

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΤΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 35ΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Ευστράτιος Ανδριάνης,
Ακτομηχανικός-Λιμενολόγος & Περιβαλλοντολόγος Πολιτικός Μηχανικός
«ΑΝΔΡΙΑΝΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ι.Κ.Ε.»
Αθήνα, Ελλάδα
e-mail: sandrianis@andrianispartners.com

Γρηγόριος Ανδριάνης
Γεωτεχνικός & Ακτομηχανικός Πολιτικός Μηχανικός
«ΑΝΔΡΙΑΝΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ι.Κ.Ε.»
Αθήνα, Ελλάδα
e-mail: gandrianis@andrianispartners.com

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Την περίοδο 1982 έως 1983 κατασκευάστηκε στον Σκαραμαγκά ο μεταλλικός προβλήτας των ΕΛ.ΚΑ. (πρώην MOBIL-BP) που κατέκτησε την πρώτη θέση παγκοσμίως, ως προς τον χαμηλότερο λόγο βάρους προς μήκος σιδηροκατασκευής. Το συνολικό του μήκος είναι περίπου 560μ. και έχει στηρίξεις σε κατακόρυφους κυλινδρικούς μονοπασσάλους θεμελιώσεων διαμέτρου 1,42μ. και μονοπασσάλους διαμέτρου 2,0μ. για την παραβολή και την πρόσδεση δεξαμενοπλοίων (Δ/Ξ) από 3.000DWT έως και 50.000DWT.

Ο προβλήτας συντίθεται από δικτυωτούς φορείς κοίλων διατομών (ποιότητας χάλυβα St 52-3), ανοιγμάτων μέχρι και 50μ., με ειδικές και πρωτότυπες για την εποχή του σύμμικτες συνδεσμολογίες ώστε να λειτουργεί σαν «μηχανισμός» κάτω από τις σεισμικές αλλά και τις καθημερινές οριζόντιες δυναμικές φορτίσεις του.

Επειδή ο προβλήτας έχει ξεπεράσει το χρόνο απόσβεσης του, αλλά είναι επιθυμητή από τα ΕΛ.ΚΑ. η αύξηση του χρόνου ζωής του, απετέλεσε αντικείμενο νέας μελέτης η τοποθέτηση κάποιων ενισχύσεων με μεταλλικούς “νάρθηκες”, κυρίως στους ευάλωτους φορείς των μεταλλικών δικτυωμάτων που διαβρέχονται από τους συχνούς κυματισμούς της περιοχής, αφού προηγηθούν εργασίες καθαρισμού των σκουριών με υδροβολή ή και με άλλες κατάλληλες μεθόδους.

Εξωτερικά οι μεταλλικοί “νάρθηκες” θα περιτυλιχθούν με συστήματα εύκαμπτων πολυμερών υφασμάτων (FRP: Fiber Reinforced Polymers) ινών υάλου.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όλες οι ενισχύσεις στα δικτυωτά γεφυρώματα θα γίνουν με συστήματα πολυμερισμένων υφασμάτων ινών υάλου (FRP) που θα εμποτιστούν επιτόπου με ειδικές εποξειδικές

4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Ο εν λόγω προβλήτας έχει ξεπεράσει το χρόνο απόσβεσης του, είναι όμως επιθυμητή από τα ΕΛ.ΚΑ. η αύξηση του χρόνου ζωής του με κάποιες “ενισχύσεις”, κυρίως στους ευάλωτους φορείς των μεταλλικών δικτυωμάτων που διαβρέχονται από τους κυματισμούς.

Η αρχική μελέτη προέβλεπε σωληνωτό φορέα με ελεύθερο ύψος 3,52μ από Μ.Σ.Θ., ενώ στην τροποποιημένη μελέτη αυτός δεν κατασκευάστηκε και αντ’ αυτού τοποθετήθηκαν μεταλλικά δικτυώματα με ελεύθερο ύψος μόλις 0,75μ από Μ.Σ.Θ.

Για την αξιολόγηση της παρούσας κατάστασης του προβλήτα και της μελέτης των απαιτούμενων ενισχύσεων ελήφθησαν 2.500 φωτογραφίες και έγιναν 4.500 παχυμετρήσεις με ηχοβολιστικό όργανο “ultra sonic”. Από αυτές τις πολυπληθείς παχυμετρήσεις προέκυψε ότι οι διαβρώσεις και οι φθορές στο μεγαλύτερο τους ποσοστό βρίσκονται στο κάτω μέρος των δικτυωτών φορέων των μεταλλικών γεφυρωμάτων και επίσης στους κόμβους σύνδεσης των διαμήκων φορέων με τα διαγώνια και λοξά ορθογώνια και κυλινδρικά μέλη των κοίλων δοκών. Σχεδόν σε όλες τις εκτεθειμένες έξαλες επιφάνειες του μεταλλικού προβλήτα η κατάσταση των εποξειδικών βαφών που είχαν γίνει σύμφωνα με το “National Association of corrosion engineers (April 1976), NACE Standard RP-01-76” είναι πολύ καλή.

Επίσης, μεγάλη διάβρωση και φθορές παρουσιάζουν οι εγκάρσιες κυκλικές σωληνωτές διατομές που συνδέουν το κάτω μέρος των δύο (2) πλευρών των δικτυωτών σωληνωτών φορέων νότιας και βόρειας πλευράς.

Οι φθορές στις κατακόρυφες κυλινδρικές κοίλες διατομές καθώς και στις διαγώνιες δεν εμφανίζονται σε όλες τις κομβοσυνδέσεις αλλά μόνο τοπικά και σε κάθε περίπτωση δεν εκτείνονται πέρα των 30 έως 40 εκατοστών του μέτρου καθ’ ύψος.



Φωτ.4: Η εγκατάσταση του πρώτου δικτυωτού γεφυρώματος το 1982

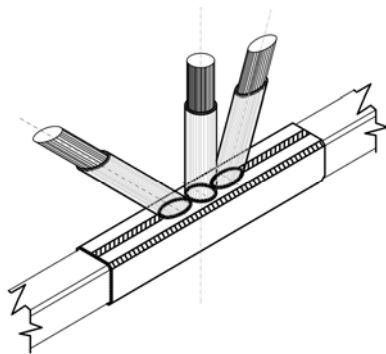


Φωτ.5 & 6: Εκφόρτωση δεξαμενοπλοίου (Δ/Ξ) στον μεταλλικό προβλήτα

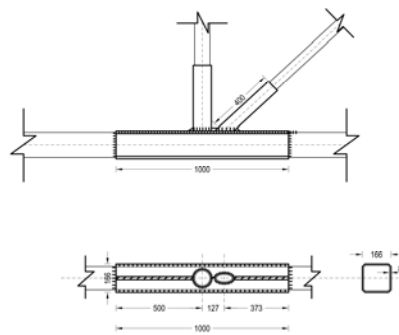
5. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΓΚΥΡΟΒΟΛΙΟΥ

Για τις ενισχύσεις των έντονα διαβρωμένων κόμβων των κοιλοδοκών προβλέπονται προσθήκες ανεστραμμένου Π συγκολλημένων στις κάτω δοκούς των δύο (2) πλευρικών δικτυωμάτων, νότια και βόρεια των γεφυρωμάτων, ώστε να εξασφαλισθεί η συνεργασία των παλαιών με τις νέες δοκούς υπό μορφή “νάρθηκα” και στην άνω πλευρά των δοκών σαν “καπάκια” θα συγκολλούνται δύο (2) λάμες με ανάλογες κυκλικές και ελλειψοειδείς τομές για τις δύο (2) (ή τις τρεις (3) στο μέσον του ανοίγματος) για τα κυλινδρικά συγκολλητά μέλη των φθαρμένων κομβοσυνδέσεων στα οποία επίσης προβλέπεται να συγκολληθούν ημικυκλικοί “νάρθηκες”, οι οποίοι θα συγκολληθούν τόσο περιμετρικά, όσο και κατά μήκος τους ώστε να μην υπάρχει κανένα κενό μεταξύ του παλαιού και του νέου μέλους.

Το συνολικό βάρος των νάρθηκων όλων των γεφυρωμάτων είναι περίπου 11,7 τόνοι..



Σχ. 4: Τρισδιάστατη απεικόνιση των ενισχύσεων των διαβρωμένων μελών



Σχ. 5: Όψη και κάτοψη των τυπικών ενισχύσεων των διαβρωμένων μελών

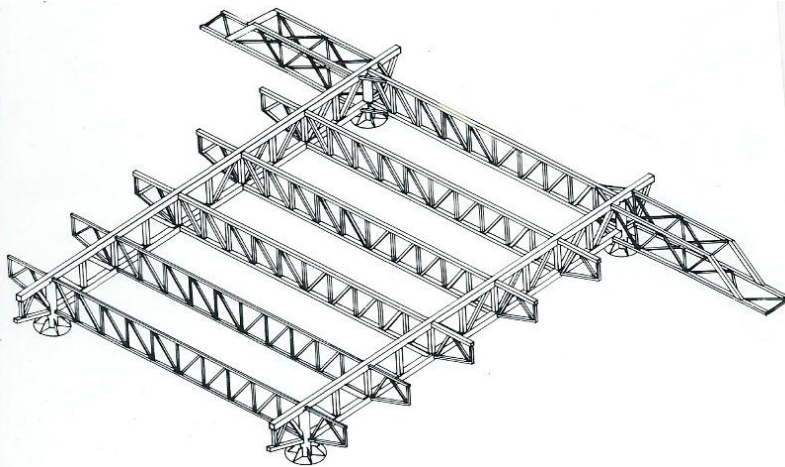
Εξωτερικά οι μεταλλικοί “νάρθηκες” θα περιτυλιχθούν με συστήματα εύκαμπτων πολυμερών υφασμάτων (FRP: Fiber Reinforced Polymers) ιών υάλου, αφού προηγηθεί υδροβολή των μεταλλικών μερών με γλυκό νερό.

Στο άνω μέρος των φορέων των δικτυωμάτων οι διαβρώσεις είναι ελάχιστες και κυρίως αφορούν φθορές στην προστατευτική εποξειδική βαφή. Τα δικτυώματα και γενικότερα οι φορείς των εξεδρών φορτοεκφορτώσης και πυρόσβεσης είναι σε πολύ καλή κατάσταση επειδή βρίσκονται πολύ υψηλότερα από την στάθμη διαβροχής από το θαλασσινό νερό. Το σύστημα εποξειδικών βαφών όλων των υπερκατασκευών του προβλήτα ήταν συνολικού ελάχιστου πάχους ξηρού υμένα 225 μικρών. Κατά τις εργασίες αποκατάστασης θα γίνουν τοπικές επαναβαφές με το ίδιο σύστημα βαφών της αρχικής προδιαγραφής με πρόσθετη απαίτηση της επιλογή νέων εποξειδικών βαφών που επιβάλλονται από το ISO 12944-5 και για κατηγορία διάβρωσης C5-M που εφαρμόζεται σε θαλάσσιο περιβάλλον.

Για τους κάτω εγκάρσιους συνδετήριους σωλήνες των δύο (2) πλευρών των δικτυωμάτων προτείνεται η γενική αντικατάστασή τους, αφ’ ενός διότι έχουν σχεδόν όλοι σημαντικές φθορές από διάβρωση και αφ’ ετέρου διότι δυσκολεύουν τις εργασίες επισκευών. Νέοι εγκάρσιοι κυλινδρικοί κοιλοδοκοί ίδιας διατομής με τους αρχικούς θα προστεθούν με πλευρικές συγκολλήσεις στους αντίστοιχους κάτω κόμβους των γεφυρωμάτων.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ασφαλή και έντεχνη εκτέλεση των εργασιών ενίσχυσης των γεφυρωμάτων αποτελεί η σταδιακή και εναλλάξ εκτέλεση των αντικριστών συγκολλήσεων των κόμβων ώστε να μην δημιουργηθούν στρεβλώσεις και άλλες παραμορφώσεις στα μέλη των μεταλλικών φορέων.

Ο αρχικά προβλεπόμενος εξοπλισμός της εξέδρας είχε μικρότερα φορτία από αυτόν που εγκαταστάθηκε στην συνέχεια με αποτέλεσμα και η εξέδρα να χρειάζεται στατικές ενισχύσεις -όχι μόνο για λόγους οξειδωσης- με συγκολλητά ελάσματα σε ορισμένα μέλη των κυρίων δικτυωτών φορέων.



Σχ. 6: Τρισδιάστατη απεικόνιση των δικτυωμάτων της μεταλλικής εξέδρας

6. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΖΩΝΗ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ

Οι μετρήσεις της καθοδικής προστασίας κατέδειξαν ότι οι “θυσιαζόμενοι άνοδοι” λειτουργούν κανονικά διότι είχαν αλλαχτεί σχετικά πρόσφατα από τα ΕΛ.ΚΑ.. Προτείνεται να γίνει μόνο ο επιφανειακός καθαρισμός τους.

Για την προστασία όλων των μεταλλικών κατακορύφων κυλινδρικών πασσάλων θεμελίωσης και των μονοπασσάλων θα εφαρμοσθεί η ακόλουθη προδιαγραφή που αφορά την επικόλληση εύκαμπτων εμποτισμένων με εποξειδική ρητίνη υφασμάτων ινών υάλου, σε δύο στρώσεις, περιμετρικά της εξωτερικής παρειάς των πασσάλων και με τις κύριες ίνες κάθετες στον κεντρικό άξονα των πασσάλων, με στόχο την δημιουργία ανθεκτικής αντιδιαβρωτικής επικάλυψης.

Η εφαρμογή θα γίνεται από την στάθμη του κεφαλοδέσμου έως δύο (2) μέτρα κάτω από την στάθμη της θάλασσας έτσι ώστε η αντιδιαβρωτική επικάλυψη να εκτείνεται ασφαλώς πέραν των ορίων της ζώνης διαβροχής. Μετά την εφαρμογή της τελικής στρώσης του συστήματος και πριν την πλήρη σκλήρυνση του θα εφαρμόζεται στο εκτός θάλασσας τμήμα, προστατευτική βαφή πολυουρεθανικής βάσης.

Σημειώνεται ότι τα εξωτερικά επικολλώμενα συστήματα ινοπλισμένων πολυμερών (FRP) εκτός των άλλων προσφέρουν επιπρόσθετη αύξηση της αντοχής της διατομής του χάλυβα ανάλογα με τις στρώσεις επικάλυψης των μεταλλικών μελών.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μία (1) στρώση περιτύλιξης με εποξειδικά ινοπλισμένα πολυμερή (FRP) αντιστοιχούν σε απώλεια χάλυβα 0,15 χιλιοστών.

Δεν επιτρέπεται η χρήση συστημάτων ινοπλισμένων πολυμερών ινών άνθρακα λόγω επικινδυνότητας εμφάνισης φαινομένου “γαλβανικής διάβρωσης” των γεφυρωμάτων και των πασσάλων.

Η αποσαθρωμένη επιφάνεια του σκυροδέματος του παράκτιου ακροβάθρου θα επικαλυφθεί με εποξειδική ρητίνη και ινοπλισμό αφού προηγουμένως βαφούν με αντιοξειδωτική βαφή όσοι οπλισμοί αποκαλυφθούν.

7. ΜΕΤΡΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Κατά την φάση των επισκευαστικών εργασιών, επί πλέον των μέτρων ασφαλείας, θα ληφθούν μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας για την συγκέντρωση των καταλοίπων των διαβρώσεων με κατάλληλες “ποδιές” ώστε τα κατάλοιπα της σκουριάς να μην μολύνουν την θάλασσα και τον πυθμένα, αφού προηγηθούν εργασίες καθαρισμού τους με υδροβολή ή και με άλλες κατάλληλες μεθόδους.

8. ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την εφαρμογή υλικών νέας τεχνολογίας, όπως αυτής με τα σύγχρονα συστήματα πολυμερισμένων ινών υάλου (FRP) που εμποτίζονται με ειδικές εποξειδικές ρητίνες δίνεται η δυνατότητα να γίνει η αποκατάσταση -με προσθήκη μεταλλικών “ναρθήκων” συνολικού βάρους 11,7 τόνων- της στατικής επάρκειας όλων των γεφυρωμάτων.

Οι τοπικές αποκαταστάσεις των βαφών θα γίνουν με βάση το νέο σύστημα εποξειδικών βαφών που επιβάλλονται από το ISO 12944-5.

Οι κυλινδρικοί πάσσαλοι επανακτούν την αρχική τους επάρκεια μετά από την περιτύλιξη τους με κατάλληλα και πάλι συστήματα υφασμάτων υάλου εμποτιζόμενα με εποξειδικές ρητίνες που εφαρμόζονται από τον κεφαλόδεσμο μέχρι και δύο (2) μέτρα κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, υπερκαλύπτοντας έτσι την ζώνη διαβροχής (splash zone).

Πριν την εφαρμογή των συστημάτων FRP θα εκτελείται καθαρισμός των μεταλλικών επιφανειών και των συγκολλήσεων με υδροβολή γλυκού νερού.

Για το έξαλο τμήμα των πασσάλων θα προστεθεί προστατευτική βαφή πολουρεθανικής βάσης

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Mobil Engineering Guide EGS 624-1972. “Fire Protection Petroleum Piers and Wharves”
- [2] National Association of corrosion engineers, (April 1976), NACE Standard RP-01-76. “Corrosion Control on Steel Fixed Offshore Platforms Associated with Petroleum Production”
- [3] ISO 12944, Part 5, Paints and Varnishes – Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems

REHABILITATION STUDY WITH MODERN METHODS OF A STEEL JETTY AFTER 35 YEARS OF OPERATION

Efstratios Andrianis,

Coastal-Maritime & Enviromental Civil Engineer

«ANDRIANIS AND PARTNERS P.C.»

Athens, Greece

e-mail: sandrianis@andrianispartners.com

Grigorios Andrianis

MSc, Geotechnical & Coastal Civil Engineer

«ANDRIANIS AND PARTNERS P.C.»

Athens, Greece

e-mail: gandrianis@andrianispartners.com

SUMMARY

Hellenic Fuel's steel jetty was built during the period 1982-1983, and it ranked as the first worldwide structure regarding the ratio of the lowest weight to steel structure length. Its total size is approximately 560m and is compiled of vertical cylindrical bearing monopiles of 1.42m in diameter and monopiles of 2.0m in diameter for the accommodation of tankers from 3.000DWT to 50.000DWT.

The jetty is composed of trusses of steel hollow sections (quality of steel St 52-3), spans up to 50m long, with specific and unique for the era, composite assemblies so as to function as a "mechanism" under the seismic and operation horizontal dynamic loads.

Although the jetty has exceeded its design life but the Hellenic Fuel wishes to extend its lifetime, reinforcements with steel plates that form "splints" will be welded, especially to the vulnerable lower parts of the steel connections that are getting splashed by the frequent waves in the area, after cleaning the rust with water jet or with other suitable methods.

Externally, the steel "splints" will be wrapped with Fiber Reinforced Polymer (FRP) with textile fiber glass, perfused in situ with special epoxy resins. This method will be used throughout the length of the reinforcements, as well as in the splash zone of the piles and the zones of the trusses that get splashed.

During these operations, in addition to the safety measures, environmental protection measures will be taken so that the concentration of corroded rust residue will not pollute the sea and the sea bottom.