

ΝΕΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ ΣΤΟΝ Α.Η.Σ. ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ ΙΙΙ

Μιχάλης Αγγελίδης
Πολιτικός Μηχανικός
ΑΜΤΕ Α.Ε. Τεχνικών Μελετών
Αθήνα
e-mail: amte@otenet.gr

Γιώργος Παπανίκας
Πολιτικός Μηχανικός
ΑΜΤΕ Α.Ε. Τεχνικών Μελετών
Αθήνα
e-mail : amte@otenet.gr

Αλεξάνδρα Σκόκου
Πολιτικός Μηχανικός
ΑΜΤΕ Α.Ε. Τεχνικών Μελετών
Αθήνα
e-mail : amte@otenet.gr

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

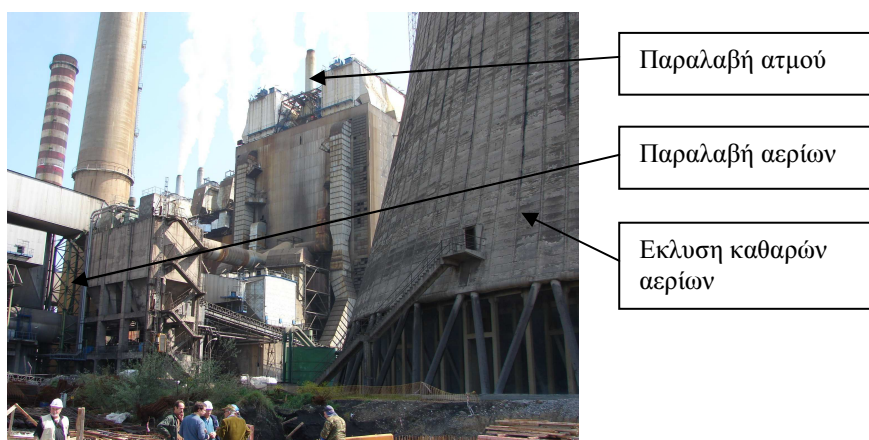
Η παρουσίαση αφορά στο σχεδιασμό του συστήματος αγωγών και των στηρίξεών του για τη νέα μονάδα αποθείωσης καυσαερίων στον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό Μεγαλόπολης ΙΙΙ. Οι αγωγοί αποθείωσης αποτελούνται από κυλινδρικά και ορθογωνικά κελύφη μεγάλων διαστάσεων (διαμέτρου 5 έως 6 μέτρων). Η όδευση αρχίζει από τη διασύνδεση με το υφιστάμενο κτήριο του λέβητα, σε υψόμετρο περίπου 80 μ από το έδαφος, και καταλήγει, μέσω του δοχείου απορρόφησης, στον υφιστάμενο πύργο ψύξης της μονάδας, μετά από διαδρομή περίπου 500 μ. Στην παρουσίαση αναπτύσσεται η φιλοσοφία σχεδιασμού και τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν εξαιτίας των ιδιαιτεροτήτων του έργου, όπως για παράδειγμα: οχλήσεις λόγω υφισταμένων κτηρίων και φορέων στη διαδρομή των νέων αγωγών, περιορισμοί στις δυνατές θέσεις έδρασης των πυλώνων, περιορισμοί στα δυνατά ελεύθερα ανοίγματα των αγωγών, υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, περιορισμοί πρόσβασης στα μέσα ανέγερσης. Η χάραξη της όδευσης διεξήχθη με τη βοήθεια τρισδιάστατου προσομοιώματος των νέων και των υφισταμένων φορέων.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Ατμοηλεκτρικός Σταθμός Μεγαλόπολης ΙΙΙ κατασκευάστηκε την περίοδο 1972-1974. Το 2006 ανετέθη από τη ΔΕΗ στην εταιρεία ALSTOM Power Italy ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση συστήματος αποθείωσης των καυσαερίων της Μονάδας. Η ΑΜΤΕ Α.Ε.

Τεχνικών Μελετών ανέλαβε στη συνέχεια, για λογαριασμό του αναδόχου, το σχεδιασμό των έργων πολιτικού μηχανικού, των μεταλλικών φορέων και των αγωγών αποθείωσης.

Οι αγωγοί αποθείωσης παραλαμβάνουν ατμό από την οροφή του υφιστάμενου κτηρίου λέβητα (σε υψόμετρο περίπου 80 μέτρων από το έδαφος) και καυσαέρια από την είσοδο της υφιστάμενης καμινάδας (σε υψόμετρο περίπου 15 μέτρων από το έδαφος). Τα αέρια αυτά στη συνέχεια αναμειγνύονται στο δοχείο ανάμιξης και οδηγούνται στο δοχείο απορρόφησης, όπου και λαμβάνει χώρα η διαδικασία αποθείωσης. Τα καθαρισμένα πλέον αέρια οδηγούνται τέλος και εκλύονται μέσα στον υφιστάμενο πύργο ψύξης. Οι αγωγοί ατμού έχουν διάμετρο 5800 χιλ και οι αγωγοί καυσαερίων έχουν διάμετρο 5600 χιλ, ενώ χρησιμοποιούνται και ορθογωνικές διατομές για περιοχές προσαρμογής και για τους αγωγούς μετά την ανάμιξη. Η κατάσταση της υφιστάμενης μονάδας και τα σημεία παραλαβής και έκλυσης των αερίων παρουσιάζονται στην ακόλουθη φωτογραφία.



Φωτ. 1 Υφιστάμενη μονάδα και σημεία παραλαβής και έκλυσης αερίων

Η γεωμετρία των αγωγών, η κατάσταση της υφιστάμενης μονάδας και οι λειτουργικές απαιτήσεις του έργου επέβαλλαν σειρά περιορισμών, οι οποίοι αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

3. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Οι περιορισμοί που ετέθησαν για το σχεδιασμό της όδευσης των αγωγών, για την επιλογή της θέσης των πυλώνων και για το σχεδιασμό και διαστασιολόγηση αγωγών και πυλώνων απαριθμούνται ακολούθως:

- Απαίτηση διατήρησης της δυνατότητας κυκλοφορίας οχημάτων στις περιοχές διέλευσης αγωγών. Λόγω της υψηλής συχνότητας κυκλοφορίας σιλοφόρων οχημάτων για την παραλαβή της τέφρας από τα φίλτρα της μονάδας, έπρεπε οι νέοι πυλώνες να τοποθετηθούν σε θέσεις οι οποίες να επιτρέπουν ελιγμούς βαρέων οχημάτων.
- Περιορισμοί και οχλήσεις από υφιστάμενους αγωγούς, ταινιοδρόμους και κτήρια.
- Ελαχιστοποίηση μεταφοράς φορτίων σε υφιστάμενα κτήρια, λόγω αδυναμίας εύρεσης στοιχείων για τους σχετικούς ελέγχους. Τα μόνα κτήρια στα οποία κατ'ανάγκη μεταφέρονται φορτία είναι ο λέβητας και η καμινάδα. Και τα δυο κτήρια επανελέγχθηκαν και ενισχύθηκαν όπου ήταν απαραίτητο.
- Μείωση επιτρεπομένων τάσεων λόγω υψηλών θερμοκρασιών λειτουργίας.

- Περιορισμός στο πάχος των ελασμάτων των αγωγών από το εργοστάσιο παραγωγής. Ο χάλυβας των αγωγών που περιλαμβάνουν ατμό είναι S-TEN και παράγεται από τη Fuji Steel, η οποία διαθέτει ελάσματα πάχους 6 χιλ.
- Περιορισμοί στις θέσεις των θεμελιώσεων των πυλώνων λόγω διέλευσης υπογείων δικτύων, μη γνωστών κατά τη φάση του σχεδιασμού.
- Περιορισμοί που τίθενται από τα διαθέσιμα μέσα ανέγερσης (γερανοί) ως προς τα βάρη των συγκροτημάτων αλλά και την απόσταση ανέγερσης από τις δυνατές θέσεις στησίματος των γερανών.

Τέλος, επειδή το συγκεκριμένο έργο αποτελεί τμήμα έργου για το οποίο η σύμβαση περιλαμβάνει κατ'αποκοπή τμήμα, υφίσταται και ο συνήθης περιορισμός της ελαχιστοποίησης του κόστους υλικών και εργασίας.

4. ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

Εκτός από τις συνήθεις φορτίσεις δομικών έργων, δηλαδή, μόνιμα φορτία, φορτία ανέμου, χιονιού και σεισμού, στους αγωγούς ασκούνται και τα ακόλουθα:

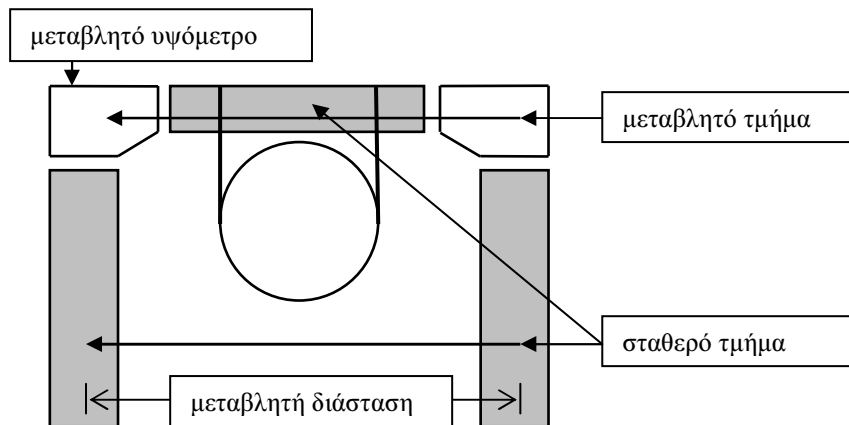
- Φορτία από εσωτερική πίεση κατά τη λειτουργία της μονάδας. Οι τιμές των εσωτερικών πιέσεων διαφοροποιούνται ανάλογα με τη θέση του αγωγού και κυμαίνονται από 4 έως 5 kPa.
- Θερμοκρασία αερίων, η οποία διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση και το περιεχόμενο του αγωγού και κυμαίνεται από 200 έως 300 βαθμούς Κελσίου.
- Συγκέντρωση στάχτης κατά τη λειτουργία της μονάδας. Η στάχτη περιέχεται ως αιωρούμενα σωματίδια μέσα στον αγωγό και, ανάλογα με την ταχύτητα του αερίου και το ποσοστό υγρασίας, μπορεί να κατακαθήσει στα τοιχώματα των αγωγών. Η συγκέντρωση της στάχτης μπορεί να είναι ομοιόμορφη στην περιφέρεια του τοιχώματος του αγωγού ή να συσσωρευθεί στον πυθμένα του αγωγού. Οι τιμές των φορτίσεων κυμαίνονται από 2 kPa στην περίπτωση της ομοιόμορφης περιφερειακά συγκέντρωσης έως 5 kPa στην περίπτωση της κατακάθησης στον πυθμένα του αγωγού.

5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΔΕΥΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

Πριν την έναρξη του σχεδιασμού, διεξήχθη αναλυτική αποτύπωση των υφισταμένων εγκαταστάσεων στην περιοχή διέλευσης των αγωγών, έτσι ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός των πιθανών περιορισμών και οχλήσεων. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένα τρισδιάστατο προσομοίωμα της περιοχής, για να καταστεί δυνατός ο σχεδιασμός των οδεύσεων σε συνδυασμό με τον έλεγχο των οχλήσεων. Το προσομοίωμα στην αρχή περιέλαβε τα βασικά κτήρια της υφιστάμενης μονάδας στην περιοχή διέλευσης των αγωγών και εμπλουτιζόταν με την προσθήκη των αγωγών και των πυλώνων στήριξής τους.

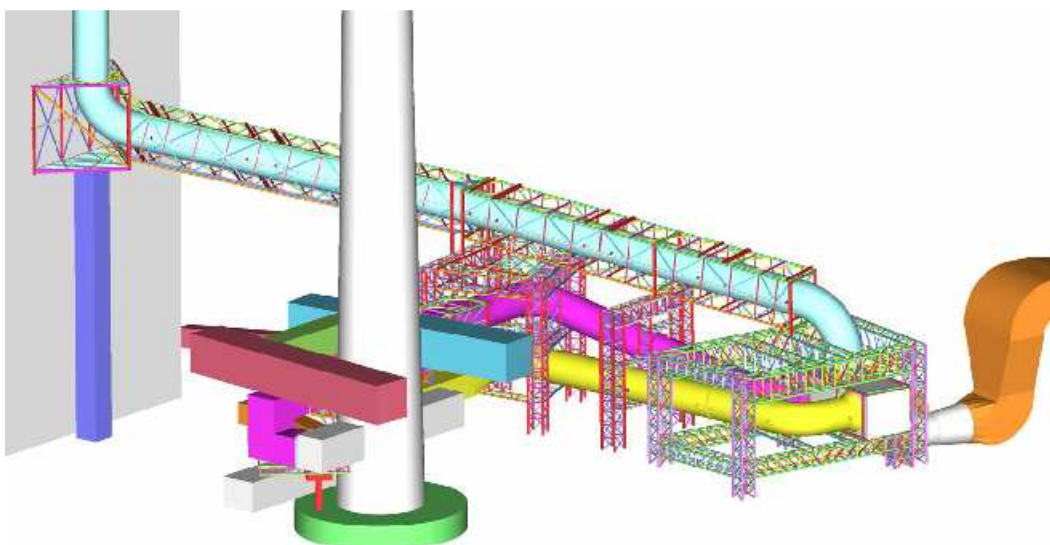
Διεξήχθη σειρά παραμετρικών αναλύσεων των διαφόρων αγωγών για να καθορισθούν τα μέγιστα πιθανά ανοίγματα στήριξης τους. Στη συνέχεια επελέγησαν οι δυνατές θέσεις ανέγερσης πυλώνων στήριξης των αγωγών. Οι θέσεις επελέγησαν με βασικό κριτήριο τη διατήρηση της δυνατότητας κυκλοφορίας των οχημάτων για την εξυπηρέτηση της μονάδας.

Επειδή οι θέσεις των υπογείων δικτύων (αγωγοί νερού ψύξης, αγωγοί αποχέτευσης και πυρόσβεσης, υπόγεια κανάλια καλωδίων) δεν ήταν γνωστές, αλλά θα προέκυπταν κατά την εκσκαφή των θεμελίων, έπρεπε να επιλεγεί μορφή πυλών στήριξης η οποία θα επέτρεπε προσαρμογές στη φάση των εκσκαφών. Για το λόγο αυτό επελέγησαν τετραγωνικοί πυλώνες διαστάσεων 2500 χιλ × 2500 χιλ οι οποίοι συνδέονται από τετραγωνικό ζευκτό επί του οποίου εδράζονται οι αγωγοί. Η μορφή των πυλώνων αποτυπώνεται σχηματικά στο ακόλουθο σκαρίφημα:



Σχ. 1 Σχηματική απεικόνιση πυλώνων στήριξης αγωγών

Με τον τρόπο αυτό κατέστη δυνατό να προχωρήσει ο σχεδιασμός των πυλώνων και των αγωγών ανεξάρτητα από τη διαδικασία καθορισμού των υπογείων οχλήσεων. Τα σταθερά τμήματα των πυλώνων μπορούσαν να προωθηθούν για βιομηχανοποίηση παράλληλα με τη διεξαγωγή των ερευνών επί τόπου για τον εντοπισμό των υπογείων δικτύων. Επισημαίνεται ότι λόγω της απαίτησης για απρόσκοπτη κυκλοφορία των οχημάτων κατά τη διάρκεια της διερεύνησης, η διαδικασία εντοπισμού διεξάγετο και ολοκληρωνόταν για κάθε θέση θεμελίου πριν προχωρήσει στην επόμενη θέση. Όταν ολοκληρώθηκε η διαδικασία (η οποία διήρκεσε περίπου 2 μήνες), κατέστη δυνατή η οριστικοποίηση των διαστάσεων και θέσεων των πυλώνων και τα σχέδια συμπληρώθηκαν με τον καθορισμό των μεταβλητών τμημάτων.



Σχ. 2 Τμηματική απεικόνιση του ηλεκτρονικού προσομοιώματος

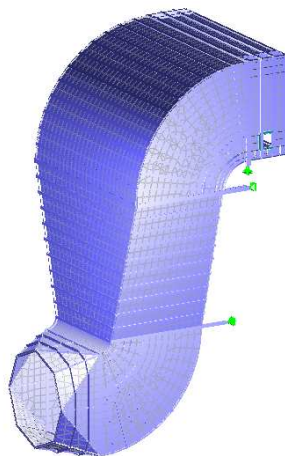
6. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΠΥΛΩΝΩΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Τα στατικά ανεξάρτητα τμήματα των αγωγών και πυλώνων μεταφέροντο ηλεκτρονικά από το τρισδιάστατο προσομοίωμα σε πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων για τον υπολογισμό της εντατικής κατάστασης και τη διαστασιολόγηση. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 12 προσομοιώματα πυλώνων και γεφυρών στήριξης και 21 προσομοιώματα τμημάτων αγωγών.

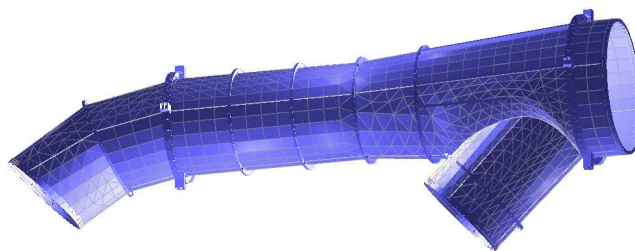


Φωτ. 2 Ανέγερση πυλώνων στήριξης αγωγών

Οι πυλώνες αναλύθηκαν και διαστασιολογήθηκαν με βάση τον Ευρωκώδικα 3, ενώ οι αγωγοί με βάση τους Αμερικανικούς κανονισμούς. Ο περιορισμός που είχε τεθεί στο πάχος των ελασμάτων των αγωγών (εξ αιτίας των διαθέσιμων ποσοτήτων) και η ευαισθησία που παρουσιάζουν οι λεπτότοιχοι φορείς σε φαινόμενα αστάθειας, οδήγησαν στην ανάγκη επιλογής τρόπων κατάλληλων στήριξης ώστε να ελαχιστοποιούνται, κατά το δυνατό, οι θλιπτικές μεμβρανικές τάσεις. Παρατίθενται ακολούθως παραδείγματα προσομοιωμάτων τμημάτων αγωγών.



Σχ. 3 Υπολογιστικό προσομοίωμα τμήματος αγωγού (absorber inlet)



Σχ. 4 Υπολογιστικό προσομοίωμα τμήματος αγωγού (Boiler roof vapour duct)

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση ηλεκτρονικών τρισδιάστατων εργαλείων σχεδιασμού διευκόλυνε την αντιμετώπιση των συνθέτων προβλημάτων και περιορισμών του συγκεκριμένου έργου και επέτρεψε την έγκαιρη ολοκλήρωση του σχεδιασμού. Η επιλεγείσα μορφή των πυλώνων στήριξης με σταθερά και μεταβλητά τμήματα επέτρεψε την έγκαιρη έναρξη της βιομηχανοποίησης και την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο σχεδιασμό από την αβεβαιότητα ως προς τις θέσεις έδρασης.

NEW DESULPHURISATION DUCTS AT THE MEGALOPOLIS III S.E.S.**Michael Angelides**

Structural Engineer
AMTE Consulting Engineers
Athens, Greece
e-mail: amte@otenet.gr

George Papanikas

Structural Engineer
AMTE Consulting Engineers
Athens, Greece
e-mail: amte@otenet.gr

Alexandra Skokou

Structural Engineer
AMTE Consulting Engineers
Athens, Greece
e-mail: amte@otenet.gr

SUMMARY

The presentation involves the design of the duct system and its supports for the new Flue Gas Desulphurisation Plant at the Megalopolis III Steam Electric Station. The FGD ducts consist of cylindrical and rectangular large diameter (5 to 6 meters) shells. The routing starts from the connection at the top of the existing boiler, at a height of approximately 80 m from ground level, and ends, through the Absorber vessel, to the existing cooling tower of the plant, having covered a total distance of approximately 500 m.

The design philosophy and the problems encountered are developed at the presentation. The problems were related to the particularities of the project, such as:

Conflicts in the duct routing due to existing buildings and structures, limitations to the available support tower foundation locations, limitations to the possible unsupported duct spans, high operating temperatures, limitations to the access of hoisting equipment.

The routing design was effected through the assistance of a three-dimensional model representing both new and existing structures.