# Η ψαθυρότητα των χαλύβδινων συγκολλητών κατασκευών στις χαμηλές θερμοκρασίες και η πρόληψή τους.

**1. Εισαγωγή**

**Μερικά υλικά με μεγάλη ολκιμότητα, όπως οι μαλακοί χάλυβες που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες κατασκευές, συμπεριφέρονται κάτω από ορισμένες συνθήκες σαν ψαθυρά. Θραύονται δηλαδή απότομα, χωρίς καμιά προηγούμενη πλαστική παραμόρφωση, όπως θραύεται και οι χυτοσίδηρος ή το τσιμέντο. Το παράδοξο είναι ότι η θραύση επέρχεται πολλές φορές σε τάσεις που είναι αποδεδειγμένα πολύ χαμηλότερες από το όριο θραύσης.**

**Η εκδήλωση του φαινομένου αυτού προκάλεσε γύρω στο 1940, μεγάλη αμηχανία στους ειδικούς καθώς κατέστρεφε ολοσχερώς και με ταχύτητα θεομηνίας πλοία, γέφυρες και μεταλλικές δεξαμενές. Ήταν η εποχή όπου οι συγκολλήσεις άρχισαν να χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στις μεγάλες κατασκευές. Ένα τέτοιο τραγικό παράδειγμα δίνουν τα σχήματα 1 και 2.**

**Διαπιστώθηκε τότε εύκολα ότι τα περισσότερα ατυχήματα συνέβησαν σε ολόσωμες συγκολλητές κατασκευές που δούλευαν σε υπομηδενικές θερμοκρασίες.**

Η διερεύνηση του φαινομένου επιβεβαίωσε πως οι χάλυβες καθώς και άλλα μέταλλα, χάνουν την ολκιμότητά τους κάτω από μία κρίσιμη θερμοκρασία Τc και γίνονται ψαθυρά. Η ψαθυρότητα εκδηλώνεται περισσότερο στην περίπτωση σύνθετων τριαξονικών καταπονήσεων, που προκαλούνται από τη συγκέντρωση τάσεων γύρω από μακροσκοπικές ή μικροσκοπικές εγκοπές και ατέλειες της κατασκευής.

Οι δύο αυτοί παράγοντες, χαμηλή θερμοκρασία και συγκέντρωση τάσεων συνεργάζονται κι ο ένας αναπληρώνει τον άλλον. Έτσι, πολλοί από τους κοινούς χάλυβες που χρησιμοποιούμε σε τρέχουσες κατασκευές, δε χρειάζονται και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες για να δώσουν ψαθυρή θραύση. Ο συγγραφέας του άρθρου έχει υπ' όψη του περιπτώσεις ψαθυρών θραύσεων στις ελληνικές συνθήκες θερμοκρασίας, μερικές από τις οποίες είχαν τραγικές συνέπειες. Εν πάση περιπτώσει το φαινόμενο είναι πολύ συχνότερο απ' ότι φανταζόμαστε, αλλά περνάει συνήθως απαρατήρητο.

Η συγκόλληση, αυτή καθεαυτή, δεν είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο της ψαθυρότητας σε χαμηλές θερμοκρασίες. Υποβοηθεί όμως έμμεσα και σε μεγάλο βαθμό με τους εξής τρόπους:

α) Με την ακαμψία των ολόσωμων – μονολιθικών κατασκευών, που προσφέρονται ιδιαίτερα στην ανάπτυξη σύνθετων καταπονήσεων. Η κατάσταση επιδεινώνεται όταν το μέταλλο της συγκόλλησης είναι το ίδιο σκληρό, δύσκαμπτο και εύθραυστο σε χαμηλές τιμές θερμοκρασίας

β) Με την ευθραυστότητα που προκαλεί το υδρογόνο στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη, όταν χρησιμοποιούνται ακατάλληλα ηλεκτρόδια και δεν λαμβάνονται οι απαραίτητες προφυλάξεις, όπως η προθέρμανση και η μεταθέρμανση.

γ) Με τις εσωτερικές τάσεις, του πόρους, τις εγκοπές, τα εγκλείσματα σκουριάς και τα άλλα γνωστά ελαττώματα των συγκολλήσεων.

**Σχήμα 1: Γενική άποψη γέφυρας από Βέλγιο, που καταστράφηκε τις πρωινές ώρες μια ψυχρής νύχτας του χειμώνα από ψαθυρή θραύση.**

Η επιλογή του μετάλλου της κατασκευής έχει πρωταρχική σημασία, συχνότητα όμως στην επιλογή αυτή υπεισέρχονται περιορισμοί τεχνικής ή οικονομικής φύσεως, οπότε το βάρος πέφτει και πάλι στη σχεδίαση και στην εκτέλεση των συγκολλήσεων.

**Σχήμα 2: Λεπτομέρεια της θραύσης από κοντά. Διακρίνεται με σαφήνεια η απουσία οποιασδήποτε πλαστικής παραμόρφωσης, χαρακτηριστικό της ψαθυρής θραύσης.**