

ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ.**Μιλτιάδης Θ. Κύρκος****ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα εργασία ερευνάται η επίδραση των επεμβάσεων σε κατασκευές, οι οποίες έχουν υποστεί βλάβες οφειλόμενες είτε σε τυχηματικές δράσεις (π.χ. σεισμική δράση) ή σε φθορά δομικών τους μελών λόγω γήρανσης, κακής χρήσης ή άλλων παραγόντων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε επεμβάσεις που ήταν ανεπιτυχείς και κατέληξαν σε αστοχίες των δομημάτων στις οποίες εφαρμόστηκαν ενώ γίνεται προσπάθεια να αξιολογηθούν τα αίτια των αστοχιών.

Παρουσιάζονται ακόμα επεμβάσεις που υλοποιήθηκαν σε δομήματα χωρίς να ληφθούν υπόψη οι επιδράσεις στην στατική λειτουργία τους. Από την αξιολόγηση όλων των περιπτώσεων προκύπτει ότι επεμβάσεις, οι οποίες δεν λύνουν τα γενεσιουργά αίτια των αστοχιών δεν είναι επιτυχείς, ενώ επεμβάσεις που αλλοιώνουν την στατική λειτουργία των δομημάτων μπορεί να γίνουν και επικίνδυνες αν δεν είναι επαρκώς τεκμηριωμένες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.**1.1 ΕΙΔΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΕ ΔΟΜΗΜΑΤΑ**

Είναι δεδομένο ότι κάθε κατασκευή κατά την διάρκεια του χρόνου ζωής της θα υποστεί διάφορες τεχνικές επεμβάσεις προκειμένου να μπορεί να επιτελεί με επαρκή ασφάλεια και λειτουργικότητα, τους σκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκε.

Οι επεμβάσεις αυτές μπορεί να είναι :

- απλές εργασίες συντήρησης της κατασκευής
- εργασίες επισκευής φερόντων ή μη φερόντων στοιχείων της, τα οποία έχουν υποστεί βλάβες οποιασδήποτε αιτίας
- εργασίες ενίσχυσης των φερόντων στοιχείων, εφόσον απαιτείται προσαρμογή της κατασκευής σε αυστηρότερες κανονιστικές διατάξεις ή αλλαγή της χρήσης της.

1.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Σε κάθε περίπτωση είναι πολύ σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη ορισμένοι σημαντικοί παράγοντες, οι οποίοι είναι κρίσιμοι για την αποτελεσματικότητα της επέμβασης. Ενδεικτικά και μόνο αναφέρονται οι ακόλουθοι παράγοντες :

- σωστή εκτίμηση του είδους και του μεγέθους των αστοχιών που παρατηρήθηκαν και αξιολόγηση των αιτιών τους
- υλικά της προς ενίσχυση κατασκευής και συμβατότητα υλικών ενίσχυσης με αυτά
- στατικό σύστημα της κατασκευής - υπερστατικότητα
- παράγοντες που έχουν σχέση με την χρήση, τα δρόντα φορτία, τις απαιτήσεις του Κυρίου του Έργου κλπ.

Στην παρούσα φάση θα αναλυθούν επιγραμματικά και οι ανωτέρω παράγοντες και θα αποδειχθεί ότι μία στρατηγική επεμβάσεων που δεν τους λαμβάνει υπόψη της, μπορεί να οδηγήσει σε αποτελέσματα μη επιθυμητά για την ασφάλεια και την λειτουργικότητα των κατασκευών, στις οποίες εφαρμόζεται.

1.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΙΔΟΥΣ ΚΑΙ ΕΥΡΟΥΣ ΑΣΤΟΧΙΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ.

Μετά από κάποια αστοχία ο μηχανικός καλείται να εκτιμήσει την ασφάλεια και την ακεραιότητα της κατασκευής για πολλούς λόγους όπως :

- ασφάλεια των χρηστών της κατασκευής
- ασφάλεια και ακεραιότητα της κατασκευής έναντι κατάρρευσης
- εκτίμηση τρωτών σημείων, που πρέπει να επισκευαστούν, να υποστυλωθούν ή να καθαιρεθούν άμεσα για λόγους ασφάλειας

Επιπλέον και ιδιαίτερα μετά από σημαντικές βλάβες ή καταρρεύσεις μπορούν να επιβεβαιωθούν τα “*as-built*” σχέδια της κατασκευής, κάτι που οδηγεί σε πολύ πιο ασφαλή συμπεράσματα για τις πιθανές αιτίες της αστοχίας και την συνεισφορά της καθεμίας από αυτές.

Η σωστή εκτίμηση της αιτίας μίας αστοχίας είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι είναι σύνηθες φαινόμενο η ίδια αστοχία που επισκευάστηκε να επαναληφθεί μετά από αρκετό καιρό, εφόσον δεν έγινε η ουσιαστική άρση του αιτίου που την προκάλεσε.

Έχει παρατηρηθεί κυρίως μάλιστα σε κατασκευές που αστόχησαν μετά από σεισμό και επισκευάστηκαν, να εμφανίζουν αντίστοιχες βλάβες και σε μεταγενέστερους σεισμούς.

2. ΥΛΙΚΑ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΕΝΙΧΣΥΣΗΣ.

Στις συνήθεις επισκευές-ενισχύσεις δομικών κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται ως τεχνική επισκευής / ενίσχυσης το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, τα σύνθετα υλικά και οι εποξειδικές ρητίνες. Τα υλικά αυτών των επισκευών παρουσιάζουν πολύ καλή συμπεριφορά στην συνεργασία τους με το σκυρόδεμα και για τον λόγο αυτό ευρέως χρησιμοποιούνται χωρίς σημαντικά προβλήματα, τα τελευταία χρόνια.

Προβλήματα αρχίζουν να εντοπίζονται όταν χρησιμοποιούνται υλικά τα οποία δεν είναι συμβατά με τα υλικά της προς επισκευή κατασκευής, και πολύ περισσότερο όταν τα επισκευαστικά υλικά είναι πιθανόν να είναι βλαπτικά των κυρίων υλικών της κατασκευής.

Στο σημείο αυτό μπορεί να αναφερθεί η περίπτωση της επεμβάσεως στα αρχαία μνημεία της Ελλάδος, τα οποία έχουν υποστεί κατά την διάρκεια της ζωής τους, εκτός από την φυσική τους γήρανση, φθορές από βανδαλισμούς, βλάβες από σεισμούς, βομβαρδισμούς αλλά κυρίως έλλειψη συντήρησης μετά από ουσιαστική αξιολόγηση της τεχνικής της.

Ειδικά στα μνημεία, οι απαιτήσεις περί επεμβάσεων είναι ιδιαίτερα αυστηρές διότι αυτές είναι πιθανόν να βλάψουν περισσότερο παρά να ωφελήσουν το κάθε μνημείο.

Η βασικότερη απαίτηση των επεμβάσεων στα αρχαία μνημεία είναι η δυνατότητα της αναστρεψιμότητας των, ουσιαστικά δηλαδή η δυνατότητα της επαναφοράς του αρχαίου μνημείου στην πρότερη κατάστασή του πριν από την επέμβαση. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία διότι δίνει την δυνατότητα της επαναξιολόγησης της τεχνικής επέμβασης μετά από ορισμένα χρόνια, αν υπάρχουν βάσιμες ενδείξεις ότι τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν δεν είναι τα κατάλληλα, ή ο τρόπος επέμβασης έχει εξελιχθεί.

2.1 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΑ ΜΝΗΜΕΙΑ - ΠΑΡΘΕΝΩΝΑΣ.

Η πλέον κλασική περίπτωση επέμβασης αποτελεί η μελέτη αποκατάστασης του Παρθενώνα. Ο Παρθενώνας τους τελευταίους αιώνες έχει υποστεί σοβαρότατες ζημιές από επεμβάσεις του ανθρώπινου παράγοντα και πέραν των φυσικών φθορών του. Πιο συγκεκριμένα :

Το 1656 καταστράφηκε η μεσαία στοά των Προπυλαίων από έκρηξη μπαρούτης που ήταν συγκεντρωμένη εκεί και πήρε φωτιά από κεραυνό. Το 1867 ανατινάχθηκε το μεγαλύτερο μέρος του Παρθενώνα πάλι από έκρηξη μπαρούτης (οι Τούρκοι τον χρησιμοποιούσαν τότε ως πυριτιδαποθήκη) που πήρε φωτιά από μία οβίδα του Πυροβολικού του Μοροζίνι.

Το 1801 ο λόρδος Έλγιν αφαίρεσε τα περισσότερα γλυπτά του Παρθενώνα, ένα κίονα και μία Καρυάτιδα από το Ερέχθειο και τα μετέφερε στο Λονδίνο.

Τέλος στον σεισμό της Αθήνας του 1981, παρουσιάστηκαν εκτεταμένες βλάβες στον Παρθενώνα, που δημιούργησαν και σημαντικά ερωτηματικά όσον αφορά την ευστάθεια του, σε σημείο που πλέον οι επεμβάσεις ήταν πλέον επιβεβλημένες και άμεσα εκτελεστές, προκειμένου να διασωθεί το σημαντικότερο ιστορικό μνημείο της Ανθρωπότητας.

Τα αρχαία μνημεία, και προφανώς ο Παρθενώνας, ήταν κατασκευασμένα με μαρμάρινα αρχιτεκτονικά μέλη που ήταν τοποθετημένα αρθρωτά και εν επαφή χωρίς την χρήση συνδετικών κονιαμάτων. Η συνέχεια των κατασκευών εξασφαλιζόταν με την τέλεια επαφή των επιφανειών μαρμάρου που εξασφάλιζε υψηλές δυνάμεις τριβής λόγω του πολύ μεγάλου βάρους των δομικών στοιχείων. Το αμετακίνητο των λίθων σε οριζόντια διεύθυνση κατά την διάρκεια σεισμού εξασφαλιζόταν με μεταλλικούς συνδέσμους οι οποίοι ήταν σιδηροί καλυπτόμενοι πλήρως με χυτό μόλυβδο, ο οποίος χυτεύονταν γύρω από τον σύνδεσμο. Ο μόλυβδος εξασφάλιζε την πλήρη μηχανική συνέχεια μεταξύ συνδέσμου και μαρμάρου, απορροφούσε μάλιστα ως μαλακότερο και παραμορφώσιμο υλικό μέρος τις παραμορφώσεις των μελών υπό την επίδραση σεισμού ενώ παράλληλα προστάτευε τα σιδηρά μέλη από την οξείδωση απομονώνοντας τα από το διαβρωτικό περιβάλλον.

Στις τεχνικές επεμβάσεων του παρελθόντος χρησιμοποιήθηκαν ως υλικά επεμβάσεων κοινοί χάλυβες οπλισμού και τσιμεντοκονιάματα. Η αστοχία των επεμβάσεων αυτών στον Παρθενώνα οφείλεται κυρίως στην χρησιμοποίηση κοινού σιδήρου ως υλικού συναρμολόγησης αρχιτεκτονικών μελών. Τα σιδηρά αυτά στοιχεία ενσωματώθηκαν στα αρχαία αρχιτεκτονικά μέλη και η σταδιακή οξείδωσή τους με την συνακόλουθη διαστολή τους προκάλεσε την διάρρηξη των μαρμάρων με καταστροφικές συνέπειες, οι οποίες δεν μπορούσαν ακολούθως να αρθούν.

3. ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ - ΥΠΕΡΣΤΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Έχει ιδιαίτερη σημασία κατά την μελέτη επέμβασης σε οποιαδήποτε κατασκευή να ληφθεί υπόψη το στατικό σύστημα του φέροντος οργανισμού της και οι όποιες αλλαγές ή τροποποιήσεις γίνουν να λαμβάνουν υπόψη τα δεδομένα της αρχικής μελέτης.

Οι αστοχίες στον φέροντα οργανισμό, για την πατρίδα μας κυρίως παρατηρούνται μετά την εκδήλωση σεισμικών δράσεων μεγάλης έντασης.

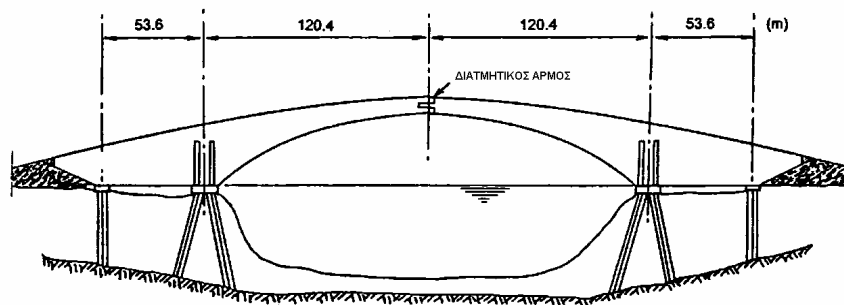
Αν και ο σεισμός έχει την “ικανότητα” να αναγνωρίζει τα αδύνατα σημεία των κατασκευών και να συγκεντρώνει τις αρχικές αστοχίες σε αυτά, στις κτιριακές κατασκευές οι συνέπειες δεν είναι απαραίτητα καταστροφικές, λόγω της υψηλής υπερστατικότητας και της ανακατανομής των εντάσεων που λαμβάνουν χώρα σε αυτά τα δομικά συστήματα. Σε αντίθεση με τις κτιριακές κατασκευές, οι γέφυρες έχουν συνήθως μικρή υπερστατικότητα και η αστοχία ενός μέλους ή μίας σύνδεσης τους είναι πιθανόν να οδηγήσει σε κατάρρευση τμήματος ή του συνόλου της.

Ακολούθως παρουσιάζεται η περίπτωση της κατάρρευσης της οδογέφυρας που ένωνε τα νησιά Koror και Babeldoar στο Αρχιπέλαγος Palau του Ειρηνικού.

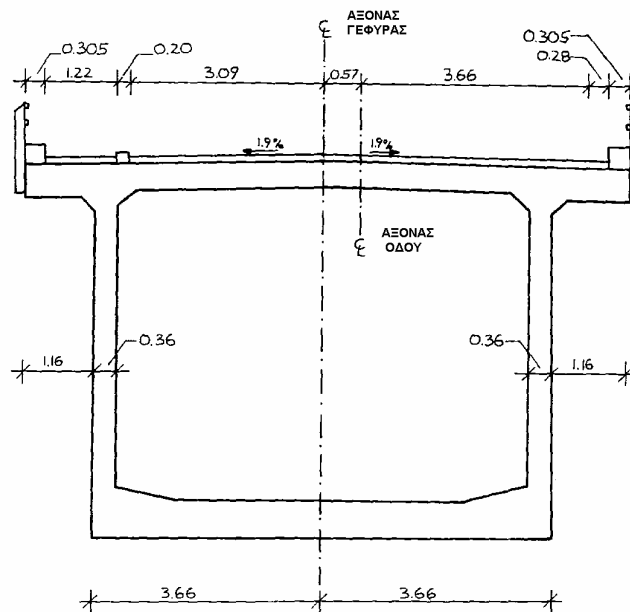
3.1 ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΝΗΣΙΩΝ KOROR-BADELDOAR ΣΤΟ PALAU.

Η κατασκευή της γέφυρας του Koror ολοκληρώθηκε το 1977 , και ήταν μορφής κιβωτίου κατασκευασμένο με την μέθοδο της προβολοδόμησης. Το μεσαίο άνοιγμα ήταν μήκους 240.80 μέτρων και ήταν το μεγαλύτερο άνοιγμα στον κόσμο για γέφυρα αυτού του τύπου κατασκευής, εκείνη την χρονική περίοδο.

Η κατά μήκος τομή της γέφυρας και μία τυπική διατομή της στο άνοιγμα παρουσιάζονται στα Σχήματα 1 και 2 αντίστοιχα.



Σχήμα 1. Κατά μήκος τομή γέφυρας K-B



Σχήμα 2. Τυπική διατομή γέφυρας K-B

Τα δύο ακραία ανοίγματα , τα οποία είχαν επιλεγεί για αισθητικούς λόγους, αλλά διευκόλυναν και σαν αντίβαρο κατά την διάρκεια της εν προβόλω δόμησης, ήταν μήκους 53.60 μέτρων. Τέλος υπήρχαν δύο ακόμα τμήματα εκατέρωθεν των ακραίων ανοιγμάτων μήκους 18.60 μέτρων έκαστο τα οποία εδράζονταν στα ακρόβαθρα της γέφυρας. Το συνολικό μήκος της γέφυρας ήταν 385.20 μέτρα.

Στο μέσο του κεντρικού ανοίγματος είχε τοποθετηθεί μία διατμητική κλειδα, η οποία μπορούσε να παραλάβει κατακόρυφες και οριζόντιες δράσεις λόγω κατακόρυφων φορτίων ενώ υπήρχε η δυνατότητα ανάληψης παραμόρφωσης της γέφυρας λόγω ερπυσμού, συστολής ξήρανσης, θερμοκρασιακών μεταβολών ή επίδρασης σεισμικών δράσεων ή ανέμων.

Η κιβωτοειδής διατομή είχε ύψος 14.00 μέτρων πάνω από τα βάθρα και ήταν προεντεταμένη σε όλες τις διευθύνσεις. Κατά την διαμήκη διεύθυνση είχε 302 τένοντες πάνω από τα μεσόβαθρα, στην εγκάρσια διεύθυνση είχε τένοντες ανά 56 εκατοστά και στην κατακόρυφη διεύθυνση τένοντες ανά 76 εκατοστά.

Στο μέσον του κεντρικού ανοίγματος, το ύψος της κιβωτοειδούς διατομής ήταν 3.65 μέτρα, και ήταν το σημείο στο οποίο γίνονταν ο τερματισμός των διαμήκων καλωδίων προέντασης της γέφυρας.

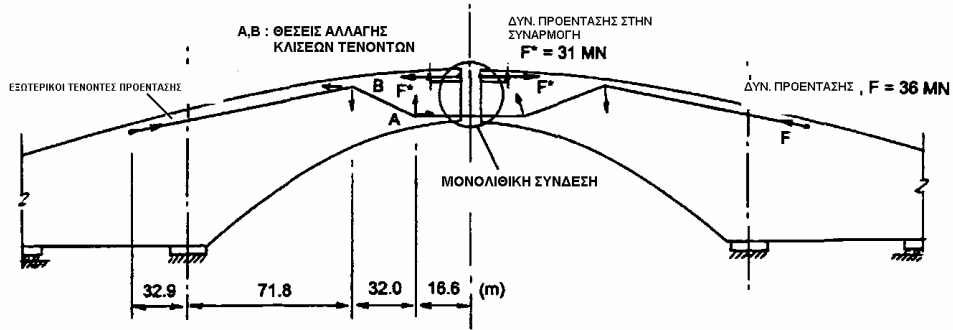
Από τα πρώτα χρόνια που δόθηκε στην κυκλοφορία η γέφυρα, παρουσιάστηκαν σημαντικά βέλη στην άρθρωση στο μέσον του κεντρικού ανοίγματος, οφειλόμενα κυρίως σε ερπυστικές παραμορφώσεις, στην συστολή ξήρανσης και σε συστολοδιαστολές λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών.

Όταν το βέλος κάμψης στην άρθρωση ξεπέρασε τα 100 εκατοστά ζητήθηκε από πραγματογνώμονες να εκτιμήσουν το μέγεθος του προβλήματος και να προτείνουν λύσεις. Οι πραγματογνώμονες απέκλεισαν το ενδεχόμενο το μεγάλο βέλος κάμψης να οφείλεται σε μειωμένη φέρουσα ικανότητα της κατασκευής αλλά από την άλλη προέβλεπαν ότι θα υπήρχε συνεχής αύξηση του βέλους κάμψης με την πάροδο των ετών, η οποία θα έφθανε τα 185 εκατοστά μετά από 85 χρόνια. Το βέλος αυτό θα δημιουργούσε βέβαια σημαντικά προβλήματα στην ασφάλεια και στην λειτουργικότητα της γέφυρας. Τελικά, οι πραγματογνώμονες πρότειναν την ενίσχυση της γέφυρας με 20 επιπλέον καλώδια (εξωτερική προένταση) ανά τμήμα της γέφυρας και διατήρηση του στατικού της συστήματος με την άρθρωση στο μέσον του κεντρικού της ανοίγματος.

Ακολούθησε η εκπόνηση μελέτης επισκευής/ενίσχυσης της γέφυρας προκειμένου να αντισταθμιστεί το μεγάλο βέλος κάμψης. Η μελέτη προέβλεπε την τοποθέτηση δεκαέξι επιπλέον καλωδίων προέντασης στα δύο τμήματα της γέφυρας αλλά και ακαμπτοποίηση της μεσαίας άρθρωσης. Αυτό βέβαια είχε ως αποτέλεσμα τα τμήματα προβόλου μήκους 120.40 μέτρων εκατέρωθεν των βάθρων να τροποποιηθούν και να γίνει μία συνεχής δοκός κεντρικού ανοίγματος 240.80 μέτρων.

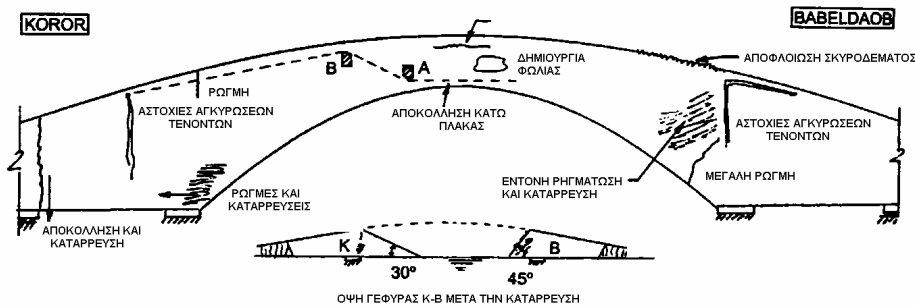
Επίσης προτάθηκε η τοποθέτηση 12 επιφανειακών πρεσών στην άρθρωση, για την μερική αντιστάθμιση του μεσσαίου βέλους κάμψης. Κατά την τοποθέτηση των επιφανειακών πρεσών, ο αρμός στην άρθρωση δημιούργησε προβλήματα, διότι στο άνω μέρος του είχε εύρος μόνο 6 χιλιοστά, ενώ στο κάτω μέρος του ήταν 125 χιλιοστά. Τελικά μετά την εφαρμογή της συγκεκριμένης πρότασης στην ενίσχυση της γέφυρας επιτεύχθηκε μείωση του βέλους κάμψης κατά 31 εκατοστά. Ακολούθως τον Αύγουστο του 1996, η γέφυρα δόθηκε ξανά στην κυκλοφορία.

Στο Σχήμα 3, παρουσιάζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία για την επισκευή της γέφυρας.



Σχήμα 3. Προτεινόμενη Μεθοδολογία Επισκευής της γέφυρας.

Στις 27 Σεπτεμβρίου 1996, η γέφυρα κατέρρευσε αφού αρχικά αποφλοιώνονταν επί 30 λεπτά το σκυρόδεμα στην άνω επιφάνεια του φορέα, στην περιοχή των επιμηκών τενόντων πάνω από το βάθρο προς την πλευρά του Badeldoap. Ακολούθησε η διατμητική αστοχία των κορμών του κιβωτίου και της κάτω πλάκας σε απόσταση περίπου 10 μέτρων από το μεσόβαθρο. Οι χαλύβδινες δοκοί που είχαν τοποθετηθεί για την ακαμπτοποίηση της μεσαίας άρθρωσης παρέσυραν στην κατάρρευση και το άλλο μισό της γέφυρας.



Σχήμα 4. Μορφή Αστοχίας της γέφυρας K-B

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι αστοχίες που παρατηρήθηκαν πριν την τελική κατάρρευση της γέφυρας των K-B. Επίσης στις Φωτογραφίες 1 και 2 παρουσιάζεται η κατάσταση στην περιοχή της γέφυρας αμέσως μετά την κατάρρευσή της.

Το πόρισμα της αυτοψίας για την κατάρρευση της γέφυρας δεν δημοσιοποιήθηκε ποτέ, αλλά θεωρείται δεδομένο ότι σημαντικό ρόλο στην κατάρρευση έπαιξε η αλλαγή του στατικού συστήματος της γέφυρας, και η μη θεώρηση όλων των παραμέτρων που απαιτούνταν για τον πλήρη ανασχεδιασμό της.



Φωτογραφία 1 : Αστοχία της γέφυρας K-B προς την πλευρά του Badeldoap.



Φωτογραφία 2 : Κατάρρευση της γέφυρας Koror – Babeldoap.

3.2 ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗ ΟΔΟΓΕΦΥΡΑΣ ΣΤΗΝ JAKARTA (ΙΝΔΟΝΗΣΙΑ).

Τον Μάρτιο του 1996 κατέρρευσε ένα φάνωμα από επιτόπιο σκυρόδεμα μήκους 30 μέτρων γέφυρας πρόσβασης συνολικού μήκους 250 μέτρων προς την Εθνική Οδό Grogol-Pluit στην Jakarta, όταν υποχώρησε ο ξυλότυπός της.

Μετά την αφαίρεση ενός τμήματος του ξυλότυπου είχαν δημιουργηθεί ρωγμές στο κάτω μέρος των δοκών και οι εργάτες προσπάθησαν να αναστηλώσουν τον φορέα στην αρχική του θέση, προκειμένου να μειωθεί το βέλος κάμψης που οδήγησε στις ρηγματώσεις. Κατά την προσπάθεια αυτή η δοκός του φανώματος κατέρρευσε. (Φωτογραφία 3).

Η πιθανολογούμενη αιτία της αστοχίας ήταν ότι με την προσπάθεια να ανασηκωθεί ο ξυλότυπος του φανώματος, άλλαξε το στατικό σύστημα της γέφυρας, διότι δόθηκαν νέα σημεία στήριξης στον στερεό πλέον φορέα και η προκαλούμενη ανακατανομή των ροπών δεν μπορούσε πλέον να παραληφθεί από τον αρχικά μελετημένο φορέα.



Φωτογραφία 3. Κατάρρευση γέφυρας στην Jakarta

4. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.

Πολλές φορές οι απαιτήσεις του κυρίου του έργου ρυθμίζουν αλλαγές που πρέπει να γίνουν στα δομήματα που μελετώνται. Προκειμένου να υλοποιηθούν αυτές οι αλλαγές πρέπει να γίνει μία ορθολογική αξιολόγηση των επεμβάσεων στον φέροντα οργανισμό. Είναι μάλιστα ιδιαίτερα πιθανόν να χρειαστεί να γίνουν ενισχύσεις ορισμένων περιοχών οι οποίες θα κληθούν να αναλάβουν μεγαλύτερα φορτία ή να παίξουν ένα πιο σημαντικό ρόλο στην στατική λειτουργία του κτιρίου.

Δυστυχώς είναι πολύ σύνηθες φαινόμενο η παρατήρηση σημαντικών αστοχιών σε κατασκευές διότι κατά την διάρκεια μελετών επεμβάσεων δεν ακολουθήθηκε αυτή η διαδικασία αλλά αντιθέτως επιλέχθηκε η αποδοχή των αλλαγών χωρίς θεώρηση των στατικών τους παραμέτρων.

Παράδειγμα τέτοιας αστοχίας είναι η κατάρρευση του Ξενοδοχείου Vendome στην Βοστώνη κατά την διάρκεια πυρκαϊάς. Στο συγκεκριμένο ξενοδοχείο έγινε αλλαγή ενός φέροντος τοιχείου από τοιχοποιία από ένα φέρων τοιχείο κατασκευασμένο από γυαλί. Κατά την διάρκεια της πυρκαϊάς το φέρων τοιχείο από γυαλί αστόχησε με συνεπακόλουθο την κατάρρευση του ξενοδοχείου.

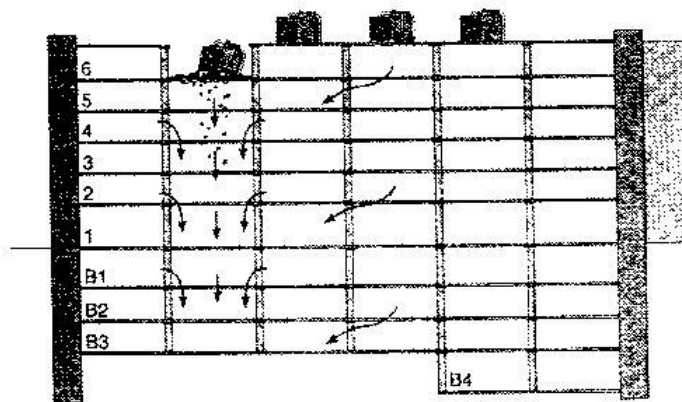
(Φωτογραφία 4)

Μία άλλη αντίστοιχη περίπτωση είναι η κατάρρευση του εμπορικού κέντρου Samroong Department Store στην Σεούλ, ηλικίας μόλις έξι ετών, η οποία προκλήθηκε από την τοποθέτηση τεσσάρων ψυκτικών μονάδων βάρους 30 t η καθεμία στο δώμα. Για την

τοποθέτηση των μονάδων αυτών δεν είχε γίνει η σχετική πρόβλεψη κατά την μελέτη, ούτε είχε εκδοθεί ανάλογη οικοδομική άδεια. Η τοποθέτηση των ψυκτικών μονάδων λόγω του μεγάλου βάρους τους είχε προβλεφθεί να γίνει στο ισόγειο, αλλά με εντολή του κυρίου του έργου οι ψυκτικές μονάδες μεταφέρθηκαν στο δώμα χωρίς όμως να ληφθούν υπόψη οι πιθανές συνέπειες αυτής της μεταφοράς, οι οποίες τελικώς απεδείχθησαν καταστροφικές για την κατασκευή και μοιραίες για δεκάδες ανθρώπινες ζωές. (Σχήμα 5).



Φωτογραφία 4. Κατάρρευση του Ξενοδοχείου Vendome στην Βοστώνη κατά την διάρκεια πυρκαϊάς



Σχήμα 5. Κατάρρευση του εμπορικού κέντρου Sampoong Department Store στην Σεούλ

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως προκύπτει από όλες τις περιπτώσεις αστοχιών που αναφέρθηκαν ανωτέρω, η τεχνική των επεμβάσεων στα δομήματα (επισκευές ή/και ενισχύσεις) είναι μία ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία, η οποία πρέπει να γίνεται με επιμέλεια και μετά από αξιολόγηση όλων των πιθανών παραμέτρων που τις επηρεάζουν.

Επεμβάσεις, οι οποίες δεν λύνουν τα γενεσιουργά αίτια των αστοχιών δεν είναι επιτυχείς, ενώ επεμβάσεις που αλλοιώνουν την στατική λειτουργία των δομημάτων μπορεί να γίνουν και επικίνδυνες αν δεν είναι επαρκώς τεκμηριωμένες.

Επίσης η άκριτη αποδοχή αλλαγών ακόμα και σε μη φέροντα στοιχεία της κατασκευής μπορεί να επιδρά δυσμενώς στην στατική της λειτουργία. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνεται αξιολόγηση των όποιων αλλαγών και πιθανή επέμβαση σε σημεία της κατασκευής που κρίνονται τρωτά.

Σημαντική παράμετρος όμως, η οποία συμβάλλει στην επιτυχία ή αποτυχία των επεμβάσεων είναι η τεχνική ικανότητα και η ευσυνειδησία του τεχνικού προσωπικού, το οποίο θα κληθεί τελικά να υλοποιήσει την μελέτη επέμβασης, πολλές φορές κάτω από αντίξοες συνθήκες.

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Παραδείγματα αστοχίας έργων/κατασκευών οπλισμένου και προεντεταμένου σκυροδέματος. Max Herzog, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας 2003
2. Forensic Structural Engineering Handbook. Robert Ratay, Mc Graw Hill 2000
3. Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος. Μ. Κορρές, Αθήνα 1983
4. Μελέτη δομικής αποκαταστάσεως της βόρειας όψης του Παρθενώνος. Κ. Ζάμπας, Αθήνα 2002
5. Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Σ. Η. Δρίτσος, Πάτρα 2001
6. Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία. Κ. Σπυράκος, ΤΕΕ, Αθήνα 2004
7. The Collapse of the K-B Bridge in 1996. M. Pilz, Imperial College, London 1997