

Ασφαλής λειτουργία εγκαταστάσεων στον τομέα των Πάρκων Ψυχαγωγίας και Υδάτινων Πάρκων

Ευάγγελος Κοσμέτος
Μηχανικός και Μεταπτ. Φοιτητής ΕΑΠ
email: std149084@ac.eap.gr

Δημάκος Κωνσταντίνος
Καθηγητής, Τμήμα Πολ. Μηχ. ΠΑ.Δ.Α.
και Μέλος ΣΕΠ ΕΑΠ

Περίληψη — Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάζει την ασφαλή λειτουργία εγκαταστάσεων στον τομέα των πάρκων ψυχαγωγίας και των υδάτινων πάρκων, μέσα από τη συγκριτική ανάλυση των ευρωπαϊκών προτύπων EN, των αμερικανικών προτύπων ASTM και του ελληνικού κανονιστικού πλαισίου. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα όρια επιτάχυνσης των χρηστών, στις διαδικασίες επιθεώρησης και πιστοποίησης, καθώς και στην πρακτική εφαρμογή των κανονιστικών απαιτήσεων μέσω μελέτης περίπτωσης υδάτινου πάρκου μεγάλης κλίμακας στη Μέση Ανατολή, στην οποία ο γράφων συμμετείχε ως μηχανικός Διασφάλισης και Ελέγχου Ποιότητας (QA/QC).

Λέξεις-Κλειδιά: Πάρκα Ψυχαγωγίας, Υδάτινα Πάρκα, EN 13814, EN 1069, ASTM F24, Όρια Επιτάχυνσης, Επιθεώρηση, Πιστοποίηση, QA/QC, ISO/IEC 17020

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα πάρκα ψυχαγωγίας και τα υδάτινα πάρκα αποτελούν εγκαταστάσεις υψηλής τεχνικής πολυπλοκότητας, στις οποίες η ασφάλεια των χρηστών εξαρτάται από τον συνδυασμό ορθού σχεδιασμού, ποιοτικής κατασκευής, συστηματικής συντήρησης και τεκμηριωμένης επιθεώρησης. Οι σύγχρονες ψυχαγωγικές διατάξεις και νεροτσουλήθρες υποβάλλουν τον χρήστη σε σημαντικές δυναμικές φορτίσεις, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ύπαρξη σαφών κανονιστικών ορίων και διαδικασιών επαλήθευσης της συμμόρφωσης.

Η εργασία εξετάζει τρεις κανονιστικούς άξονες: το ευρωπαϊκό πλαίσιο, με κύρια αναφορά στις σειρές EN 13814 [7]–[9] και EN 1069 [6], το αμερικανικό πλαίσιο της σειράς ASTM F24, με έμφαση στα ASTM F2291 [3], F770 [1], F2137 [2], F2376 [4] και F3493 [5], και το ελληνικό νομικό πλαίσιο, όπως διαμορφώθηκε με την Υ.Α. 50116/2020 [13] και τις μεταγενέστερες ρυθμίσεις. Στόχος είναι η ανάδειξη των ομοιοτήτων, των διαφορών και των σημείων σύγκλισης των δύο συστημάτων τυποποίησης, καθώς και η σύνδεση της θεωρητικής ανάλυσης με την πρακτική εφαρμογή στο πεδίο.

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η εργασία βασίστηκε σε συγκριτική ανάλυση των πρωτότυπων κειμένων των τεχνικών προτύπων EN και ASTM, σε συνδυασμό με τη συστηματική επισκόπηση του ελληνικού κανονιστικού πλαισίου και της συναφούς τεχνικής βιβλιογραφίας. Η ανάλυση των ορίων επιτάχυνσης στηρίχθηκε στη μεθοδολογία SARC και στη χρήση φίλτρου Butterworth χαμηλής διέλευσης 5 Hz, το οποίο αποτελεί κοινή τεχνική βάση μεταξύ CEN και ASTM και επιτρέπει τη συγκρισιμότητα των μετρήσεων.

Το εμπειρικό μέρος ακολούθησε τη μεθοδολογική προσέγγιση της μελέτης περίπτωσης κατά Yin [12]. Ως μελέτη περίπτωσης αξιοποιήθηκε η επαγγελματική

συμμετοχή του γράφοντος, ως μηχανικού Διασφάλισης και Ελέγχου Ποιότητας, στη διαδικασία επιθεώρησης, δοκιμών και τεχνικής αξιολόγησης υδάτινου πάρκου μεγάλης κλίμακας στη Μέση Ανατολή. Για λόγους εμπιστευτικότητας, τα στοιχεία που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην άμεση ταυτοποίηση του έργου έχουν ανωνυμοποιηθεί, ενώ η ανάλυση επικεντρώνεται στη μεθοδολογία και στις διαδικασίες ελέγχου.

III. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1. Το ευρωπαϊκό πλαίσιο: προσέγγιση κύκλου ζωής

Η σειρά EN 13814 [7]–[9] καλύπτει με ενιαίο και οριζόντιο τρόπο τον σχεδιασμό και την κατασκευή, τη λειτουργία, τη συντήρηση και τη χρήση, καθώς και τις απαιτήσεις επιθεώρησης των ψυχαγωγικών διατάξεων. Η σειρά EN 1069-1/-2 [6] εξειδικεύει τις απαιτήσεις ασφάλειας και τις μεθόδους δοκιμών για τις νεροτσουλήθρες που προορίζονται για χρήση από το κοινό, ενώ το EN 17232 [10] καλύπτει τον εξοπλισμό υδάτινου παιχνιδιού. Από την ανάλυση προκύπτει ότι το ευρωπαϊκό σύστημα χαρακτηρίζεται από λογική κύκλου ζωής, με σαφή διάκριση σταδίων και ρόλων μεταξύ κατασκευαστή, υπευθύνου λειτουργίας και φορέων επιθεώρησης.

2. Το αμερικανικό πλαίσιο: αρθρωτή δομή ASTM F24

Το αμερικανικό σύστημα βασίζεται σε αρθρωτή δομή εξειδικευμένων και συχνά επικαιροποιούμενων προτύπων. Το ASTM F2291 [3] καθορίζει τις απαιτήσεις σχεδιασμού, το ASTM F770 [1] τη λειτουργία και επιθεώρηση, το ASTM F2137 [2] τη μέτρηση των δυναμικών χαρακτηριστικών, ενώ τα ASTM F2376 [4] και F3493 [5] εξειδικεύουν τις απαιτήσεις για συστήματα νεροτσουληθρών, συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων επιταχύνσεων με δοκιμαστές που φέρουν κατάλληλα τοποθετημένο εξοπλισμό καταγραφής.

3. Όρια επιτάχυνσης και εναρμόνιση EN–ASTM

Η συστηματική αντιπαραβολή των ορίων επιτάχυνσης, ανά άξονα του συστήματος συντεταγμένων του σώματος και σε συνάρτηση με τη διάρκεια έκθεσης, ανέδειξε ουσιαστική σύγκλιση μεταξύ EN 13814 και ASTM F2291. Η εναρμόνιση αυτή, σε συνδυασμό με την κοινή βάση φιλτραρίσματος των μετρήσεων, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα τεχνικά επιτεύγματα της τελευταίας δεκαετίας, καθώς επιτρέπει τη συγκρίσιμη αξιολόγηση διατάξεων που σχεδιάζονται και δοκιμάζονται σε διαφορετικά κανονιστικά περιβάλλοντα.

4. Το ελληνικό κανονιστικό πλαίσιο

Η Υ.Α. 50116/2020 [13] εισήγαγε υποχρεωτικούς ελέγχους εγκατάστασης, αρχικής λειτουργίας και περιοδικής επανεπιθεώρησης, με καθοριστικό ρόλο για τους διαπιστευμένους κατά ISO/IEC 17020 [11] φορείς ελέγχου,

ενώ η Κ.Υ.Α. 65006/2022 [14] ρύθμισε τη γνωστοποίηση λειτουργίας. Οι μεταγενέστερες τροποποιήσεις της Υ.Α. 50116/2020 (Υ.Α. 76142/2021 και 112482/2022) επικαιροποίησαν επιμέρους τεχνικές και διαδικαστικές απαιτήσεις. Η ελληνική νομοθεσία εμφανίζει σαφή ευθυγράμμιση με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, εξακολουθεί ωστόσο να απαιτεί βελτιώσεις στην ακρίβεια εφαρμογής και στην κατανομή ευθυνών μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων.

5. Μελέτη περίπτωσης: υδάτινο πάρκο μεγάλης κλίμακας στη Μέση Ανατολή

Η μελέτη περίπτωσης ανέδειξε τον τρόπο με τον οποίο οι απαιτήσεις των προτύπων μετατρέπονται σε πραγματικές διαδικασίες ελέγχου: έλεγχος τεχνικής τεκμηρίωσης και σχεδιασμού, ενδιάμεσες επιθεωρήσεις κατασκευής, διαδικασία λειτουργικής παράδοσης επί τόπου (on-site commissioning), μετρήσεις επιταχύνσεων στους δοκιμαστές και αντιπαραβολή τους με τα αποδεκτά όρια του εφαρμοζόμενου προτύπου (μεθοδολογία ASTM F3493 [5] / EN 1069-1 [6]) και τελικές δοκιμές αποδοχής (SAT). Η διαχείριση των ευρημάτων μέσω δομημένων λιστών παρατηρήσεων (punch lists) και αναφορών μη συμμόρφωσης (NCR), καθώς και η ιχνηλασιμότητα των διορθωτικών ενεργειών αποδείχθηκαν καθοριστικές για την τεκμηρίωση της συμμόρφωσης πριν από την παράδοση της εγκατάστασης προς λειτουργία.

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάλυση έδειξε ότι το ευρωπαϊκό σύστημα χαρακτηρίζεται από οριζόντια προσέγγιση κύκλου ζωής, ενώ το αμερικανικό βασίζεται σε μια αρθρωτή και εξειδικευμένη δομή προτύπων, η οποία επικαιροποιείται τακτικά, τα δύο συστήματα εμφανίζουν ουσιαστική τεχνική σύγκλιση, ιδίως ως προς τα όρια επιτάχυνσης. Η συμμόρφωση δεν εξαρτάται μόνο από την πληρότητα των προτύπων, αλλά και από την ποιότητα της τεχνικής τεκμηρίωσης, τη συστηματικότητα των επιθεωρήσεων και την τεχνική επάρκεια των εμπλεκόμενων μηχανικών.

Η μελέτη περίπτωσης επιβεβαίωσε ότι, σε έργα μεγάλης κλίμακας, η πιστοποίηση δεν αποτελεί απλή τελική επιθεώρηση, αλλά οργανωμένη διαδικασία σταδιακής επαλήθευσης της συμμόρφωσης, στην οποία ο μηχανικός Διασφάλισης και Ελέγχου Ποιότητας διαδραματίζει συντονιστικό και τεκμηριωτικό ρόλο. Η εργασία προτείνει την ενίσχυση του ρόλου των διαπιστευμένων φορέων επιθεώρησης, την ενσωμάτωση της λογικής διαχείρισης κινδύνου και την ένταξη των ελέγχων επιτάχυνσης στις τελικές δοκιμές αποδοχής επί τόπου. Ως πεδία περαιτέρω έρευνας προτείνονται η συστηματική στατιστική ανάλυση ατυχημάτων σε ελληνικές εγκαταστάσεις, η πειραματική σύγκριση ορίων επιτάχυνσης με πραγματικές μετρήσεις και η διερεύνηση της επίδρασης της ψηφιακής τεκμηρίωσης στην επιθεωρησιακή πρακτική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] ASTM International. (2018). ASTM F770-18: Standard practice for ownership, operation, maintenance, and inspection of amusement rides and devices. ASTM International.

[2] ASTM International. (2019). ASTM F2137: Standard practice for measuring the dynamic characteristics of amusement rides and devices. ASTM International.

[3] ASTM International. (2019). ASTM F2291-19e1: Standard practice for design of amusement rides and devices. ASTM International.

[4] ASTM International. (2021). ASTM F2376: Standard practice for classification, design, manufacture, construction, and operation of water slide systems. ASTM International.

[5] ASTM International. (2023). ASTM F3493: Standard practice for measuring dynamic characteristics of water slide systems using instrumented humans. ASTM International.

[6] CEN. (2017). EN 1069-1: Water slides — Part 1: Safety requirements and test methods. European Committee for Standardization.

[7] CEN. (2019). EN 13814-1: Safety of amusement rides and amusement devices — Part 1: Design and manufacture. European Committee for Standardization.

[8] CEN. (2019). EN 13814-2: Safety of amusement rides and amusement devices — Part 2: Operation, maintenance and use. European Committee for Standardization.

[9] CEN. (2019). EN 13814-3: Safety of amusement rides and amusement devices — Part 3: Requirements for inspection during design, manufacture, operation and use. European Committee for Standardization.

[10] CEN. (2020). EN 17232: Water play equipment and features — Safety requirements, test methods and operational requirements. European Committee for Standardization.

[11] International Organization for Standardization. (2012). ISO/IEC 17020: Conformity assessment — Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection. ISO.

[12] Yin, R. K. (2018). Case study research and applications: Design and methods (6th ed.). SAGE Publications.

[13] ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. (2020). Υ.Α. 50116/2020 (ΦΕΚ 2065/Β'/30.5.2020). Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας.

[14] ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. (2022). Κ.Υ.Α. 65006/2022 (ΦΕΚ 3364/Β'/30.6.2022). Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας.