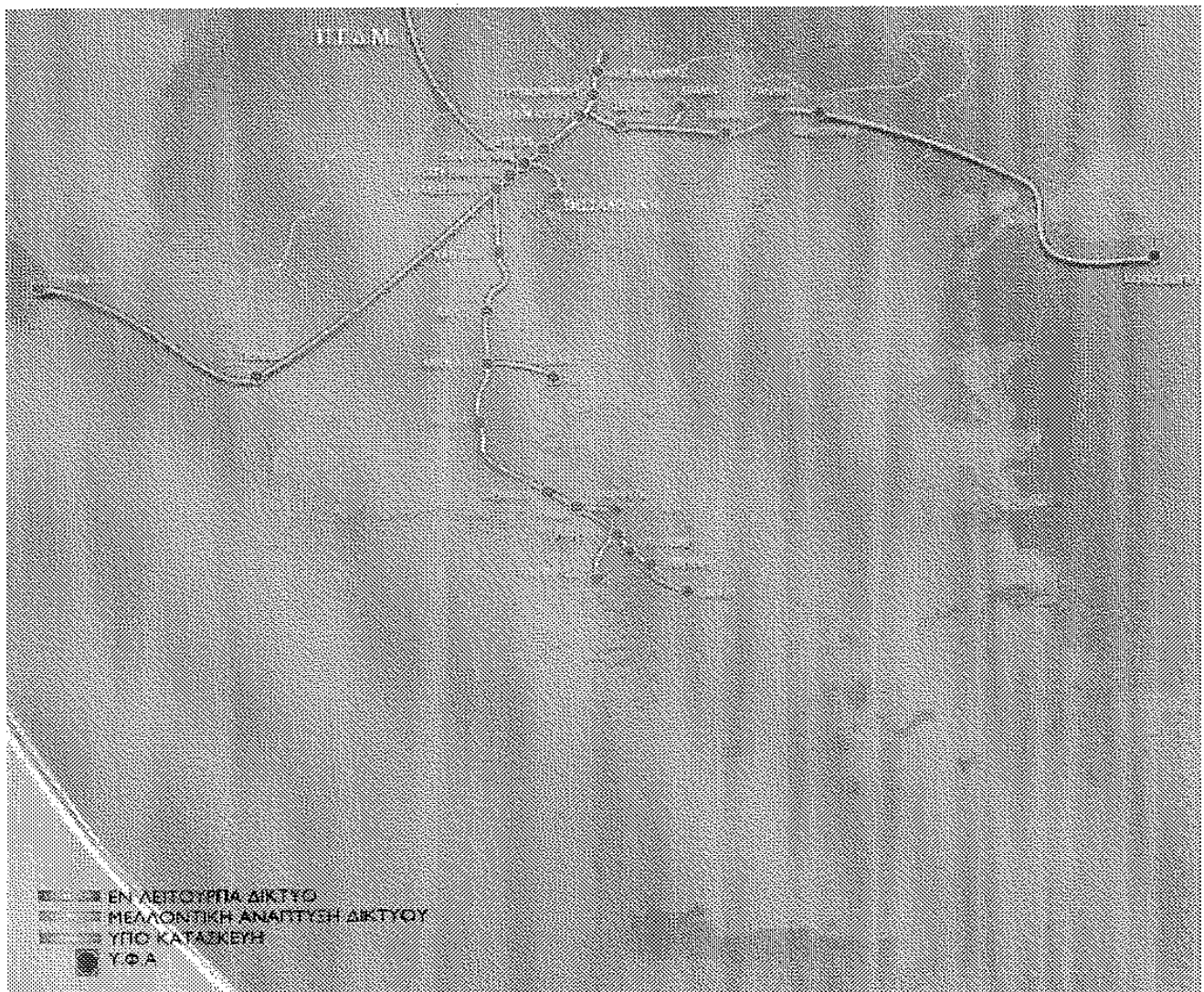


Τα πράγματα όμως κατά την καύση του φυσικού αερίου (άρα και του μεθανίου) δεν είναι πάντα τόσο απλά όπως περιγράφονται από την παραπάνω στοιχειομετρική αντίδραση. Το μεθάνιο, για παράδειγμα, παρουσιάζει την ιδιοτροπία να υφίσταται σχάση και μετατροπή προς βαρύτερους υδρογονάνθρακες. Οι υδρογονάνθρακες αυτοί (μεταξύ των οποίων πιθανόν και φορμαλδεύδη) αποσυντίθενται με απελευθέρωση υδρογόνου (το φαινόμενο φέρεται σαν «αφυδρογόνωση»), ώστε τελικά απομένει ένας σκελετός άνθρακα, που αποτελεί το αίτιο της φωτεινότητας της φλόγας. Η αφυδρογόνωση και η καύση του υδρογόνου γίνεται περίπου στο 15% του όλου μήκους της φλόγας. Το υπόλοιπο 85% αφορά στην καύση του προαναφερθέντος σκελετού λεπτότατου άνθρακα (μερικά εκατομμύρια ανά cm^3). Αν αυτός δεν καίει μέχρι του τέρματος της φλόγας, τότε σε θερμοκρασίες κάτω των $1000^\circ C$ δεν καίγεται, αλλά συνενώνεται σε μεγαλύτερα τεμαχίδια, που παίρνουν τη μορφή πολύ μικρών σκουληκιών και αποτελούν την εκφεύγουσα από την εστία αιθάλη.

Στην πράξη λοιπόν, επειδή δεν μπορούμε να επιτύχουμε στοιχειομετρική καύση, δηλαδή καύση με την θεωρητική, ελάχιστη, ποσότητα οξυγόνου, χρησιμοποιούμε πάντοτε περίσσεια αέρα. Η καλή καύση προϋποθέτει όσο το δυνατόν μικρή περίσσεια αέρα, ώστε και η ποσότητα των καπναερίων να είναι η μικρότερη δυνατή και έτσι να μικραίνει η αποβαλλόμενη ενέργεια και επομένως να μικραίνει και η εκ καπναερίων απώλεια. Αντιστρόφως, η περίσσεια αέρα πρέπει να είναι τόσο μεγάλη, ώστε να πραγματοποιείται τέλεια καύση. Ο έλεγχος λοιπόν της ποιότητας της καύσεως μπορεί να γίνει με προσδιορισμό των στοιχείων των καπναερίων του CO_2 , του O_2 και των τυχόν προϊόντων ατελούς καύσης. Έτσι, η ανάλυση των καπναερίων δίνει πλήρη εικόνα της ποιότητας της καύσης. Η ανάλυση των καπναερίων γίνεται με απλές συσκευές, που, μετά την υγροποίηση των υδρατμών, δίνουν τις αναλογίες των παραπάνω συστατικών στα ξηρά καπναέρια.

4.2 Σύστημα μεταφοράς φυσικού αερίου με σωληναγωγούς

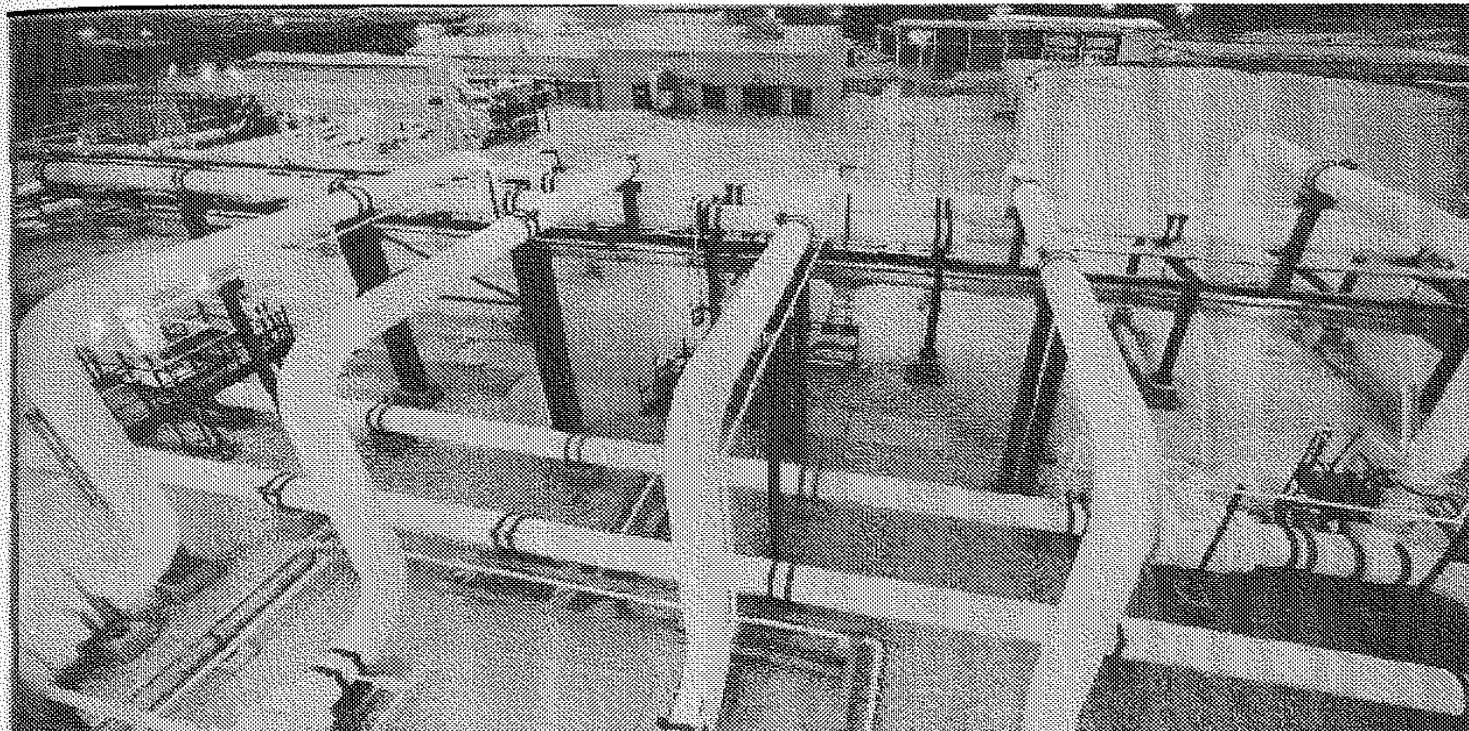
Το 2001 η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ήταν 9,1 δισεκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου από την οποία το 23,72% προέρχεται από το φυσικό αέριο (2,4 τρισεκατομμύρια m^3). Τα παγκόσμια αποθέματα αερίου στο τέλος της ίδιας χρονιάς ήταν 5476,7 τρισεκατομμύρια m^3 από τα οποία το 36,2% βρίσκεται στις χώρες της πρώην ΕΣΣΔ και το 36,1% στην Μέση Ανατολή. Οι μεγάλες καταναλώσεις του αερίου όμως είναι στην Ευρώπη και Βόρεια Αμερική. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ύπαρξη ενός διακομιστικού εμπορίου φυσικού αερίου από την Ρωσία στην Ευρώπη μέσω αγωγών και από την Νοτιοανατολική Ασία προς Ιαπωνία μέσω πλοίων. Σήμερα στην Ευρώπη υπάρχει ένα εκτεταμένο διακρατικό δίκτυο μεταφοράς αερίου (εικόνα 4.4).



Εικόνα 4.4 Ελληνικό σύστημα μεταφοράς και διανομής Φ.Α. [4]

Σύστημα Φυσικού Αερίου

Το Φυσικό Αέριο από την Ρωσία φθάνει μέσω αγωγού (εικόνα 4.5), ενώ αυτό από την Αλγερία μεταφέρεται με ειδικά δεξαμενόπλοιο σε υγροποιημένη μορφή. Οι συνολικές ποσότητες του Φυσικού Αερίου, σε πλήρη ανάπτυξη της αγοράς, αναμένεται να ξεπεράσουν τα επτά (7) δισεκατομμύρια m^3 τον χρόνο περίπου.



Εικόνα 4.5 Σωληναγωγοί μεταφοράς Φ.Α. [4]

Το Φυσικό Αέριο βρίσκει εφαρμογές σε όλους τους τομείς κατανάλωσης ενέργειας.

Έτσι, ο βιομηχανικός τομέας για θερμικές και χημικές χρήσεις (καύσιμο ή πρώτη ύλη) θα φτάσει σταδιακά να απορροφά το 23% των συνολικών ποσοτήτων.

Αντίστοιχα, για τον εμπορικό και οικιακό τομέα, το ποσοστό αυτό θα ανέλθει στο 28% και προορίζεται να καλύψει κυρίως ανάγκες για θέρμανση, μαγείρεμα και ζεστό νερό. Το 38%, ένα σημαντικό μέρος των ποσοτήτων Φυσικού Αερίου, θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, με χρήση νέων και αποδοτικών τεχνολογιών.

Τέλος, το 11% των ποσοτήτων Φυσικού Αερίου προβλέπεται να απορροφηθεί από την αγορά της Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας. Με τη χρησιμοποίηση του Φυσικού Αερίου, μειώνεται η εξάρτηση της χώρας μας από τα πετρελαϊκά καύσιμα και εκσυγχρονίζεται σημαντικά ο θερμικός εξοπλισμός των βιομηχανιών, ενώ ο οικιακός καταναλωτής απολαμβάνει τα πλεονεκτήματα ενός οικονομικού, εύχρηστου, καθαρού και ασφαλούς καυσίμου. Ιδιαίτερα θετικές θα είναι οι επιπτώσεις από την υλοποίηση του έργου στη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών, αφού με τη χρήση του Φυσικού Αερίου περιορίζονται οι εκπομπές επικίνδυνων για την υγεία ρυπαντών, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για περιβαλλοντικά επιβαρημένες αστικές και βιομηχανικές περιοχές. Σημαντικά οφέλη υπάρχουν επίσης και στον τομέα της απασχόλησης, καθώς δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας. Το Σύστημα Φυσικού ή Αλυσίδα Αερίου αποτελείται από τις γεωτρήσεις παραγωγής του αερίου, τους αγωγούς συλλογής, τους σταθμούς επεξεργασίας του αερίου (καθαρισμός από στερεά ή υγρά συστατικά, ξήρανση, απομάκρυνση βαρύτερων υδρογονανθράκων), τους σωληναγωγούς μεταφοράς, τους σταθμούς συμπίεσης, τους σταθμούς μείωσης της πίεσης, το δίκτυο διανομής, τις αποθήκες αερίου, τους σταθμούς υγροποίησης ή αεριοποίησης. Η Ελλάδα δεν έχει ενεργά κοιτάσματα αερίου οπότε το Ελληνικό σύστημα αερίου δεν περιλαμβάνει γεωτρήσεις παραγωγής και μονάδες επεξεργασίας αερίου. Το Σύστημα Μεταφοράς στην Ελλάδα αποτελείται από:

- Κεντρικός αγωγός μεταφοράς μήκους 511km και ονομαστική διάμετρο 36in (914mm) από τον Προμαχώνα μέχρι τη Νέα Μεσημβρία και 30in (762mm) από τη Νέα Μεσημβρία μέχρι το Πάτημα Ελευσίνας

- Κλάδος Κομοτηνής, μήκους 216km με διάμετρο 24in
- Κλάδος Ανατολικής Θεσσαλονίκης, μήκους 24,5km με διάμετρο 24in
- Κλάδος Βόρειας Θεσσαλονίκης, μήκους 8km με διάμετρο 24in
- Κλάδος Πλατέως, μήκους 10,5km με διάμετρο 10in
- Κλάδος Βόλου, μήκους 42km με διάμετρο 10in
- Κλάδος Οινοφύτων, μήκους 21km με διάμετρο 10in
- Κλάδος Λαυρίου, μήκους 99km με διάμετρο 30in
- Κλάδος Κερατσινίου, μήκους 23km με διάμετρο 24in
- Σύνδεση με Υ.Φ.Α., μήκους 24km με διάμετρο 30in
- Υποθαλάσσιος αγωγός μήκους 2x600m με διάμετρο 24in

Κατά μήκος του αγωγού και των κλάδων υπάρχουν Μετρητικοί Ρυθμιστικοί Σταθμοί (ΜΡΣ) τροφοδοσίας πόλεων, βιομηχανικών περιοχών και μεγάλων καταναλωτών. Επίσης στο άμεσο μέλλον προβλέπεται η εγκατάσταση ενός σταθμού συμπίεστών στη Νέα Μεσημβρία.

4.3 Φυσικό Αέριο και ασφάλεια

Ακολουθεί μία τυπική σύσταση αερίου όπως αυτή ανιχνεύεται για το Ρώσικο Φυσικό Αέριο στον Μετρητικό Σταθμό Στρυμνοχωρίου, δηλ. στην πύλη εισόδου του Συστήματος Μεταφοράς:

Μεθάνιο - C1 (min 85%) => 98,3215% κατ' όγκο

Αιθάνιο - C2 (max 7%) => 0,5804% κατ' όγκο

Προπάνιο - C3 (max 3%) => 0,2% κατ' όγκο

Ισο-βουτάνιο - iC4 (max 2%) => 0,0379% κατ' όγκο

Νέο-βουτάνιο - nC4 (max 2%) => 0,0392% κατ' όγκο

Ισο-πεντάνιο - iC5 (max 1%) => 0,0085% κατ' όγκο

Νέο-πεντάνιο - nC5 (max 1 %) => 0,0066% κατ' όγκο

Εξάνιο και βαρύτερα C6 (max 1 %) => 0,0053% κατ' όγκο

Αζωτο N₂ (max 3%) => 0,7457% κατ' όγκο

Διοξείδιο του άνθρακα CO₂ (max 3%) => 0,0407% κατ' όγκο

Θειούχες ενώσεις:

Υδρόθειο H₂S (max 5mg/m³) => 0,0000mg/Nm³

Μερκαπτάνες (max 15mg/m³) => 0,0027mg/Nm³

Σύνολο Θείου (max 60mg/m³) => 0,0027mg/Nm³

Πυκνότητα => 0,6783mg/Nm³

Τυπική Θερμογόνος Δύναμη (από Στρυμνοχώρι) => 8.880kcal/Nm³

Η θερμογόνος δύναμη είναι η θερμότητα που εκλύεται με την ολική καύση ενός κυβικού μέτρου Φυσικού Αερίου με αέρα, σε μια σταθερή πίεση 1,01325 bar και σε μια σταθερή θερμοκρασία 20°C. Το νερό που σχηματίζεται κατά την καύση κατά την διάρκεια της καύσης, συμπυκνώνεται στην θερμοκρασία των 20°C.

Nm³ ή Normal κυβικό μέτρο είναι ο όγκος αερίου που καταλαμβάνει ο όγκος ενός κυβικού μέτρου Φυσικού Αερίου σε θερμοκρασία 20°C και σε απόλυτη πίεση 1,01325bar.

Όπως φαίνεται από τους πίνακες προηγούμενα, το σχετικό ειδικό βάρος του Φυσικού Αερίου είναι περίπου 0.6kg/Mm^3 , που σημαίνει ότι είναι ελαφρύτερο του αέρα και γενικά θα κινηθεί προς τα άνω.

Ωστόσο, τα διάφορα συμπυκνώματα που τυχόν μεταφέρει περιέχουν βαρύτερα συστατικά που έχουν την τάση να συγκεντρώνονται σε χαμηλά σημεία στο σύστημα μεταφοράς.

Το Φυσικό Αέριο έχει μία υψηλή τιμή θερμογόνου δύναμης περίπου 8.900kcal/Nm^3 . Αυτό σημαίνει ότι μία φωτιά αερίου, σε συνδυασμό με υψηλή πίεση στο σύστημα, θα αναπτύξει έντονη θερμότητα.

Το Φυσικό Αέριο είναι άχρωμο και ουσία η οποία είναι εύφλεκτη, μεταξύ των ορίων 5% κατ' όγκο περιεκτικότητα στον αέρα (Low Explosion Limit) και έως 15% κατ' όγκο περιεκτικότητα (High Explosion Limit). Είναι ασφυξιογόνο και τα άτομα τα οποία συμμετέχουν σε επιχειρήσεις διάσωσης πρέπει να φορούν αναπνευστικές συσκευές, μη εύφλεκτα ρούχα και οτιδήποτε που ενδεχομένως θα προκαλέσει σπινθήρες.

Ο κίνδυνος με το Φυσικό Αέριο είναι ότι, εξαιτίας της πίεσης, έστω και με μέτρια διαρροή, το αέριο θα εξαπλωθεί σε μία μεγάλη περιοχή με πιθανότητα "Flash Back" από την πηγή διαρροής, όπως από τυχαίες εστίες φωτιάς, εργασίες συγκόλλησης, εξατμίσεις αυτοκινήτων, κλπ..

Όταν γίνει "Flash Back" με την σειρά του μπορεί να ξεκινήσει φωτιές σε άλλες μικρές διαρροές στην περιοχή ή αν είναι αρκετά ισχυρό μπορεί να βλάψει τον εξοπλισμό και να δημιουργήσει μεγαλύτερη διαρροή και φωτιά πιθανώς συνοδευόμενη από έκρηξη.

Για αυτόν τον λόγο, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή όταν χειριζόμαστε το Φυσικό Αέριο. Πρέπει να αναλαμβάνεται άμεση δράση ώστε να σταματούν οι διαρροές και να κατασβένονται πολύ μικρές φωτιές όπως αυτές που μπορούν να συμβούν στους στυπιοθλίπτες κατά την διάρκεια συγκόλλησης και από φλάντζες εξαιτίας σπινθήρων στην παρακείμενη περιοχή. Είναι σημαντικό μικρές φωτιές να σβήνονται αμέσως ώστε να αποφευχθεί η εξέλιξη της φωτιάς σε μία δύσκολη και ανεξέλεγκτη κατάσταση.

Από τη στιγμή που έχει αναπτυχθεί μια σημαντική φωτιά, το προσωπικό σχεδόν σίγουρα δεν θα μπορεί να πλησιάσει το σημείο διαρροής ή να "επιτεθεί" στη φωτιά, εξαιτίας της πίεσης του αερίου που διαφεύγει και της έντασης της θερμότητας που εκπέμπεται από την φωτιά. Στην πραγματικότητα, ακόμα και αν ήταν δυνατόν, άμεσο σβήσιμο των φλογών μπορεί να είναι επικίνδυνο γιατί σχεδόν σίγουρα θα υπάρχει "Flash Back" καθώς το διαρρέον αέριο "χτυπά" επιφάνειες που έχουν θερμανθεί από την φωτιά.

Σημειώνεται ότι η θερμοκρασία αυτανάφλεξης του Φυσικού Αερίου (self ignition temperature) είναι 632°C.

Το Φυσικό Αέριο παρουσιάζει ευρύτατο πεδίο εφαρμογών, λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων του σε σχέση με άλλα καύσιμα. Αναλυτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- a. Στην Ηλεκτροπαραγωγή και Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού - θερμότητας
- b. Στον Βιομηχανικό τομέα για θερμικές χρήσεις, καθώς και ως πρώτη ύλη για παραγωγή χημικών προϊόντων (αμμωνία, μεθανόλη)
- c. Στον Εμπορικό τομέα για θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού και σε άλλες εξειδικευμένες χρήσεις
- d. Στον Οικιακό τομέα για θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού και μαγείρεμα

4.4 Συστήματα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας

Η Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), αποτελεί σήμερα μια από τις πιο αποδοτικές χρήσεις του ΦΑ, παρέχοντας οικονομική εναλλακτική λύση για τις περιπτώσεις εκείνες που απαιτούνται ταυτόχρονα σημαντικές ποσότητες θερμικών φορτίων, αλλά και ηλεκτρισμού (Βιομηχανικός και μεγάλος Εμπορικός Τομέας). Διεθνώς λειτουργούν πλήθος εγκαταστάσεων ΣΗΘ σε βιομηχανίες και σε πολλές εμπορικές εφαρμογές.

Η ιδέα της συμπαράγωγής είναι αρκετά παλιά και αναπτύχθηκε λόγω του χαμηλού βαθμού απόδοσης των συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής. Η τεχνολογική ανάπτυξη, καθώς και το σύγχρονο νομικό πλαίσιο που επιτρέπει στους ανεξάρτητους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορες χώρες να πωλούν την περίσσεια του ρεύματος στην Εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, έχουν καταστήσει οικονομική την επιλογή ΣΗΘ με καύσιμο το ΦΑ.

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, στα συστήματα ΣΗΘ χρησιμοποιούνται δύο τύποι εξοπλισμού, οι μηχανές εσωτερικής καύσης (παλινδρομικές μηχανές) και οι αεροστρόβιλοι. Το ΦΑ παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα καύσιμα (πετρέλαιο, μαζούτ) και στους δύο τύπους εξοπλισμού. Η καθαρότητα και η ποιότητα του ΦΑ συντελούν στην αξιόπιστη και αποδοτική λειτουργία, στη μεγάλη διάρκεια ζωής της μονάδας και στη σημαντικά μειωμένη συντήρηση. Η συνολική απόδοση ενός συστήματος ΣΗΘ με καύσιμο ΦΑ μπορεί να ξεπεράσει το 85%.

4.5 Φυσικό αέριο και περιβάλλον

Τα φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα οποία εμφανίζονται συχνά σε διάφορες πόλεις στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, η αυξανόμενη σημασία του φαινομένου του θερμοκηπίου, η ελάττωση του στρώματος του όζοντος, η διάβρωση αρχαίων μνημείων και η καταστροφή των δασών, έχουν καταστήσει κυρίαρχης σημασίας το πρόβλημα της προστασίας του περιβάλλοντος. Υπάρχει άμεση ανάγκη αντιμετώπισης του προβλήματος με την εφαρμογή υφισταμένων και νέων κανονισμών και την εισαγωγή αποτελεσματικότερων μέτρων.

Κύρια αιτία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η χρήση καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Είναι αναγκαίο λοιπόν οι ενεργειακές επιλογές να συνδυάζουν την ανάπτυξη με την περιβαλλοντική προστασία.

Η συμβολή του φυσικού αερίου στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων κατά τις καύσεις

Κατά τη διεργασία της καύσης, σχηματίζονται χημικές ενώσεις που εκλύονται στο περιβάλλον, προκαλώντας ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι κυριότεροι ρύποι είναι το διοξείδιο του θείου (SO_2), τα οξειδία του αζώτου (NO_x), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα αιωρούμενα σωματίδια και οι ακουστοί πτητικοί υδρογονάνθρακες.

Το Φυσικό Αέριο, λόγω της μορφής και της σύστασης του, θεωρείται κατ' εξοχήν οικολογικό καύσιμο. Στον Πίνακα 4.2, παρουσιάζονται τυπικές τιμές μη ελεγχόμενων ρύπων, που εκπέμπονται κατά την καύση διαφόρων καυσίμων σε μονάδα αμοπαγωγής.

Από τον πίνακα, προκύπτει ότι το Φυσικό Αέριο εκπέμπει, σε σχέση με το μαζούτ, 4,700 φορές λιγότερο διοξείδιο του θείου (SO_2), 2 φορές λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα (CO), 24 φορές λιγότερα σωματίδια, 3 φορές λιγότερους ακουστούς υδρογονάνθρακες και 1,7 φορές λιγότερα οξειδία του αζώτου (NO_x). Η χρήση του Φυσικού Αερίου συμβάλλει επίσης στον περιορισμό των μεταλλικών ρύπων. Στον άνθρακα και στο πετρέλαιο, υπάρχουν παραδείγματος χάρη, ίχνη υδραργύρου, μολύβδου, βαναδίου και νικελίου, τα οποία δεν περιέχονται στο Φυσικό Αέριο.

Τα οξειδία του αζώτου (NO_x) είναι ο μόνος ρύπος του οποίου η εκπομπή δεν μειώνεται σημαντικά με τη χρήση Φυσικού Αερίου, καθώς ο σχηματισμός οξειδίων του αζώτου (NO_x) οφείλεται στο άζωτο που πάντα περιέχεται στον απαραίτητο για την καύση αέρα.

Πίνακας 4.2. Εκπεμπόμενοι ρύποι κατά την καύση σε μονάδα ατμοπαραγωγής (mg/MJ εισαγόμενης θερμότητας καυσίμου) [4]

ΤΥΠΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ	ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΥΔΡΟΓΟΝ-ΑΝΘΡΑΚΕΣ
Κάρβουνο	1.092	387	2.450	13	2
Μαζούτ	96	170	1.400	14	3
Ντιζέλ	6	100	220	16	3
Φυσικό Αέριο	4	100	0,3	7	1

Η ποσότητα τους εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τον χρόνο παραγωγής των απαερίων και την περίσσεια οξυγόνου στον θάλαμο καύσης, που για το Φυσικό Αέριο ωστόσο είναι μικρότερη από ό,τι για παράδειγμα στο μαζούτ.

Υπάρχουν διεθνώς δύο μέθοδοι για τη μείωση των παραγόμενων οξειδίων του αζώτου (NO_x). Η πρώτη στηρίζεται στην καταλυτική επεξεργασία των απαερίων (selective catalytic reduction) και η δεύτερη σε επεμβάσεις στη διεργασία της καύσης.

Μελέτη που πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Ερευνών Ηλεκτρικής Ενέργειας των ΗΠΑ, έδειξε ότι η μέθοδος καταλυτικής επεξεργασίας απαερίων έχει δεκαπλάσιο κόστος από αυτήν των επεμβάσεων στη διεργασία της καύσης.

Επεμβάσεις αυτής της μορφής είναι οι εξής:

- Χρήση συστήματος διπλής καύσης (OFA: Overfire Air). Συνίσταται στη διεξαγωγή της καύσης σε δύο φάσεις. Αρχικά, καίγεται μίγμα πλούσιο σε καύσιμο (με πρωτογενές ρεύμα αέρα) και στη συνέχεια, η καύση συμπληρώνεται με προσθήκη δευτερογενούς ρεύματος αέρα.
- Χρήση καυστήρων μειωμένης παραγωγής οξειδίων του αζώτου (NO_x). (LNB: Low NO_x Burners)
- Χρήση συστήματος διπλής έγχυσης καυσίμου (gas returning).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να περιοριστεί σημαντικά και μέσω της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμων, η οποία επιτυγχάνεται με τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης της καύσης. Το Φυσικό Αέριο, όπως ήδη προαναφέρθηκε, παρουσιάζει αυξημένο βαθμό απόδοσης κατά τη χρήση του, προσφέροντας μείωση της κατανάλωσης καυσίμων κατά 4-10%. Επιπλέον, επιτρέπει την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών με υψηλό ενεργειακό βαθμό απόδοσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου (εξοικονόμησης ενέργειας 18-20%) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Οι αέριες εκπομπές και τα στερεά απόβλητα έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Για την εκτίμηση των επιπτώσεων απαραίτητη είναι η ύπαρξη ενός ενεργειακού συστήματος με σαφώς καθορισμένα όρια. Στην παρούσα εργασία, εξετάζονται τρία συστήματα. Ένα σύστημα αποτελεί ο ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου το δεύτερο είναι η ΔΕΠΑ Κομοτηνής και το τρίτο σύστημα είναι ο ΥΗΣ Πολυφύτου. Εξετάζονται στη συνέχεια οι επιπτώσεις που επηρεάζουν μόνο το φυσικό περιβάλλον. Η παροχή ενέργειας, είτε με τη μορφή ηλεκτρισμού είτε με τη μορφή θερμότητας είναι η κύρια μορφή επίπτωσης.

Γενικά, για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων χρησιμοποιούνται αντίστοιχες ορολογίες που χαρακτηρίζουν η καθεμιά διαφορετικές διαδικασίες και είναι η αποτίμηση, η κανονικοποίηση και η αξιολόγηση. Τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι απόρροια των συντελεστών αξιολόγησης της μεθόδου Eco-Indicator 95. Οι τιμές της κανονικοποίησης που χρησιμοποιούνται αντιστοιχούν στην Ολλανδική και Ευρωπαϊκή ζώνη.

Η διαδικασία που ακολουθείται για τη μελέτη των τριών συστημάτων είναι η εξής.

Για κάθε σύστημα ξεχωριστά γίνεται διαχωρισμός σε τρία διαφορετικά στάδια της διαδικασίας, στην εξόρυξη τη μεταφορά και την καύση. Για κάθε στάδιο γίνεται ποσοτικοποίηση των εκπεμπόμενων ρύπων που επηρεάζουν το περιβάλλον. Οι ποσότητες των ρύπων ανάγονται όλες στην ίδια ισοδύναμη ποσότητα και προκύπτουν οι αντίστοιχοι συντελεστές αξιολόγησης. Οι συντελεστές αξιολόγησης εκφράζουν την σημασία και τη βαρύτητα που έχει το αποτέλεσμα της κάθε επίπτωσης. Η ανάγκη χρήσης των παραγόντων αυτών έγινε γιατί η κανονικοποίηση απλά καθορίζει το μέγεθος των επιπτώσεων και δεν μπορεί να εκφράσει τη σπουδαιότητα της καθεμιάς. Έπειτα πολλαπλασιάζοντας κάθε εκπομπή του ενδεχόμενου αερίου των φαινομένων με τον αντίστοιχο συντελεστή και αθροίζονται οι τιμές που λήφθηκαν. Τα αποτελέσματα από κάθε πολλαπλασιασμό εκφράζονται επομένως σε ισοδύναμη ποσότητα μάζας του αντίστοιχου ρύπου και αθροίζεται σε μια συνολική τιμή για το κάθε φαινόμενο. Το κάθε φαινόμενο αποτελεί από μόνο του μια επίπτωση. Άρα οι επιπτώσεις που μελετώνται και με βάση τους αέριους ρύπους είναι οι εξής:

- Φαινόμενο θερμοκηπίου
- Οξινή βροχή
- Ευτροφισμός
- Φαινόμενο χειμερινής αιθαλομίχλης

Φαινόμενο θερμοκηπίου

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι τα αέρια εκείνα που συμβάλουν στην αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και γενικότερα στην αλλαγή του κλίματος στον πλανήτη. Καθένα από τα αέρια αυτά συμβάλλει με διαφορετικό τρόπο στην εξέλιξη του φαινομένου αυτού, αφού έχει διαφορετική υπέρυθη απορροφητική ικανότητα και διαφορετικό χρόνο ζωής. Οι εκπομπές καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μερίδιο αύξησης της θερμότητας του πλανήτη που προέρχεται από τον άνθρωπο.

Φαινόμενο της όξινης βροχής

Οι δύο τύποι συστατικών που εμπλέκονται κύρια στο φαινόμενο αυτό είναι τα οξείδια του αζώτου και του θείου. Επίσης στο φαινόμενο συμβάλλουν και χημικά συστατικά όπως το HF, το HCl και η NH_3 . Οι συντελεστές αξιολόγησης υπολογίζονται ως kg ισοδύναμου SO_4 .

Φαινόμενο του ευτροφισμού

Το φαινόμενο του ευτροφισμού αναφέρεται στον εμπλουτισμό των χερσαίων οικοσυστημάτων με θρεπτικά συστατικά, όπως το άζωτο και ο φώσφορος που είναι δυνατό όμως να επιφέρουν ανεπιθύμητη αλλαγή στη σύνθεση των ειδών του.

Φαινόμενο χειμερινής αιθαλομίχλης

Σε αυτή την περίπτωση, ως ισοδύναμο χημικό συστατικό χρησιμοποιούνται τα στερεά σωματίδια ύλης ή το SO_2 που χρησιμοποιείται και στη μελέτη μας.

Αφού ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία και για τα τρία στάδια και των τριών συστημάτων γίνεται μια σύγκριση μεταξύ των συστημάτων για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων.

5.1 Λιγνίτης

Κατά τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση του λιγνίτη απελευθερώνονται ρύποι όπως οξείδια του αζώτου, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα, σωματίδια, διοξείδιο του θείου, πτητικές οργανικές ενώσεις, οργανικοί υδρογονάνθρακες και ίχνη μετάλλων. Οι ποσότητες των ρύπων εξαρτώνται από το ποσόν του θείου που είναι παρόν στον άνθρακα ή το πετρέλαιο και τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για να παράγει ατμό. Επίσης απελευθερώνονται υδρατμοί από τον πύργο ψύξης.

Άλλα αέρια εκπομπών είναι ο συνολικός οργανικό άνθρακας όπως το μεθάνιο, υδρογονάνθρακες εκτός του μεθανίου. Βρίσκονται επίσης ίχνη μολύβδου και άλλων μετάλλων. Θείο

βρίσκεται επίσης στον άνθρακα ενώ η αιωρούμενη τέφρα είναι το προϊόν του θείου και άλλων ορυκτών υλικών που δεν καίγονται.

Παρακάτω θα υπολογιστεί το ποσό των ρύπων που εκλύονται κατά τα στάδια της εξόρυξης μεταφοράς και καύσης του λιγνίτη.

Εξόρυξη

Η εκσκαφή του λιγνίτη και η διακίνησή του στο Νότιο Πεδίο γίνεται με διάφορα φορτωτικά μηχανήματα μερικά από τα οποία λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια και άλλα με πετρέλαιο diesel. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των εκσκαφών και οι εκπομπές των ρύπων λαμβάνονται υπόψη στη διαδικασία της καύσης. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για τη διακίνηση του λιγνίτη καθώς και η συνολική κατανάλωση του πετρελαίου diesel για το έτος 2004, κατά το οποίο γίνεται και η μελέτη, φαίνονται αναλυτικά στο παράρτημα 1.

Η κατανάλωση πετρελαίου diesel για την μεταφορά ήταν για το 2004 16.953.180lt και για τον λοιπό εξοπλισμό του νότιου πεδίου 4.156.284lt. Άρα η συνολική κατανάλωση ήταν 21.109.464lt. Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το ίδιο έτος ήταν 11.481.875MWh (παράρτημα 2). Άρα για την παραγωγή 1kWh καταναλώνονται 0,0184lt. Είναι γνωστό επίσης ότι τα φορτωτικά μηχανήματα καταναλώνουν 0,12lt/km. Άρα τα 0,0184lt διανύουν απόσταση ίση με 153m. Οι εκπομπές αερίων ρύπων ενός φορτωτικού μηχανήματος είναι 0,5305gr/km για το CO και 0,645gr/km για τα NO_x . Συνεπώς κατά την παραγωγή της 1kWh εκλύονται 0,00008116kg CO και 0,000098kg NO_x .

Τα παραπάνω δεδομένα φαίνονται συγκεντρωμένα στους πίνακες 5.1 και 5.2.

Πίνακας 5.1 Δεδομένα

Κατανάλωση diesel για μεταφορά (πίνακας 8.2 παράρτημα 1)	16.953.180lt
Κατανάλωση diesel για λοιπό εξοπλισμό (πίνακας 8.2 παράρτημα 1)	4.156.284lt
Συνολική κατανάλωση (πίνακας 8.2 παράρτημα 1)	21.109.464lt
Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (πίνακας 8.3 παράρτημα 2)	11.481.875MWh
Κατανάλωση diesel από φορτωτικά μηχανήματα	0,12lt/km

Πίνακας 5.2 Εκπομπές CO, NO_x

Εκπομπές αερίων ρύπων φορτωτικού μηχανήματος	0,5305gr/km CO	0,645gr/km NO _x .
Εκπομπές αερίων ρύπων φορτωτικού μηχανήματος κατά την παραγωγή της 1kWh	0,00008116kgr CO	0,000098kgr NO _x .

Μεταφορά

Η μεταφορά του λιγνίτη από το νότιο πεδίο στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου γίνεται με ταινιόδρους. Η λειτουργία τους γίνεται με ηλεκτρική ενέργεια επομένως δεν έχουμε άμεση εκπομπή ρύπων. Οι ρύποι που εκλύονται από την καύση του λιγνίτη για την παραγωγή αυτής της ενέργειας λαμβάνονται υπόψη στο επόμενο στάδιο που είναι η καύση.

Καύση

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά την καύση λιγνίτη στον σταθμό του Αγίου Δημητρίου για το 2004 ήταν 11.481.875MWh/έτος, ενώ η κατανάλωση του λιγνίτη ήταν 22.002.702tn/έτος (παράρτημα 1). Συνεπώς για την παραγωγή 1kWh η κατανάλωση λιγνίτη είναι 1,915kgr.

1kgr λιγνίτη εκπέμπει 15,2 m³ καυσαερίου από τα οποία η αναλογία που αντιστοιχεί στα 1,915kgr είναι: 9,798kgr CO₂, 0.001666kgr CO, 0.00343kgr SO₂, 0.00566kgr NO_x, 2.079kgr O₂, 17.25kgr N₂ και 6.986kgr νερού.

Κατά τη διαδικασία της καύσης χρησιμοποιούνται και κάποιοι βοηθητικοί μηχανισμοί οι οποίοι λειτουργούν με diesel. Η κατανάλωση diesel για το 2004 αυτών των μηχανισμών ήταν 3.377tn/έτος (παράρτημα 1). Άρα για την 1kWh η κατανάλωση είναι 0,000294kgr. Οι εκπομπές των ρύπων είναι 0,000097kgr CO και 0,000012kgr NO_x.

Συγκεντρωτικά οι ποσότητες των ρύπων που εκλύονται για το λιγνίτη και το πετρέλαιο φαίνονται στον πίνακα 5.3

Πίνακας 5.3 Εκπεμπόμενοι ρύποι

	CO_2	CO	SO_2	NO_x	O_2	N_2	H_2O
Λιγνίτης	9,798kgr	0.001666kgr	0.00343kgr	0.00566kgr	2.079kgr	17.25kgr	6.986kgr
Diesel		0,000097kgr		0,000012kgr			

Από τον κατάλογο απογραφής (παράρτημα 3, πίνακας 1) για κάθε πηγή ενέργειας διαπιστώνεται ποια είναι τα φαινόμενα που αφορούν το κάθε σενάριο.

Εξετάζοντας τα φαινόμενα της όξινης βροχής, ευτροφισμού, αιθαλομίχλης, θερμοκηπίου, εφ'όσον και έχοντας γνωστό ότι οι εκπομπές που συνεισφέρουν σ' αυτά τα φαινόμενα είναι οι SO_2 , NO_x και CO_2 δημιουργούνται οι πίνακες 5.4, 5.5, 5.6 και 5.7. Οι ποσότητες SO_2 , NO_x και CO_2 ανάγονται σε ισοδύναμες ποσότητες έτσι ώστε να μπορέσουν να αθροιστούν. Οι συντελεστές χαρακτηρισμού για κάθε ρύπο και για κάθε φαινόμενο αναφέρονται στο παράρτημα 4 (πίνακες 8-14).

Πίνακας 5.4 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο της όξινης βροχής

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΗΣ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστές Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg SO_2 eq
SO_2	0,003432	1	0,003432
NO_x	0,005768	0,7	0,0040376
Ισοδύναμες εκπομπές (άθροισμα) Kg SO_2 eq			0,0074696

Πίνακας 5.5 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο του ευτροφισμού

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστές Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg PO_4 eq
NO_x	0,005768	0,13	0,00074984

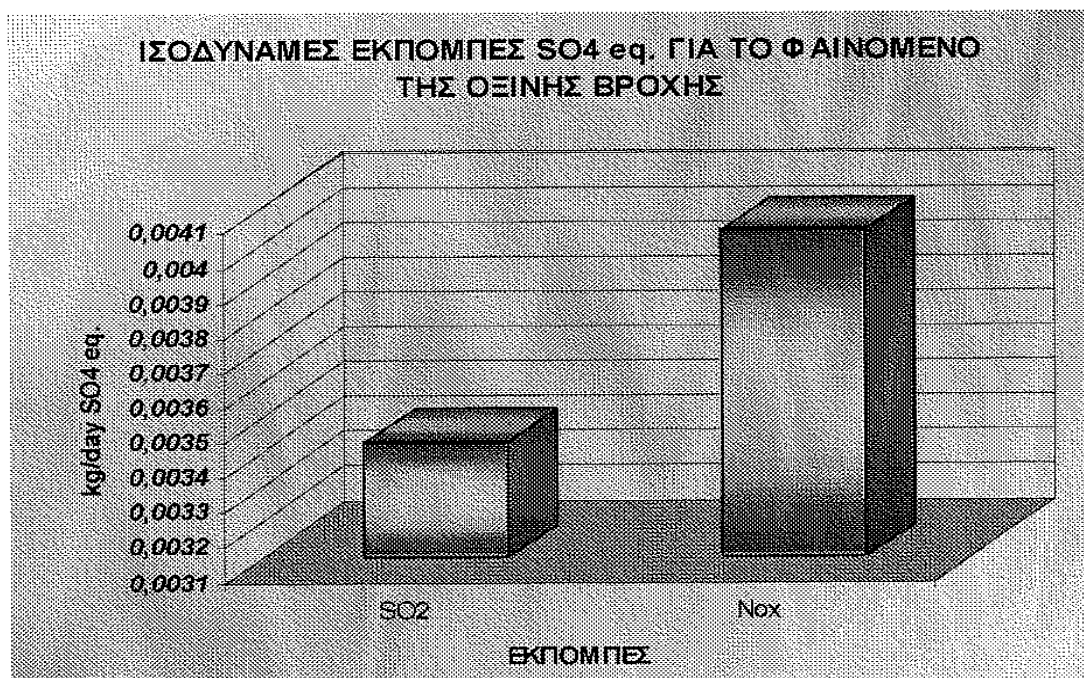
Πίνακας 5.6 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο της αιθαλομίχλης

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΑΙΘΑΛΟΜΙΧΛΗΣ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστές Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg SPM
SO_2	0,003432	1	0,003432

Πίνακας 5.7 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο του θερμοκηπίου

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστές Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg CO ₂ eq
CO ₂	9,798	1	9,798

Με βάση τις τιμές του πίνακα 5.4 δημιουργείται το διάγραμμα 5.1 για το φαινόμενο της όξινης βροχής.



Διάγραμμα 5.1 Ισοδύναμες εκπομπές SO₄ για το φαινόμενο της όξινης βροχής

Έχοντας υπολογίσει όλες τις ισοδύναμες εκπομπές για όλα τα περιβαλλοντικά φαινόμενα με βάση τους συντελεστές κανονικοποίησης (παράρτημα 3, πίνακας 2) υπολογίζονται οι αντίστοιχες τιμές κανονικοποίησης για κάθε φαινόμενο (πίνακας 5.8).

Πίνακας 5.8 Τιμές κανονικοποίησης για κάθε φαινόμενο

Ισοδύναμες Εκπομπές	Συντελεστές Κανονικοποίησης	Τιμές Κανονικοποίησης
Φαινόμενο Θερμοκηπίου Kg CO ₂ eq	9,798	0,0000742
Φαινόμενο Όξινης Βροχής Kg SO ₄ eq	0,0074696	0,00888
Φαινόμενο Ευτροφισμού Kg PO ₄ eq	0,00074984	0,0262
Φαινόμενο Αιθαλομίχλης Kg SPM	0,003432	0,0106

Με βάση τις τιμές που υπολογίστηκαν δημιουργείται το διάγραμμα κανονικοποίησης του κύκλου ζωής (διάγραμμα 5.2).



Διάγραμμα 5.2 Κανονικοποίηση του κύκλου ζωής

Στη συνέχεια με βάση τους συντελεστές αξιολόγησης-αποτίμησης (παράρτημα 3, πίνακας 2) υπολογίζονται οι αντίστοιχες τιμές αξιολόγησης για κάθε φαινόμενο (πίνακας 5.9).

Πίνακας 5.9 Τιμές αξιολόγησης για κάθε φαινόμενο

Τιμές Κανονικοποίησης	Συντελεστές Αξιολόγησης	Τιμές Αξιολόγησης
Φαινόμενο Θερμοκηπίου	2,5	1,818E-03
Φαινόμενο Οξίνης Βροχής	10	6,633E-04
Φαινόμενο Ευτροφισμού	5	9,823E-05
Φαινόμενο Αιθαλομίχλης	5	1,819E-04

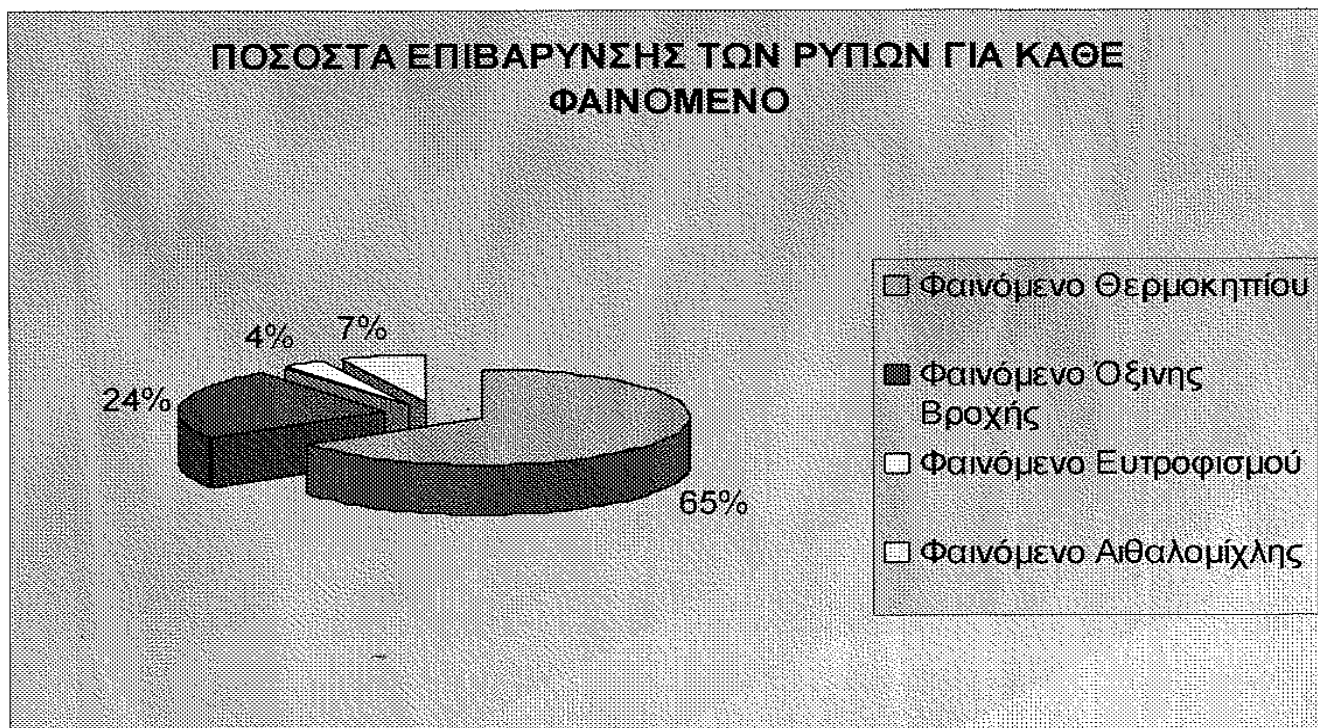
Με τις τιμές αυτές δημιουργείται το διάγραμμα αξιολόγησης του κύκλου ζωής (διάγραμμα 5.3).



Διάγραμμα 5.3 Αξιολόγηση του κύκλου ζωής

Αποτελέσματα

Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα 5.3, οι ρύποι που εκλύονται κατά την παραγωγή ενέργειας με την χρήση λιγνίτη συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και στο φαινόμενο της όξινης βροχής με ένα μικρότερο ποσοστό. Δεδομένου ότι η παραπάνω ανάλυση κύκλου ζωής έγινε σε 1kWh ηλεκτρικής ενέργειας, βγαίνει το συμπέρασμα ότι πολύ σημαντική είναι η συμμετοχή των ρύπων από την χρήση του λιγνίτη και στα φαινόμενα του ευτροφισμού και της αιθαλομίχλης. Τα ακριβή ποσοστά επιβάρυνσης φαίνονται στο διάγραμμα 5.4.



Διάγραμμα 5.4 Ποσοστά επιβάρυνσης για κάθε φαινόμενο

5.2 Φυσικό αέριο

Κατά τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση φυσικού αερίου εκλύονται κάποιοι ρύποι. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι η αέρια εκπομπή που εκπέμπεται στη μεγαλύτερη ποσότητα. Το μεθάνιο εκπέμπεται στην αμέσως μεγαλύτερη ποσότητα και το 74% κ.β. των συνολικών εκπομπών του μεθανίου είναι οι δραπετεύουσες εκπομπές που προέρχονται από την παραγωγή και διανομή του φυσικού αερίου. Παράλληλα εκλύονται οξείδια του αζώτου και διοξείδιο του θείου.

Στη συνέχεια υπολογίζεται το ποσό των ρύπων που εκλύονται στα διάφορα στάδια, στην εξόρυξη τη μεταφορά και την καύση

Εξόρυξη

Η εξόρυξη του φυσικού αερίου με το οποίο τροφοδοτείται η ΔΕΠΑ Κομοτηνής γίνεται στη Ρωσία. Κατά συνέπεια στοιχεία για την εκπομπή ρύπων στο στάδιο της εξόρυξης είναι πολύ δύσκολο να βρεθούν. Ωστόσο είναι γνωστό ότι ο κύριος ρύπος που παράγεται από τις γεωτρήσεις είναι αιθάλη. Παρ' όλα αυτά είναι γεγονός ότι η ποσότητα των ρύπων που εκλύονται από την εξόρυξη δεν είναι συνάρτηση της ενέργειας που παράγεται.

Μεταφορά

Η μεταφορά του φυσικού αερίου στην Ελλάδα γίνεται με υπόγειους σωλήνες. Η κίνηση μέσα στους αγωγούς αυτούς γίνεται με τη βοήθεια συμπιεστών για τη ροή του. Οι εκπομπές των ρύπων που εκλύονται από τους συμπιεστές είναι αμελητέες και δεν λαμβάνονται υπόψη στη μελέτη. Στο μέλλον που η ζήτηση φυσικού αερίου προβλέπεται να είναι μεγαλύτερη θα χρησιμοποιηθούν επιπλέον συμπιεστές αλλά αυτό θα γίνει σε εύρος χρόνου περίπου 10 ετών.

Καύση

Στο εργοστάσιο φυσικού αερίου στην Κομοτηνή για την παραγωγή 480MW καταναλώνονται 90.000κ.μ./hr φυσικού αερίου και από αυτήν την ποσότητα εκλύονται 6.000.000 m³/hr καυσαερίων. Συνεπώς για την παραγωγή 1kWh απαιτείται καύση φυσικού αερίου 187,5 m³/hr και αντίστοιχα εκλύονται 12.500 m³/hr ή 300.000 m³/μέρα καυσαερίων.

Η αντίστοιχη αναλογία των ρύπων είναι 0,00032kgr NO_x , 0,000000071kgr CO και 0,76kgr CO_2 .

Η διαδικασία που ακολουθείται για την ανάλυση του κύκλου ζωής της ΔΕΠΑ Κομοτηνής είναι ακριβώς η ίδια με αυτήν που περιγράφεται παραπάνω.

Από τον κατάλογο απογραφής (παράρτημα 3 πίνακας 1) για κάθε πηγή ενέργειας διαπιστώνεται ποια είναι τα φαινόμενα που αφορούν το φυσικό αέριο.

Εξετάζοντας τα φαινόμενα της όξινης βροχής, ευτροφισμού, θερμοκηπίου, έχοντας γνωστό ότι οι εκπομπές που συνεισφέρουν σ' αυτά τα φαινόμενα είναι οι NO_x και CO_2 δημιουργούνται οι πίνακες 5.10, 5.11 και 5.12.

Πίνακας 5.10 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο της όξινης βροχής

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΗΣ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστής Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg SO ₂ eq
NO _x	0,00032	0,7	0,000224

Πίνακας 5.11 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο του ευτροφισμού

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστές Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg PO ₄ eq
NO _x	0,00032	0,13	0,0000416

Πίνακας 5.12 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο του θερμοκηπίου

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστές Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg CO ₂ eq
CO ₂	0,76	1	0,76

Έχοντας υπολογιστεί όλες οι ισοδύναμες εκπομπές για όλα τα περιβαλλοντικά φαινόμενα με βάση τους συντελεστές κανονικοποίησης υπολογίζονται οι αντίστοιχες τιμές κανονικοποίησης για κάθε φαινόμενο (πίνακας 5.13).

Πίνακας 5.13 Τιμές κανονικοποίησης για κάθε φαινόμενο

Ισοδύναμες Εκπομπές	Συντελεστές Κανονικοποίησης	Τιμές Κανονικοποίησης
Φαινόμενο Θερμοκηπίου Kg CO ₂ eq	0,76	0,0000742
Φαινόμενο Οξίνης Βροχής Kg SO ₄ eq	0,000224	0,00888
Φαινόμενο Ευτροφισμού Kg PO ₄ eq	0,0000416	0,0262

Με βάση τις τιμές που υπολογίστηκαν δημιουργείται το διάγραμμα κανονικοποίησης του κύκλου ζωής (διάγραμμα 5.5).



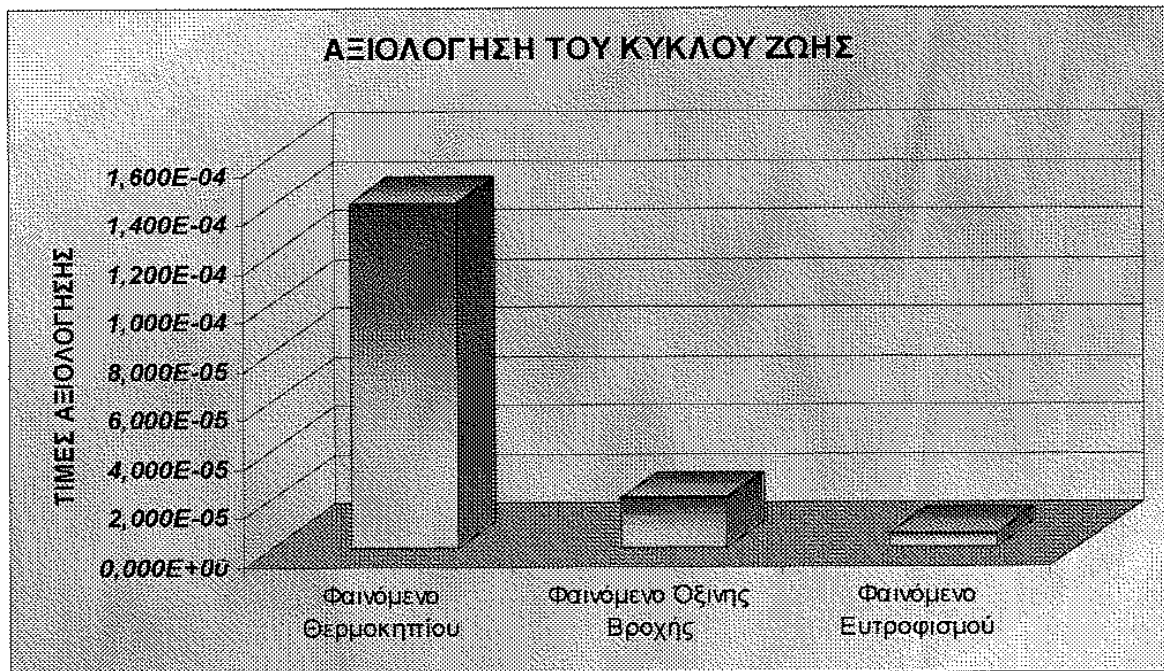
Διάγραμμα 5.5 Κανονικοποίηση του κύκλου ζωής

Στη συνέχεια με βάση τους συντελεστές αξιολόγησης-αποτίμησης (παράρτημα 3, πίνακας 2) υπολογίζονται οι αντίστοιχες τιμές αξιολόγησης για κάθε φαινόμενο (πίνακας 5.14).

Πίνακας 5.14 Τιμές αξιολόγησης για κάθε φαινόμενο

Τιμές Κανονικοποίησης	Συντελεστές Αξιολόγησης	Τιμές Αξιολόγησης
Φαινόμενο Θερμοκηπίου	2,5	1,410E-04
Φαινόμενο Ώξινης Βροχής	10	1,989E-05
Φαινόμενο Ευτροφισμού	5	5,450E-06

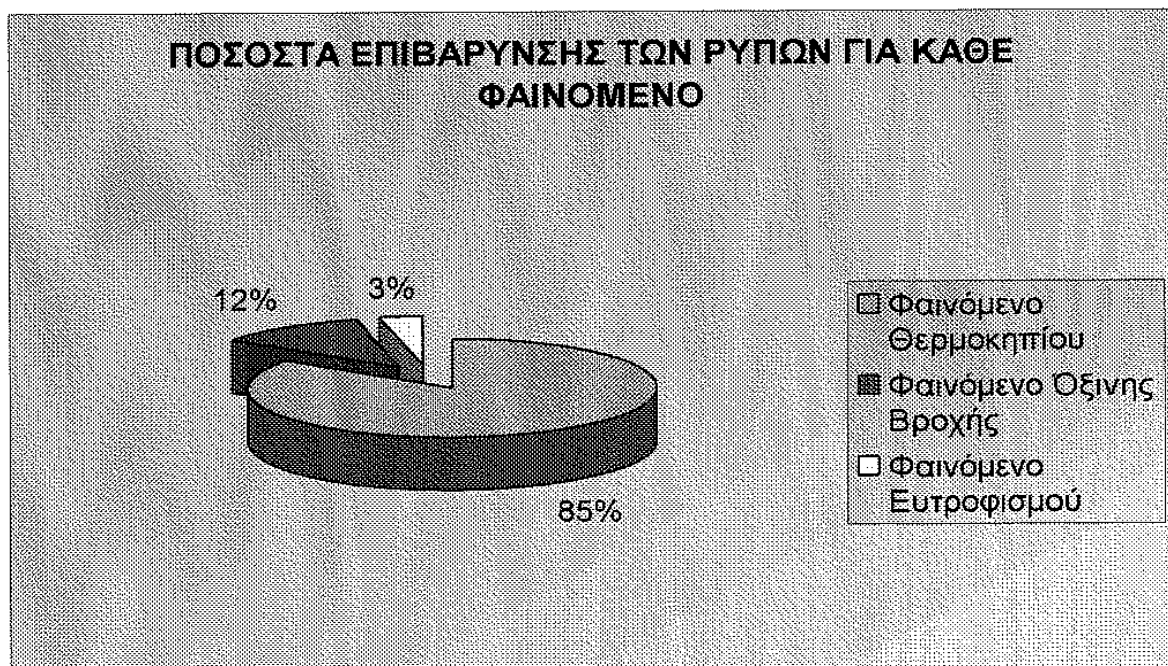
Με τις τιμές αυτές δημιουργείται το διάγραμμα αξιολόγησης του κύκλου ζωής (διάγραμμα 5.6).



Διάγραμμα 5.6 Αξιολόγηση του κύκλου ζωής

Αποτελέσματα

Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα 5.6, οι ρύποι που εκλύονται κατά την παραγωγή ενέργειας με την χρήση φυσικού αερίου συνεισφέρουν κατά πολύ στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Δεδομένου ότι η παραπάνω ανάλυση κύκλου ζωής έγινε σε 1kWh ηλεκτρικής ενέργειας, εξάγεται το συμπέρασμα ότι αρκετά σημαντική είναι η συμμετοχή των ρύπων από την χρήση του φυσικού αερίου και στα φαινόμενα του εντροφισμού και της όξινης βροχής. Τα ακριβή ποσοστά επιβάρυνσης φαίνονται στο διάγραμμα 5.7.



Διάγραμμα 5.7 Ποσοστά επιβάρυνσης για κάθε φαινόμενο

5.3 Υδροδυναμική

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3.4, οι ρύποι που εκλύονται από τον ΥΗΣ Πολυφύτου είναι μηδενικοί έως ελάχιστοι, δεδομένου ότι η εφεδρική γεννήτρια, που λειτουργεί σε εξαιρετικές περιπτώσεις, είναι η μοναδική μηχανή που επιβαρύνει την ατμόσφαιρα. Συνεπώς, σε σύγκριση με τις ποσότητες των ρύπων από τα άλλα δύο εργοστάσια, ο ΥΗΣ θα παίρνει σχεδόν μηδενικές τιμές.

Ακολουθώντας ακριβώς τα ίδια βήματα όπως στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις, παρακάτω παρουσιάζεται η ανάλυση κύκλου ζωής του ΥΗΣ.

Από τον κατάλογο απογραφής (παράρτημα 3, πίνακας 1) για κάθε πηγή ενέργειας διαπιστώνεται ποια είναι τα φαινόμενα που αφορούν τον ΥΗΣ.

Εξετάζοντας τα φαινόμενα της όξινης βροχής, ευτροφισμού, και εφόσον είναι γνωστό ότι οι εκπομπές που υπάρχουν και συνεισφέρουν σ' αυτά τα φαινόμενα είναι οι εκπομπές των NO_x

Πίνακας 5.15 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο της όξινης βροχής

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΗΣ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστές Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg SO_2 eq
NO_x	2,41E-08	0,7	1,687E-08

Πίνακας 5.16 Ισοδύναμες εκπομπές για το φαινόμενο του ευτροφισμού

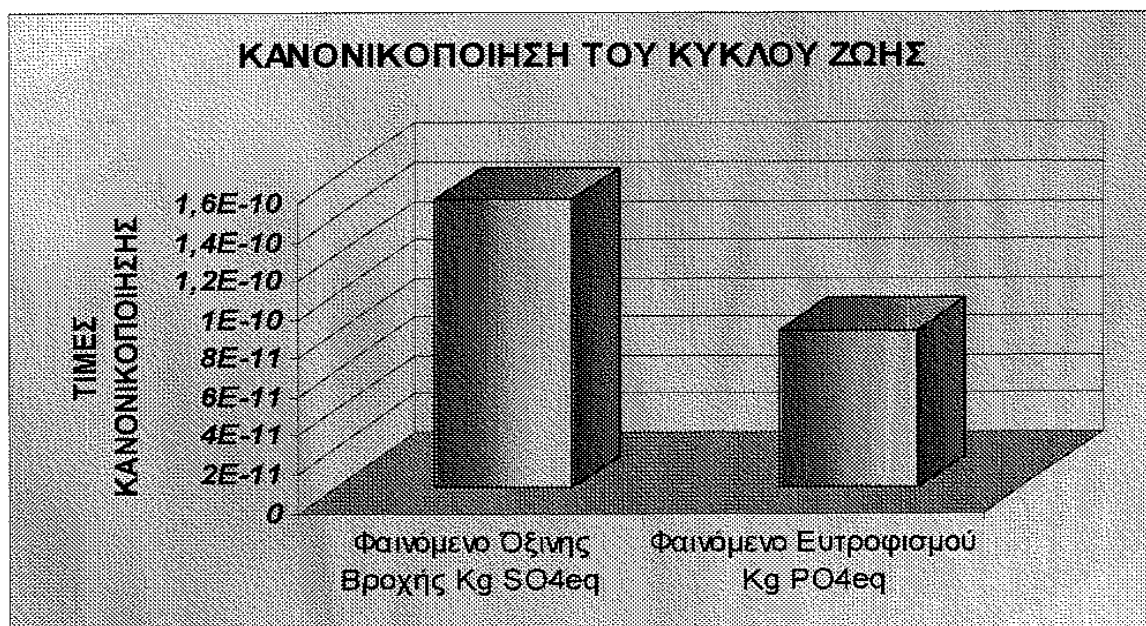
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ			
Εκπομπές	Ποσότητα(Kg)	Συντελεστές Χαρακτηρισμού	Ισοδύναμη Ποσότητα Kg/Kg SO_2 eq
NO_x	2,41E-08	0,13	3,133E-09

Έχοντας υπολογιστεί όλες οι ισοδύναμες εκπομπές για όλα τα περιβαλλοντικά φαινόμενα με βάση τους συντελεστές κανονικοποίησης υπολογίζονται οι αντίστοιχες τιμές κανονικοποίησης για κάθε φαινόμενο (πίνακας 5.17).

Πίνακας 5.17 Τιμές κανονικοποίησης για κάθε φαινόμενο

Ισοδύναμες Εκπομπές		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ Κανονικοποίησης	Τιμές Κανονικοποίησης
Φαινόμενο Οξίνης Βροχής Kg SO ₄ eq	1,687E-08	0,00888	1,49806E-10
Φαινόμενο Ευτροφισμού Kg SO ₄ eq	3,133E-09	0,0262	8,20846E-11

Με βάση τις τιμές που υπολογίστηκαν δημιουργείται το διάγραμμα κανονικοποίησης του κύκλου ζωής (διάγραμμα 5.8).



Διάγραμμα 5.8 Κανονικοποίηση του κύκλου ζωής

Στη συνέχεια με βάση τους συντελεστές αξιολόγησης-αποτίμησης (παράρτημα 3, πίνακας 2) υπολογίζονται οι αντίστοιχες τιμές αξιολόγησης για κάθε φαινόμενο (πίνακας 5.18).

Πίνακας 5.18 Τιμές αξιολόγησης για κάθε φαινόμενο

Τιμές Κανονικοποίησης		Συντελεστές Αξιολόγησης	Τιμές Αξιολόγησης
Φαινόμενο Οξινής Βροχής	1,4981E-10	10	1,498E-09
Φαινόμενο Ευτροφισμού	8,2085E-11	5	4,104E-10

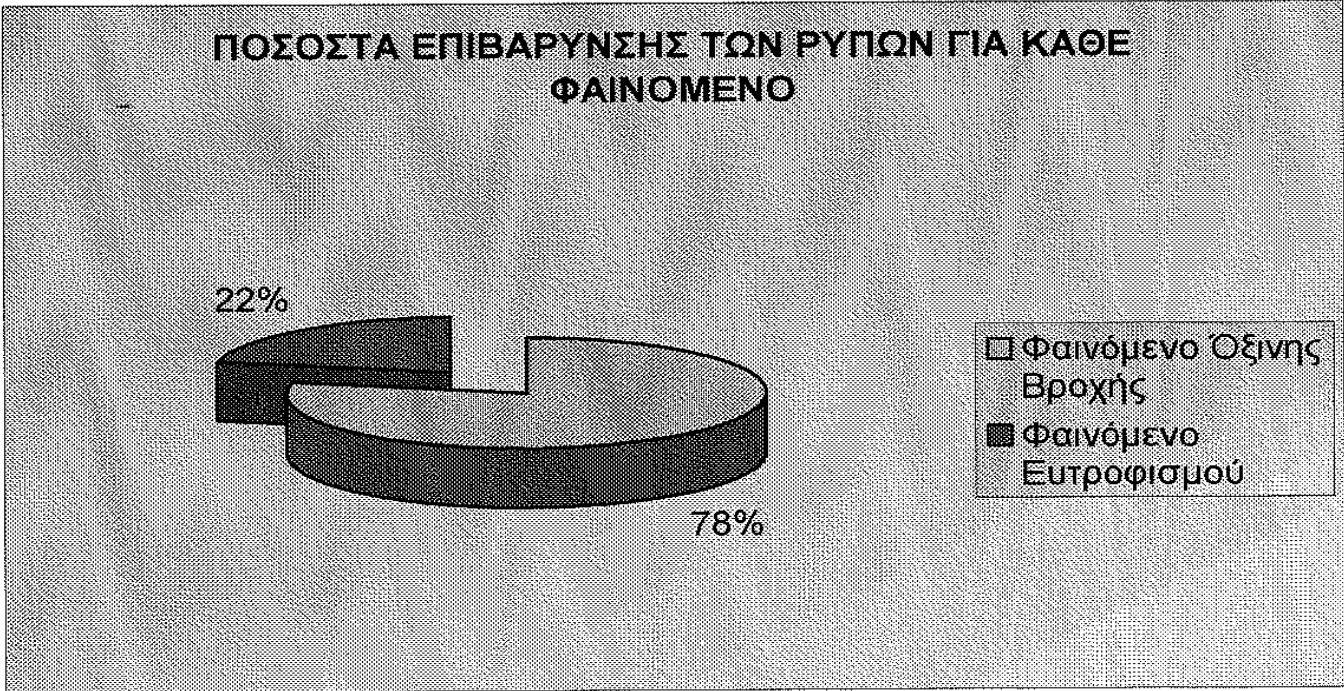
Με τις τιμές αυτές δημιουργείται το διάγραμμα αξιολόγησης του κύκλου ζωής (διάγραμμα 5.9).



Διάγραμμα 5.9 Αξιολόγηση του κύκλου ζωής

Αποτελέσματα

Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα 5.9, οι ρύποι που εκλύονται κατά την παραγωγή ενέργειας με την χρήση νερού συνεισφέρουν ελάχιστα στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και του ευτροφισμού. Δεδομένου ότι ο συγκεκριμένος σταθμός λειτουργεί σε εξαιρετικές περιπτώσεις υψηλής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι εύκολο να καταλάβει κανείς ότι οι περιβαλλοντικές του επιπτώσεις είναι αμελητέες. Τα ακριβή ποσοστά επιβάρυνσης φαίνονται στο διάγραμμα 5.10.



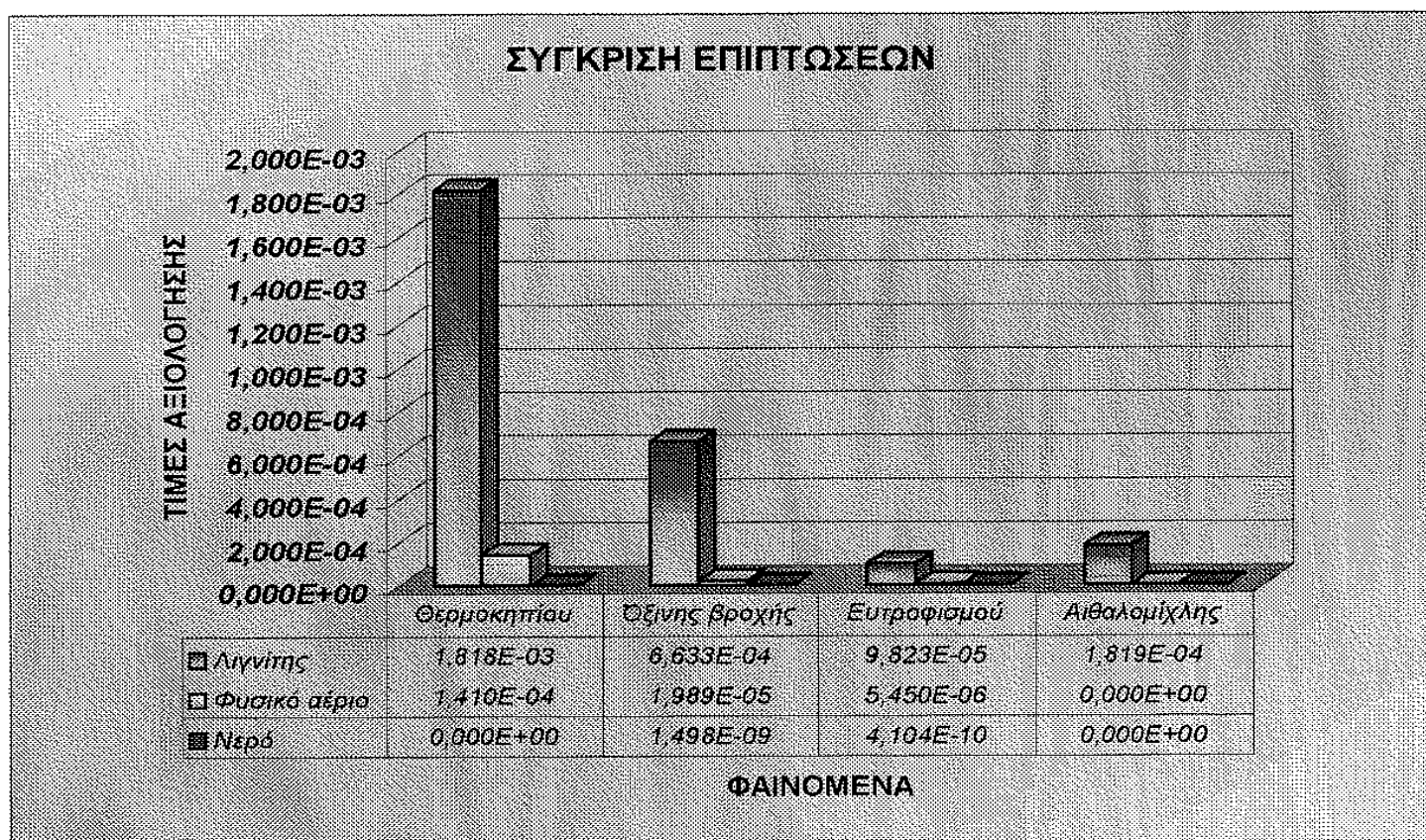
Διάγραμμα 5.10 Ποσοστά επιβάρυνσης για κάθε φαινόμενο

5.4 Συγκριτική Ανάλυση

Με την βοήθεια των πινάκων αξιολόγησης για κάθε πηγή ενέργειας που εξετάστηκε παραπάνω δημιουργείται ο πίνακας 5.19, που παρουσιάζει τις τιμές αξιολόγησης των φαινομένων για κάθε πηγή ξεχωριστά, ώστε να γίνει η σύγκριση. Στο διάγραμμα 5.11 φαίνεται πια πολύ καθαρά ότι οι διαφορές των τριών εξεταζόμενων πηγών στα διάφορα περιβαλλοντικά φαινόμενα είναι πολύ σημαντικές.

Πίνακας 5.19 Τιμές αξιολόγησης για κάθε φαινόμενο και κάθε πηγή ενέργειας

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	ΤΙΜΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ		
	Λιγνίτης	Φυσικό αέριο	Νερό
Θερμοκηπίου	1,818E-03	1,410E-04	0,000E+00
Οξίνης βροχής	6,633E-04	1,989E-05	1,498E-09
Ευτροφισμού	9,823E-05	5,450E-06	4,104E-10
Αιθαλομίχλης	1,819E-04	0,000E+00	0,000E+00



Διάγραμμα 5.11 Σύγκριση επιπτώσεων στα διάφορα περιβαλλοντικά φαινόμενα από τις τρεις πηγές ενέργειας

Συγκεκριμένα η καύση του λιγνίτη επηρεάζει σχεδόν στο δεκαπλάσιο το φαινόμενο του θερμοκηπίου από την καύση του φυσικού αερίου ενώ η υδροδυναμική έχει μηδενική επίδραση στο φαινόμενο.

Το φυσικό αέριο είναι συγκριτικά με το λιγνίτη καθαρό καύσιμο, φιλικό προς το περιβάλλον, δεν είναι ιδιαίτερα τοξικό και δεν περιέχει μεγάλη ποσότητα θείου στα καυσαερίά του όπως ο λιγνίτης. Για το λόγο αυτό η επίδρασή του στο φαινόμενο της όξινης βροχής είναι περιορισμένη. Αντίθετα με το λιγνίτη που έχει σημαντική επιρροή στο φαινόμενο της όξινης βροχής με μεγάλες τιμές αξιολόγησης.

Επίσης το φυσικό αέριο δεν περιέχει καθόλου αιθάλη όπως και η υδροδυναμική και δεν επηρεάζουν περιβαλλοντικά το φαινόμενο της αιθαλομίχλης. Ο λιγνίτης λόγω της αυξημένης αιθάλης και τέφρας στα καυσαερίά του έχει αυξημένες τιμές αξιολόγησης όπως παρατηρείται στο διάγραμμα 5.11 και φαίνεται η επίδραση στο φαινόμενο της αιθαλομίχλης.

Μεγάλη διαφορά στις τιμές αξιολόγησης παρατηρούνται και στο φαινόμενο του ευτροφισμού μεταξύ των τριών μέσων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με περιβαλλοντικά επιβλαβέστερο το λιγνίτη.

Με βάση τη περιβαλλοντική μελέτη που προηγήθηκε και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των τιμών αξιολόγησης για τα αντίστοιχα φαινόμενα παρατηρείται ότι η υδροδυναμική είναι η καθαρότερη μορφή ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επηρεάζει στο ελάχιστο το φαινόμενο του ευτροφισμού και της όξινης βροχής ενώ δεν ασκεί καμία επίδραση στα υπόλοιπα φαινόμενα. Ακολουθεί το φυσικό αέριο ενώ την πρώτη θέση την καταλαμβάνει με διαφορά ο λιγνίτης.

6 .ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο λιγνίτης είναι εδώ και πολλά χρόνια μία από τις πιο σημαντικές συμβατικές πηγές ενέργειας. Παρ' όλα αυτά δεν ανήκει στην κατηγορία των ανεξάντλητων πηγών ενέργειας, γεγονός που έρχεται σε σύγκρουση με την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος του πλανήτη που αντιμετωπίζουμε πολύ έντονα στις μέρες μας. Το ενεργειακό αυτό πρόβλημα επιδεινώνει ακόμα περισσότερο η σοβαρή επίπτωση που έχει η χρήση του λιγνίτη στο περιβάλλον.

Τα τελευταία χρόνια, όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγή, ο άνθρωπος έχει αρχίσει να μελετάει και να χρησιμοποιεί εναλλακτικές πηγές ενέργειας, όπως το νερό και το φυσικό αέριο, μολονότι το τελευταίο δεν κατατάσσεται επίσης στις ανεξάντλητες πηγές ενέργειας. Αξίζει παρ' όλα αυτά να σημειωθεί ότι, τόσο το νερό όσο και το φυσικό αέριο, είναι πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον.

Το φυσικό αέριο υπερτερεί με μεγάλη διαφορά έναντι του λιγνίτη στην ελάτωση των φαινομένων που εξετάστηκαν παραπάνω, τα οποία επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα. Λαμβάνοντας υπόψη μας και τη σχετικά μεγάλη απόδοσή του μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η χρήση του για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι εξαιρετικά συμφέρουσα τόσο περιβαλλοντικά όσο και ενεργειακά.

Ακόμα περισσότερο στην εξυγίανση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συμμετέχει η υδροδυναμική, της οποίας οι τιμές αξιολόγησης είναι σχεδόν μηδενικές για όλα τα φαινόμενα. Παρόλα αυτά η ενεργειακή του απόδοση είναι σημαντικά χαμηλότερη αυτής του λιγνίτη και του φυσικού αερίου.

Η παραπάνω μελέτη καθώς και τα συμπεράσματά της θα μπορούσαν να επεκταθούν σε συνδυασμό με μια οικονομική μελέτη η οποία θα δώσει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το βέλτιστο τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Λαμβάνοντας υπόψη μας και άλλες συνέπειες που έχουν τα παραπάνω φαινόμενα, όπως η άνοδος της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη και οι κλιματικές αλλαγές που θα επιφέρει, συμπεραίνουμε ότι η στροφή του ανθρώπου αποκλειστικά στις εναλλακτικές πηγές ενέργειας είναι όχι απλά απαραίτητη αλλά και επείγουσα. Τα πρώτα προβλήματα κλιματικών συνθηκών και οι καταστροφικές τους συνέπειες έχουν ήδη αρχίσει να παρατηρούνται.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ι. Σίνης, ΑΝΤΛΙΕΣ, Εκδόσεις Γκιούρδας, Θεσσαλονίκη, 1996
- [2] Κ. Αρβανιτίδης - Ι. Καραγιάννης - Κ. Μαρούλης - Π. Πανούσος - Ν. Σφούνης - Ν. Τσοχατζίδης, ΒΑΣΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ, Εγχειρίδιο, Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Α.Ε., Κομοτηνή, 2005
- [3] Α. Παπαθανασίου, ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ -ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ, Εκδόσεις Γκιούρδα, Θεσσαλονίκη, 1995
- [4] Γ. Κωστόπουλος - Γ. Πολυχρονίου - Χ. Σαμαράς - Ν. Ψύγκας, ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟ, Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Α.Ε., Κομοτηνή, 2005
- [5] Χ. Τσόγκας, Ε. Χ. Τσόγκα, ΦΡΑΓΜΑΤΑ, Εκδόσεις Γκιούρδας, Θεσσαλονίκη, 2000
- [6] Β. Α. Κωνσταντόπουλος ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΟΙ ΚΑΛΟΦΟΡΟΙ ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Κοζάνη, 1990
- [7] Δ. Σωτηρόπουλος, ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Κοζάνη, 2005
- [8] Χ. Ι. Κορωναίος, ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, Εγχειρίδιο, Κοζάνη, 2004
- [9] Σ. Ν. Λέγγα, Ν. Ι. Παρίκου, ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ, Εγχειρίδιο, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, 2003
- [10] Νικόλαος Μουσιόπουλος, ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, Εγχειρίδιο, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, 1991
- [11] Hans Dieter Baehr, Επιμέλεια Κ. Ν. Πάττα, ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη
- [12] Βασίλης Ν. Εάνθος, ΠΑΡΑΓΩΓΗ – ΜΕΤΑΦΟΡΑ – ΔΙΑΝΟΜΗ – ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 1999
- [13] Πέτρος Ντοκόπουλος, ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Εκδόσεις ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ, Θεσσαλονίκη, 1986
- [14] Β. Γκέκας, Ν. Φραντζεσκάκη, Ε. Κατσίβελα, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΞΙΚΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, 2002
- [15] Ιωάννης Β. Γεντεκάκης, ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ – Επιπτώσεις, έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογίες, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, 2003
- [16] C. David Cooper, F. C Alley, Επιμέλεια Αγγ. Γούλα, ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΕΡΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, 2004
- [17] Κ. Μπολορίζος, ΥΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Κοζάνη, 2005
- [18] www.ecoil.tuc.gr
- [19] www.aix.meng.auth.gr
- [20] www.ecosmes.net
- [21] www.ktirio.gr

8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1

Πίνακας 8.1 Κατανάλωση καυσίμων 2004

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ Ο.Ν.Π.	2004		2003	
	(lt)	(lt/ώρα)	(lt)	(lt/ώρα)
ΠΡΟΩΘΗΤΕΣ	3.061.390	76	2.522.472	74
SHOVELS	1.492.700	82	1.970.880	92
O&K RH170	1.259.880	138	0	0
E/H 3500	3.416.287	91	0	0
UNIT RIG	2.724.959	82	2.612.815	83
TEREX 85t	2.447.206	62	2.667.745	56
TEREX 50t	1.078.108	34	956.131	34
ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΑ	626.030	50	583.965	48
ΛΟΙΠΑ	846.620	-	294.937	-
ΣΥΝΟΛΟ	16.953.180	-	11.608.945	-
2004/2003	46%			
ΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ Ο.Ν.Π.	4.156.284		3.674.619	
2004/2003	13,1%			

Πίνακας 8.2 Αναλυτική κατάσταση καυσίμων παραγωγικού εξοπλισμού Ο.Ν.Π.

ΠΡΟΦΩΗΤΕΣ				TEREX 50				TEREX 85				UNIT RIG			
No	ΛΙΤΡΑ	ΩΡΕΣ	L/H	No	ΛΙΤΡΑ	ΩΡΕΣ	L/H	No	ΛΙΤΡΑ	ΩΡΕΣ	L/H	No	ΛΙΤΡΑ	ΩΡΕΣ	L/H
136	208103	2824	74	1				1	0	0		1	471689	5201	91
137	63660	990	64	2				2	270359	4683	58	2	388146	4459	87
138	0	0		3	110119	3134	35	3	1850	44	42	3	493340	6094	81
139	191662	2150	89	4	113813	2995	38	4	257745	4164	62	4	420852	5781	73
140	68060	900	76	5	87189	2537	34	5	255462	3856	66	5	491443	5993	82
172	76384	1143	67	6	56453	1826	31	6	132060	1774	74	6	459489	5620	82
175	5800	20	290	7	119055	4728	25	7	281422	4634	61	ΣΝΑ	2724959	33148	82
176	81496	1324	62	8	116732	3429	34	8	0	0					
187	83995	4447	19	9	129679	3552	37	9	223390	3629	62				
192	447510	4957	90	10	41211	1077	38	10	287480	4867	59	ΙΣΟΠΕΔΩΤΕΣ			
193	450812	5563	81	11	95699	2790	34	11	224040	3231	69	16	110722	3954	28
198	209402	4146	51	12	109500	3130	35	12	232244	4331	54	17	44655	1607	28
213	568814	5795	98	13	98658	2729	36	13	178014	2113	84	26	119518	3743	32
214	605692	6124	99	14				14	103140	1843	56				
ΣΝΑ	3061390	40383	76	ΣΝΑ	1078108	31927	34	ΣΝΑ	2447206	39169	62	ΣΝΑ	274895	9304	30
SHOVELS				ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΑ				ΟΙΓ SCANIA				Η/ΕΥ			
1	863140	6121	141	1	0	0		1	53985	0		1	599223	6400	94
2	396740	2984	133	2	213346	4245	50	2	43770	0		2	587662	6585	89
73	157847	1510	105	3	0	0						3	524043	5835	90
74	174890	2066	85	4	170930	3547	48					4	513576	5718	90
87	2450	148	17	5	241754	4630	52					5	500026	5441	92
99	20945	882	24	6	0	0						6	386927	4354	89
117	14900	1381	11									7	136090	1454	94
119	164560	3247	51									8	168740	1957	86
127	486220	4063	120												
128	470888	4858	97												
ΣΝΑ	2752580	27260	101	ΣΝΑ	626030	12422	50	ΣΝΑ	97755	0		ΣΝΑ	3416287	37744	91
												Φ/Τ			
ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ (FM^3)												Φ 89	389790	5089	77
												Φ 90	900	0	
												Φ 96	83280	1740	48
												ΣΝΑ	473970	6829	69
ΣΥΝΟΛΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ												16.953.180			
TEREX 50	1.368.000														
TEREX 85	3.098.300														
UNIT RIG	3.695.200														
Η/ΕΥ	6.559.100														
ΣΝΑ	14.720.600														
	TEREX 50			TEREX 85			UNIT RIG			Η/ΕΥ					
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ	66.975			91.979			63.477			75.489					
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	1.078.108			2.447.206			2.724.959			3.416.287					
FM^3	1.368.000			3.098.300			3.695.200			6.559.100					
LIT/ΔΡΟΜ	16,10			26,61			42,93			45,26					
LIT/ΩΡΑ	33,77			62,48			82,21			90,51					
ΔΡΟΜ/ΩΡΑ	2,10			2,35			1,92			2,00					
FM^3/ΔΡΟΜ	20,43			33,68			58,21			86,89					
LIT/FM^3	0,79			0,79			0,74			0,52					
ΥΠΟΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΛΙΤΡΑ)															
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ										4123070					
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ										0					
ΒΕΝΖΙΝΗ SUPER										24170					
ΒΕΝΖΙΝΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗ										9044					
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ										21.109.464					

Πίνακας 8.3 Εισροές - Εκροές ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου

ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ		2002	2003	2004	ΜΟ	
Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	MWh/έτος	11.239.500	11.921.785	11.481.875	11.547.720	
Κατανάλωση λιγνίτη	τι/έτος	21.375.508	22.972.765	22.002.702	22.116.992	
Κατανάλωση νερού	τι/έτος	26.678.681	28.996.885	26.328.288	27.334.618	
Κατανάλωση χημικών	Θεικό οξύ	τι/έτος	2.002	2.208	2.026.230	676.813
	Καυστικό νάτριο	τι/έτος	1.152	1.312	1.064.319	355.594
	Αλατα τρισθενούς σιδήρου	τι/έτος	209	207	231.524	77.313
	Υδρασβεστός	τι/έτος	5.174	5.587	5.412.430	1.807.730
Κατανάλωση Diesel	τι/έτος	3.059	2.903	3.377	3.113	
Υγρά αποβλήτα	τι/έτος	9.175.854	9.400.077	8.443.825	9.006.585	
Εξάτμιση	τι/έτος	17.682.643	19.545.210	17.351.542	18.193.132	
Λάσπη	τι/έτος	51.341	29.559	19.422	33.441	
Ποσότητα τέφρας σε τσιμεντοβιομηχανίες	τι/έτος	303.767	402.438	283.470	329.892	

Πίνακας 8.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά λιγνίτη

		2002	2003	2004	ΜΟ
Ανθρακας	%	17,37	17,59	17,38	17,4
CO2	%	4,90	5,10	4,70	4,9
Υδρογόνο	%	1,40	1,38	1,40	1,4
Θείο	%	0,36	0,32	0,45	0,4
Άζωτο	%	0,46	0,53	0,40	0,5
Οξυγόνο	%	8,28	7,19	7,45	7,6
Τέφρα	%	16,96	18,01	18,58	17,9
Υγρασία	%	50,27	49,89	49,64	49,9

Πίνακας 8.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά τέφρας

		2002	2003	2004	ΜΟ
SiO2	%	17,44	29,14	30,69	25,8
Al2O3	%	14,56	11,42	11,73	12,6
Fe2O3	%	6,50	6,18	6,04	6,2
TiO2	%	0,45	0,48	0,51	0,5
P2O5	%	0,40	0,26	0,27	0,3
CaO	%	49,09	40,93	37,75	42,6
MgO	%	4,24	3,91	3,98	4,0
Na2O	%	0,47	0,33	0,36	0,4
K2O	%	0,89	0,59	0,66	0,7
SO3	%	5,71	2,20	6,23	4,7
CaO (ελεύθερο)	%	10,69	9,33	12,40	10,8

Πίνακας 8.6 Κατάλογος απογραφής κύκλου ζωής

ΡΟΗ	ΕΤΗΣΙΑ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΕΤΑΙ			ΜΟΝΑΔΑ
	Λιγνίτης	Φυσικό αέριο	Νερό	
I Λιγνίτης	22.002.702,00			tn
I Φυσικό αέριο		788.400.000,00		κ.μ.
I Νερό			14.000.000.000,00	κ.μ.
I Πετρέλαιο diesel	21.109.464,00		31,50	lt
O CO ₂ (a)	215.582.000.000,00	3.196.000.000,00		kgf
O CO (a)	37.588.400,00	298,54		kgf
O SO ₂ (a)	75.469.300,00			kgf
O Nox (a)	125.660.000,00	1.345.000,00	9,64	kgf

Σύμβολα: I ... ροή εισόδου (input)
O ... ροή εξόδου (output)

Πίνακας 8.7 Συντελεστές κανονικοποίησης και αξιολόγησης ανά κατηγορία

Κατηγορία επιπτώσεων	Κανονικοποίηση (συντελεστής)	Αποτίμηση (συντελεστής)
Φαινόμενο θερμοκηπίου	0,0000742	2,5
Φθορά στρώματος του όζοντος	1,24	100
Όξινη βροχή	0,00888	10
Ευτροφισμός	0,0262	5
Καρκινογένεση	106	10
Αιθαλομίχλη χειμώνα	0,0106	5
Βαρέα μέταλλα	17,8	5

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ECO-
INDICATOR 95

Πίνακας 8.8 Συντελεστές χαρακτηρισμού (kg CO₂) του φαινομένου του θερμοκηπίου

Τύπος περιβαλλοντος που εκπέμπονται	Εκπομπές	Συντελεστής χαρακτηρισμού kg/kg CO ₂
Αέρας	CO ₂	1
Αέρας	1,1,1-τριχλωροαιθάνιο	100
Αέρας	CFC (σκληρό)	7100
Αέρας	CFC (μαλακό)	1600
Αέρας	CFC-11	3400
Αέρας	CFC-113	4500
Αέρας	CFC-114	7000
Αέρας	CFC-115	7000
Αέρας	CFC-116	6200
Αέρας	CFC-12	7100
Αέρας	CFC-13	13000
Αέρας	CFC-14	4500
Αέρας	Διχλωρομεθάνιο	15
Αέρας	HALON-1211	4900
Αέρας	HALON-1301	4900
Αέρας	HCFC-123	90
Αέρας	HCFC-124	440
Αέρας	HCFC-141b	580
Αέρας	HCFC-142b	1800
Αέρας	HCFC-22	1600
Αέρας	HFC-125	3400
Αέρας	HFC-134a	1200
Αέρας	HFC-143a	3800
Αέρας	HFC-152a	150
Αέρας	Μεθάνιο CH ₄	11
Αέρας	N ₂ O	270
Αέρας	Τετραχλωρομεθάνιο	1300
Αέρας	Τριχλωρομεθάνιο	25

Πίνακας 8.9 Συντελεστές χαρακτηρισμού (kg PO₄) του φαινομένου του ευτροφισμού (eutrophication)

Τύπος περιβάλλοντος που εκπέμπονται	Εκπομπές	Συντελεστής χαρακτηρισμού kg/kg PO ₄
Αέρας	Αμμωνία	0,33
Αέρας	Νιτρικά άλατα	0,1
Αέρας	Φωσφορικά άλατα	1
Αέρας	NO	0,2
Αέρας	NO ₂	0,13
Αέρας	NO _x	0,13
Αέρας	NO _x (όπως NO ₂)	0,13
Αέρας	P	3,06
Νερό	COD	0,022
Νερό	Kjedahl-N	0,42
Νερό	N-tot	0,42
Νερό	NH ₃	0,33
Νερό	NH ₄ ⁺	0,33
Νερό	Νιτρικά άλατα	0,1
Νερό	P-tot	3,06
Νερό	Φωσφορικά άλατα	1

Πίνακας 8.10 Συντελεστές χαρακτηρισμού (kg SO₄) του φαινομένου της όξινης βροχής (Acidification)

Τύπος περιβάλλοντος που εκπέμπονται	Εκπομπές	Συντελεστής χαρακτηρισμού kg/kg SO ₄
Αέρας	Αμμωνία	1,88
Αέρας	HCl	0,88
Αέρας	HF	1,6
Αέρας	NO	1,07
Αέρας	NO ₂	0,7
Αέρας	NO _x	0,7
Αέρας	NO _x (όπως NO ₂)	0,7
Αέρας	SO ₂	1
Αέρας	SO _x	1
Αέρας	SO _x (όπως SO ₂)	1

Πίνακας 8.11 Συντελεστές χαρακτηρισμού (kg SPM) του φαινομένου της αιθαλομίχλης του χειμώνα (Winter Smog)

Τύπος περιβάλλοντος που εκπέμπονται	Εκπομπές	Συντελεστής χαρακτηρισμού kg/kg SPM
Αέρας	άνθρακας (σκόνη)	1
Αέρας	σκόνη (SPM)	1
Αέρας	σκόνη σιδήρου	1
Αέρας	SO ₂	1
Αέρας	αιθάλη	1

Πίνακας 8.12 Συντελεστές χαρακτηρισμού (kg CFC-11) του φαινομένου της φθοράς του στρώματος του όζοντος (Ozone depletion)

Τύπος περιβάλλοντος που εκπέμπονται	Εκπομπές	Συντελεστής χαρακτηρισμού kg/kg CFC-11
Αέρας	1,1,1-τριχλωροαιθάνιο	0,12
Αέρας	CFC (σκληρό)	1
Αέρας	CFC (μαλακό)	0,055
Αέρας	CFC-11	1
Αέρας	CFC-113	1,07
Αέρας	CFC-114	0,8
Αέρας	CFC-115	0,5
Αέρας	CFC-12	1
Αέρας	CFC-13	1
Αέρας	HALON-1201	1,4
Αέρας	HALON-1202	1,25
Αέρας	HALON-1211	4
Αέρας	HALON-1301	16
Αέρας	HALON-2311	0,14
Αέρας	HALON-2401	0,25
Αέρας	HALON-2402	7
Αέρας	HCFC-123	0,02
Αέρας	HCFC-124	0,022
Αέρας	HCFC-141b	0,11
Αέρας	HCFC-142b	0,065
Αέρας	HCFC-22	0,055
Αέρας	HCFC-225ca	0,025
Αέρας	HCFC-225cb	0,033
Αέρας	Μεθυλοβρωμίδιο	0,6
Αέρας	Τετραχλωρομεθάνιο	1,08

Πίνακας 8.13 Συντελεστές χαρακτηρισμού (kg Pb) για τις εκπομπές βαρέων μετάλλων

Τύπος περιβάλλοντος που εκπέμπονται	Εκπομπές	Συντελεστής χαρακτηρισμού kg/kg Pb
Αέρας	οξειδία του καδμίου	50
Αέρας	Cd	50
Αέρας	βαρέα μέταλλα	1
Αέρας	Hg	1
Αέρας	Mn	1
Αέρας	Pb	1
Νερό	As	1
Νερό	B	0,03
Νερό	Ba	0,014
Νερό	Cd	3
Νερό	Cr	0,2
Νερό	Cu	0,005
Νερό	Hg	10
Νερό	Mn	0,02
Νερό	Mo	0,14
Νερό	Ni	0,5
Νερό	Pb	1
Νερό	Sb	2

Πίνακας 8.14 Συντελεστές χαρακτηρισμού (kg B(a)P) του φαινομένου της καρκινογένεσης

Τύπος περιβάλλοντος που εκπέμπονται	Εκπομπές	Συντελεστής χαρακτηρισμού kg/kg B(a)P
Αέρας	ακρονιτρίλια	0,00022
Αέρας	As	0,044
Αέρας	βενζένιο	0,000044
Αέρας	βενζο(α)πυρένιο B(a)P	1
Αέρας	Cr(VI)	0,44
Αέρας	CxCy Αρωματικοί	0,000044
Αέρας	Ni	0,0044
Αέρας	PAH's	1
Αέρας	tar	0,000044
Αέρας	βινυλοχλωρίδιο	0,000011