



## ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΞΗΓΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ

*Σε συνέχεια της από 28/4/2023 Διάταξης του Ειδικού Εφέτη Ανακριτή Λάρισας (διορισμός Πραγματογνώμονα και παραγγελία για ψηφιακή αναπαράσταση της σύγκρουσης) και το από 30/1/2024 σχετικό βίντεο “Δυστύχημα ΟΣΕ - 3D Αναπαράσταση v1.5.mp4”, η ΕΔΑΠΟ εισφέρει δια της παρούσης επιπλέον πληροφορίες με αναλυτικότερη αναπαράσταση του μηχανισμού σύγκρουσης και της λεπτομερούς ανάλυσης της κίνησης κάθε βαγονιού μέχρι όλα να λάβουν την τελική τους θέση.*

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ολόκληρο το τρισδιάστατο μοντέλο σχεδιάστηκε με τη βοήθεια του 3D Studio Max της Autodesk συνδυάζοντας δεδομένα χαρτογράφησης του χώρου με τις πραγματικές διαστάσεις των συρμών και δόθηκε κίνηση στους συρμούς με τις πραγματικές ταχύτητες που είχαν την στιγμή της σύγκρουσης (ταχύτητες που έχουν προκύψει από δεδομένα καταγραφής της ταχύτητας αλλά και από υπολογισμούς από τις καταγραφές στα βίντεο).

Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τις καταγραφές των τριών καμερών που έχουν καταγράψει τη σύγκρουση και από αυτές μπορούμε να έχουμε μια πολύ καλή προσέγγιση του χρόνου μέχρι την ακινητοποίηση των συρμών.

Η δημιουργία της πυρόσφαιρας δεν ήταν αντικείμενο της παρούσας ανάλυσης (θα αποτελέσει αντικείμενο επόμενης τεχνικής έκθεσης της ΕΔΑΠΟ). Όμως, για την πληρότητα της συγκεκριμένης αναπαράστασης, συμπεριλαμβάνεται ενδεικτικά και ένα βίντεο που απεικονίζει τη δημιουργία και την εξέλιξη της πυρόσφαιρας από την οπτική γωνία της μιας από τις τρεις διαθέσιμες κάμερες.

Επισημαίνεται ότι η αναπαράσταση με τη βοήθεια του 3D Studio Max είναι τρισδιάστατη και έχει τη δυνατότητα απεικόνισης από κάθε σημείο και κάθε γωνία στον χώρο. Για τη συγκεκριμένη τεχνική έκθεση επελέγη μια γωνία που απεικονίζει καλύτερα τη γενική εικόνα της σύγκρουσης, όμως προφανώς υπάρχει η δυνατότητα της παρακολούθησης της εξέλιξης του φαινομένου και από οποιαδήποτε άλλη γωνία ή απόσταση.

## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ-ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Το κινηματικό σκέλος της διερεύνησης της συμπεριφοράς των δύο συρμών μπορεί να χωριστεί σε τρεις διακριτές φάσεις:

**1η φάση:** Μετωπική σύγκρουση ανάμεσα στις δύο πρώτες ηλεκτράμαξες των δύο συρμών. Όπως προκύπτει από την εξέταση των συντριμμίων, η 1η HA 120 022 της εμπορικής αμαξοστοιχίας τσακίζει και διπλώνει προς τα πίσω και κάτω, από το ύψος της πόρτας του θαλάμου οδήγησης και εμπρός, ενώ η HA 120 023 της επιβατικής αμαξοστοιχίας διαχωρίζεται σε κομμάτια και καταστρέφεται ολοσχερώς και τα συντρίμιά της περνούν πάνω από την HA της εμπορικής (καταστρέφοντας την οροφή της), ενώ εκτρέπονται και 20 μοίρες προς τα αριστερά συνεπεία της αρχικής σύγκρουσης. Κατά την 1η φάση, καταστρέφονται (και αποσπώνται από τους αντίστοιχους συρμούς) οι δύο HA της εμπορικής αμαξοστοιχίας και η HA και το βαγόνι A1 της επιβατικής αμαξοστοιχίας.

Στην αρχική φάση της σύγκρουσης, αποσπώνται και όλοι οι φορείς (bogies) με τους ηλεκτροκινητήρες και τροχούς των τριών HA και της επιβατάμαξας A1 της επιβατικής αμαξοστοιχίας.

Τα υπόλοιπα βαγόνια των δύο συρμών συνεχίζουν την πορεία τους, όμως ήδη έχουν ξεκινήσει να επιβραδύνουν: η εμπορική αμαξοστοιχία λόγω ενεργοποίησης της πέδης ανάγκης 1 δευτερόλεπτο πριν τη σύγκρουση, ενώ η επιβατική αμαξοστοιχία από απώλεια πίεσης στο κύκλωμα αέρα του συρμού που οδηγεί σε αυτόματη ενεργοποίηση του συστήματος πέδησης σε όλα τα βαγόνια.

Επισημαίνεται ότι οι δύο HA της εμπορικής αμαξοστοιχίας καλύπτουν συνολικό μήκος 41 μέτρων ενώ η HA και η A1 EA της επιβατικής αμαξοστοιχίας καλύπτουν συνολικό μήκος 47 μέτρων, συνεπώς τα βαγόνια που ακολουθούν βρίσκονται σε απόσταση 88 μέτρων μεταξύ τους κατά την αρχή της 1ης φάσης της σύγκρουσης, απόσταση η οποία θα πρέπει να καλυφθεί πριν περάσουμε στη 2η φάση της σύγκρουσης.

**2η φάση:** Σε χρόνο που εκτιμάται ελάχιστα μικρότερος των 2 δευτερολέπτων μετά την αρχική σύγκρουση, γίνεται δεύτερη σύγκρουση ανάμεσα στο εμπρός μέρος της πρώτης φορτάμαξας της εμπορικής αμαξοστοιχίας (με φορτίο από βαριές λαμαρίνες) με το βαγόνι του Κυλικείου της επιβατικής, με αποτέλεσμα την έντονη παραμόρφωση μιας από τις λαμαρίνες και μικρότερες παραμορφώσεις στις υπόλοιπες 5 λαμαρίνες της πρώτης φορτάμαξας. Το βαγόνι του Κυλικείου δέχεται τεράστια παραμόρφωση από τη μετωπική σύγκρουση ενώ εκτρέπεται κατά την ίδια γωνία των 20 μοιρών όπως και η HA στην 1η φάση της σύγκρουσης. Οι λαμαρίνες εκτρέπονται προς τον τοίχο αντιστήριξης στην αριστερή πλευρά κατά την κίνηση της εμπορικής αμαξοστοιχίας, ενώ η 2η και η 3η φορτάμαξα εκτροχιάζονται από τη σφοδρή σύγκρουση της 1ης φορτάμαξας και εκτρέπονται ελαφρά προς τα αριστερά.

Κατά τη διάρκεια της 2ης φάσης, το πίσω μέρος της 2ης HA της εμπορικής αμαξοστοιχίας έρχεται σε επαφή με το εμπρός μέρος του πρώτου εμπορευματοκιβωτίου που μεταφέρεται στην 4η φορτάμαξα της εμπορικής αμαξοστοιχίας, με αποτέλεσμα να του προκαλέσει μηχανικές παραμορφώσεις στο εμπρός μέρος και να το μετακινήσει ελαφρά προς τα πίσω στη σχετική θέση του πάνω στις φορτάμαξες.

**3η φάση:** Κατά την 3η φάση της κίνησης των συρμών μέχρι την τελική ακινητοποίηση, η ταχύτητα συνεχίζει να μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί υπό την επήρεια των συστημάτων πέδησης που φρενάρουν όλα τα βαγόνια τα οποία βρίσκονται ακόμα σε κανονική θέση στις

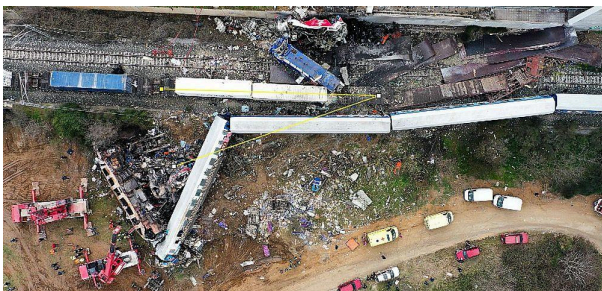
γραμμές (10 φορτάμαξες για την εμπορική και 3 επιβατάμαξες αρχικά, 2 επιβατάμαξες στη συνέχεια για την επιβατική αμαξοστοιχία).

Στην 3η φάση, η επιβατάμαξα B2 έχει πλέον αποκοπεί από τον υπόλοιπο συρμό και συνεχίζει να κινείται προς τα εμπρός στην νέα πορεία (20 μοίρες προς τα αριστερά) που προκάλεσε η εκτροπή από τη σύγκρουση της 2ης φάσης, όμως πλέον δεν φρενάρει αφού έχει εκτροχιαστεί και έχει ήδη αποκοπεί από το B3 που ακολουθεί. Έτσι, η υψομετρική διαφορά από το επίπεδο των γραμμών μέχρι το χωράφι στο οποίο καταλήγει, το αναγκάζει να καρφωθεί με το εμπρός μέρος στο χώμα, με αποτέλεσμα να αποκοπεί και να αναδιπλωθεί το εμπρός μέρος (περίπου στο ύψος του 2ου από τα 11 κουπέ), ενώ το πίσω μέρος του βαγονιού ανυψώνεται για να κατέβει ξανά και να χτυπήσει το εμπρός μέρος του βαγονιού B3. Το βαγόνι B3 έχει πλέον πολύ χαμηλή ταχύτητα και κινείται κατηφορικά στο πρανές, ενώ τα B4, B5, B6 και B7 σπρώχνουν στο τέλος της κίνησής τους το πίσω μέρος του, αυξάνοντάς του την εκτροπή ως προς την αρχική πορεία μέχρι την τελική θέση όπου ακινητοποιείται.

Το χτύπημα του πίσω μέρους του B2 πάνω στο εμπρός μέρος του B3 (με φορά από πάνω προς τα κάτω) προκαλεί την αποκοπή του πίσω μέρους του βαγονιού στο ύψος του κουπέ νο 11 (προκαλώντας θύματα και τραυματισμούς) ενώ το χτύπημα στην οροφή του B3 επίσης προκαλεί θύματα και τραυματισμούς στο εμπρός μέρος του βαγονιού.

Τέλος, η επαφή της δεξιάς πλευράς του βαγονιού B3 με τα συντρίμια της ΗΑ της επιβατικής αμαξοστοιχίας προκαλούν έναν ακόμα θανάσιμο τραυματισμό.

**Παρατήρηση:** από την παραπάνω ανάλυση του μηχανισμού σύγκρουσης και τελικής ακινητοποίησης των συρμών, όπως εξηγείται και πιο χαρακτηριστικά από το σχετικό βίντεο της αναπαράστασης, προκύπτει το συμπέρασμα ότι είναι άνευ αντικειμένου οποιοσδήποτε υπολογισμός της συνολικής κινητικής ενέργειας των δύο συρμών ή οποιαδήποτε προσπάθεια υπολογισμού των δυνάμεων χρησιμοποιώντας συνολική κινητική ενέργεια ή συνολική ορμή, επειδή είναι φανερό ότι μετά το αρχικό δευτερόλεπτο της πρώτης μετωπικής σύγκρουσης ανύψωσης (από τη στιγμή του εκτροχιασμού και της αρχικής εκτροπής από την ευθεία και την αποσύνδεση από τον υπόλοιπο συρμό), κάθε βαγόνι συμπεριφέρεται πλέον ως ανεξάρτητη μάζα που ούτε επηρεάζει ούτε επηρεάζεται από τον υπόλοιπο συρμό. Η σύγκρουση ανάμεσα σε 13 μάζες της εμπορικής και 9 μάζες της επιβατικής αμαξοστοιχίας υπό ελαφριά γωνία και με ελευθερία κίνησης τις 3 διαστάσεις, είναι εξαιρετικά σύνθετο φαινόμενο που είναι αδύνατον να μοντελοποιηθεί και να μελετηθεί με υπολογιστικές μεθόδους.



**Επισυνάπτεται φάκελος με σχετικά ψηφιακά αρχεία:**  
**EDAPO\_3d12\_cam7.mp4**  
**EDAPO\_3d09\_cam6.mp4**

**Για την ΕΔΑΠΟ**

Γιώργος Βλασσόπουλος  
Υποπτήραρχος (I) ε.α.

Φαίδων Καραΐωσηφίδης  
Αεροναυπηγός Μηχανικός, Διερευνητής Αεροπορικών Ατυχημάτων

Κώστας Λακαφώσης  
Μηχανολόγος-Αεροναυπηγός Μηχανικός, Πραγματογνώμονας Ατυχημάτων

Βασίλης Παπαδόπουλος  
Μηχανολόγος Μηχανικός, Πραγματογνώμονας Ατυχημάτων

Γιώργος Περιβολιώτης  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Πραγματογνώμονας, Σύμβουλος Ασφαλείας