

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Κοκοτσάκης Βασίλειος

Ειδικός Πραγματογνώμονας σε θέματα Πυρκαγιών

Εμμανουήλ Παπαδάκης

Department of Mathematics,

University of Houston,

651 Phillip G. Hoffman Hall,

Houston, TX 77204-3008

Μάρκος Χρυσός

Χημικός Μηχανικός,

Πραγματογνώμονας επικίνδυνων μεταφορών

Federico Carrasco

Επιστήμονας Πληροφορικής και Επιχειρηματίας,

Απόφοιτος του Τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και

Πληροφορικής, Πανεπιστημίου Πατρών,

με εξειδίκευση στην Τεχνητή Νοημοσύνη, τα Πολυμέσα, την

Κυβερνοασφάλεια και το Metaverse.

Τεχνικοί σύμβουλοι Οικογενειών Θυμάτων Δυστυχήματος Τεμπών

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ-ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΝΘΕΣΗ 4 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΤΗΝ ΙΔΙΑ ΧΡΟΝΙΚΗ ΣΤΙΓΜΗ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ- ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΘΑΝΑΤΟΥ ΕΠΙΒΑΤΩΝ-ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΚΑΥΣΕΩΝ

ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ:

Κοκοτσάκης Βασίλειος-Ειδικός πραγματογνώμονας σε θέματα πυρκαγιών

Του πίνακα πραγματογνωμόνων Πρωτοδικείου Ηρακλείου

dr Εμμανουήλ Παπαδάκης

Department of Mathematics,

University of Houston,

651 Phillip G. Hoffman Hall,

Houston, TX 77204-3008

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Στις 28 Φεβρουαρίου 2023 σημειώθηκε σιδηροδρομικό δυστύχημα στον Ευαγγελισμό Λάρισας, κατά το οποίο συγκρούστηκαν η επιβατική αμαξοστοιχία IC62 (δρομολόγιο Πειραιάς – Θεσσαλονίκη) και μια εμπορική αμαξοστοιχία που κινούνταν στην αντίθετη κατεύθυνση. Η σύγκρουση σημειώθηκε σε κοινή σιδηροδρομική γραμμή (κάθοδος), λόγω εσφαλμένης δρομολόγησης της επιβατικής αμαξοστοιχίας από τον σταθμάρχη Λάρισας.

Η έκθεση αυτή βασίζεται σε ανάλυση τεσσάρων συγχρονισμένων πηγών δεδομένων που καταγράφουν το περιστατικό σε πραγματικό χρόνο:

- Δύο βίντεο: από κάμερες παρακολούθησης στην περιοχή των Τεμπών.
- Δύο ηχητικές καταγραφές: από κινητά τηλέφωνα επιβατών που ενεργοποίησαν την εφαρμογή ανίχνευσης σύγκρουσης (Crash Detection - 112) αμέσως μετά το συμβάν.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. Εισαγωγή και Γεγονότα Συμβάντος
2. **Κεφάλαιο 1** – Σκοπός Ανάλυσης και Μεθοδολογία
 - 1.1. Προ εκτίμηση γεγονότων πριν τη σύγκρουση
 - 1.2. Μετά τη σύγκρουση
 - 1.3. Συγχρονισμός χρόνο-σήμανσης
 - 1.4. Πλαίσιο αξιολόγησης
 - 1.5. Μέθοδος εργασίας
3. **Κεφάλαιο 2** – Αρχικά Ευρήματα

- 2.1. Στιγμή της σύγκρουσης
- 2.2. Συγχρονισμός πλάνων
- 2.3. Ενδείξεις εκτροχιασμού ή πέδησης πριν τη σύγκρουση
- 2.4. Πυρόσφαιρα
- 2.5. Συμπεράσματα
- 4. **Κεφάλαιο 3** – Γενική Περιγραφή Πυρόσφαιρας
 - 3.1. Θερμική εκτίμηση – Υπολογισμός ενέργειας
 - 3.2. Τύπος φωτιάς – Συμπεριφορά
 - 3.2.3. Πιθανές πηγές καυσίμων υλικών
 - 3.2.4. Ροή φλόγας – (Jet Flames)
- 5. **Κεφάλαιο 4** – Ανάλυση Ηχητικών Καταγραφών Επιβατών
 - 4.1. Εισαγωγή
 - 4.2. Ηχητική καταγραφή
 - 4.3. Περιγραφή ηχητικών συμβάντων
 - 4.4. Συνοπτικά πραγματικά δεδομένα
 - 4.5. Προσπάθεια ερμηνείας περιεχομένων
 - 4.6. Επί μέρους συμπεράσματα
 - 4.7. Θεωρητικά και τεχνικά δεδομένα
 - 4.8. θερμοκρασίες καύσης
 - 4.9. Ανάλυση Ιατροδικαστικών εκθέσεων και ευρημάτων
 - 4.10..Τοπική ανίχνευση θερμοκρασιών
 - 4.11..Εκτιμώμενη θερμική έκθεση σε ζώνες
 - 4.12.Ελάχιστη ενέργεια για απανθράκωση σώματος
 - 4.13. Επιβεβαίωση εκδήλωσης θερμικών φαινομένων
 - 4.14..Γενικό συμπέρασμα
 - 4.15.Παραδείγματα από παρόμοια δυστυχήματα
 - 4.16.Δοκιμές N.F.P.A.
- 6. **Κεφάλαιο 5** – Ανάλυση Συμπεριφοράς Πυρκαγιών Μετά την Πυρόσφαιρα
 - 5.1. Οπτικές παρατηρήσεις
 - 5.2. Ανάλυση εξέλιξη πυρκαγιάς
 - 5.3.Φαινόμενο άντωσης (buoyancy)

- 5.4. Προσανατολισμός φλόγας – Ροές – Δίνες
 - 5.5. Είδος φωτιάς
 - 5.6. Θερμοκρασίες και ύψος φλόγας
 - 5.7. Τύπος φωτιάς και καύσιμη ύλη
 - 5.8. Τεχνική αξιολόγηση καύσιμης ύλης
 - 5.9. Εκτίμηση καύσιμης ύλης
 - 7. **Κεφάλαιο 6** – Συμπεράσματα – Αιτίες – Ευθύνες
 - 6.1. Συμπεράσματα τεχνικής φύσης
 - 6.2. Αιτιολογική ανάλυση
 - 6.3. Ευθύνες και ποινικά ζητήματα
 - 6.4. Τελικό πόρισμα
 - 8. **κεφάλαιο .7.**Σύνοψη Τεχνικής Πραγματογνωμοσύνης
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ.1. Σκοπός Ανάλυσης- μεθοδολογία

Έλεγχος συγχρονισμού εικόνων μεταξύ των δύο βίντεο (Μαλιακός - Ευαγγελισμός) και των δύο καταγραφών 112, από την ενεργοποίηση ανίχνευσης σύγκρουσης δυο επιβατών της επιβατικής αμαξοστοιχίας , ανεξάρτητα από την θέληση τους και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

1.1.Προεκτίμηση γεγονότων πριν τη σύγκρουση:

- Πορεία εμπορικής και επιβατικής αμαξοστοιχίας.
- Ύπαρξη φωτεινών αναλαμπών που είναι ενδείξεις πέδησης ή εκτροχιασμού.
- Ύπαρξη διαρροών ή νεφών εύφλεκτων (π.χ. ατμοί, καπνοί).
- Εμφάνιση ηλεκτρικού τόξου πριν τη σύγκρουση.
- Ανάλυση της φάσης της σύγκρουσης:
- Ποια στοιχεία αποτυπώνονται στα 2 πλάνα.
- Καταγραφή φλόγας / πυρόσφαιρας.
- Ύπαρξη πολλαπλών εστιών φωτιάς.

1.2.Μετά τη σύγκρουση:

- Κοινά στοιχεία μεταξύ των δύο βίντεο.
- Ενδείξεις συνθηκών που επέδρασαν στον θάνατο των 27 + επιβατών.

Ανάλυση τύπου καύσης και παράγοντες που μπορεί να προκάλεσαν εκτεταμένη θνησιμότητα (θερμοκρασία, τοξικά αέρια, παγίδευση κ.λπ.).

1.3.Συγχρονισμός χρονο-σήμανσης με οπτικά γεγονότα (λάμπεις, φωτιές, ενεργοποίηση τηλεφώνων).

- Ανάλυση κίνησης φώτων τρένων / πιθανής πέδησης / σπινθηρισμών.
- Οπτική σύγκριση καπνών ή εκρήξεων και η αντιστοιχία τους σε πραγματικό χώρο και χρόνο.
- Αποτύπωση σημείων ανάφλεξης και πιθανών αιτίων τους (διαρροές, ηλεκτρικό τόξο).
- Ανάλυση περιβαλλοντικών όρων (άνεμος, θερμική κατεύθυνση της φλόγας, κλπ).

1.4. Πλαίσιο Αξιολόγησης:

- Προσδιορισμός της στιγμής της σύγκρουσης βάσει οπτικοακουστικών ενδείξεων.
- Έλεγχος συγχρονισμού των τεσσάρων πηγών δεδομένων μεταξύ τους.
- Ενδείξεις κίνησης και πέδησης της εμπορικής.
- Ενδείξεις κίνησης της επιβατικής μέσα από τη σήραγγα.
- Ορατές ενδείξεις καύσης, εκρήξεων ή διαρροών πριν τη σύγκρουση.

1.5.Μέθοδος εργασίας

Για την παρούσα ανάλυση χρησιμοποιήθηκε σύνθεση από τέσσερις (4) ανεξάρτητες καταγραφές πραγματικού χρόνου:

A. Κάμερα "Ευαγγελισμός": Τοποθετημένη άνωθεν του αυτοκινητοδρόμου σε μεταλλική γέφυρα που χρησιμοποιείται για την ανάρτηση επιγραφών για την παροχή κατευθύνσεων στους οδηγούς, με οπτικό πεδίο προς τη βόρεια πλευρά (Θεσσαλονίκη) και το πρανές της εθνικής οδού. Η κάμερα δεν καταγράφει άμεσα τις σιδηροδρομικές γραμμές, αλλά κατέγραψε:

- ❑ Την είσοδο της επιβατικής στο τούνελ
- ❑ Τη φωτεινή παρουσία της εμπορικής (προβολείς)
- ❑ Την εμφάνιση πυρόσφαιρας-φλόγας και καπνού μετά τη σύγκρουση
- ❑ Την εξέλιξη της καύσης από την έξοδο της σήραγγας έως άνωθεν& πλάι του πρανούς
- ❑ Τις δευτερογενείς καύσεις για χρόνο μεγαλύτερο των 25 λεπτών από την σύγκρουση

B.Κάμερα "Μαλιακός Α.Ε.": Τοποθετημένη σε ύψωμα ομώνυμου εργοταξίου με άμεση ορατότητα στη γραμμή και στο σημείο της σύγκρουσης, σε ευθεία απόσταση περίπου 1200 μέτρων. Κατέγραψε με σαφήνεια:

- ❑ Την πυρόσφαιρα τη στιγμή της σύγκρουσης
- ❑ Τα πρώτα σημεία ανάφλεξης και τις εστίες καύσης

❧ Φαινόμενα πίδακα και φλόγας

Γ. Κινητό Τηλέφωνο 1 (επιβάτη): Ενεργοποιεί την εφαρμογή ανίχνευσης σύγκρουσης Crash_Detection στις 23:18.59 περίπου. Ήχος, μικρόφωνο και δεδομένα επιτάχυνσης κατέγραψαν θόρυβο, φωνές επιβατών

Δ. Κινητό Τηλέφωνο 2 (επιβάτη): Ενεργοποιείται σχεδόν ακριβώς την ίδια χρονική στιγμή με το προηγούμενο, και επαληθεύει την ακρίβεια συγχρονισμού και το εύρος του γεγονότος.

Και από στις δύο κλήσεις καταγράφηκαν μεταξύ άλλων , φωνές για βοήθεια, κραυγές απόγνωσης και απότομη αύξηση θορύβου.

Συστήματα καταγραφής και ακρίβεια χρονισμού

❧ Η κάμερα "Μαλιακός Α.Ε." είχε ρολόι χειροκίνητα ρυθμισμένο, και παρουσιάζει χρονική διαφορά .(προηγείται 2 λεπτά και 40 δευτερόλεπτα)

❧ Η κάμερα "Ευαγγελισμός" συγχρονιζόταν με το διαδίκτυο (NTP) και θεωρείται αξιόπιστη πηγή χρονικού συγχρονισμού.

Ε. Γεωγραφική συσχέτιση και ορατότητα

❧ Το τούνελ Τεμπών βρίσκεται ακριβώς κάτω από την κάμερα Ευαγγελισμός, σε απόσταση 370 μέτρων από το σημείο σύγκρουσης και υψόμετρο λίγο πάνω από 20 μέτρα από τις γραμμές από το οδόστρωμα του αυτοκινητοδρόμου του Αιγαίου, άρα περίπου 40 μέτρα πάνω από το επίπεδο των σιδηροδρομικών γραμμών.

❧ Η κάμερα Ευαγγελισμός δεν έχει οπτική πρόσβαση στη γραμμή, αλλά κατέγραψε τις συνέπειες της σύγκρουσης (πυρκαγιά, εκπομπή φλόγας, καπνός).

❧ Η κάμερα Μαλιακός έχει πλήρη και απευθείας ορατότητα στο σημείο της σύγκρουσης, χωρίς εμπόδια.(εκτός την απόσταση)

❧ Η διάταξη των συστημάτων καταγραφής ,επιτρέπει την ασφαλή συσχέτιση χρονικών και οπτικών δεδομένων, υπό την προϋπόθεση αποδοχής του ρολογιού της κάμερας Ευαγγελισμός ως αναφοράς.

❧ Οι καταγραφές των κινητών (με ενεργοποίηση της εφαρμογής 112) δρουν ως ανεξάρτητα χρονικά γεγονότα αναφοράς για συγχρονισμό όλων των υπόλοιπων στοιχείων.

Ζ. Συγχρονισμός Δεδομένων και Αναφορά Χρονικών Σημείων

Αποδεκτό ρολόι είναι αυτό της κάμερας “Ευαγγελισμός”. Η στιγμή “0” (σύγκρουσης) είναι 20 δευτερόλεπτα πριν την ενεργοποίηση της εφαρμογής ανίχνευσης σύγκρουσης των τηλεφώνων , με ευθυγράμμιση ήχου – φωτός – εικόνας.

Καταγραφή φωνών επιζώντων μέχρι 3 λεπτά περίπου μετά την ενεργοποίηση του 112. Ο συγχρονισμός των βίντεο των δύο καμερών έγινε αφού το βίντεο από την εταιρεία Μαλιακός μετατράπηκε από 30 καρέ το δευτερόλεπτο σε 25 καρέ το δευτερόλεπτο γιατί το βίντεο από την κάμερα Ευαγγελισμός εξήχθη από το πρωτογενές οπτικό υλικό με 25 καρέ το δευτερόλεπτο.

Ο συγχρονισμός επετεύχθη με την παρατήρηση των ιδίων γεγονότων από την μια και την άλλη κάμερα και ειδικά την ανύψωση του αεριώδους νέφους που εμφανίζεται και στις δύο

κάμερες αλλά και τις αναλαμπές λόγω των βραχυκυκλωμάτων και βίαιων αποξεύξεων των παντογράφων των μηχανών από τα καλώδια υψηλής τάσεως.

Επειδή η κάμερα του αυτοκινητοδρόμου όπως φαίνεται δεν καταγράφει σε σταθερή ροή 25 εικόνων ανά δευτερόλεπτο ,ο συγχρονισμός των δύο βίντεο κατά περιόδους μπορεί να παρουσιάσει μια απόκλιση ανεπαίσθητη στο θεατή αλλά κατά μέσο όρο αυτή κυμαίνεται έως 14 msec ήτοι 0,014 δεύτερα.

Κεφάλαιο 2. Αρχικά Ευρήματα:

2. 1. Στιγμή της σύγκρουσης (με βάση το βίντεο):

Το σημείο μηδέν (0 sec) είναι η στιγμή της ακαριαίας ανάφλεξης που ακολούθησε σχεδόν ταυτόχρονα την σύγκρουση, και που έχουν ευθυγραμμιστεί πολύ σωστά τα δύο βίντεο με τα ηχητικά των τηλεφώνων.

Η πυρόσφαιρα και η λάμψη της σύγκρουσης καταγράφεται οπτικά στην κάμερα "Μαλιακός" και στην κάμερα Ευαγγελισμός 20 δευτερόλεπτα μετά την σύγκρουση , όσος είναι και ο προβλεπόμενος χρόνος από την εφαρμογή των κινητών τηλεφώνων. Αυτό αποδεικνύει κανονική ανταπόκριση των ρυθμίσεων των δυο συσκευών τηλεφώνου.

Άρα η σύγκρουση έγινε ~20 δευτερόλεπτα ΠΡΙΝ από το χρονικό σημείο ενεργοποίησης της εφαρμογής ανίχνευσης σύγκρουσης.

2.2. Συγχρονισμός πλάνων - διαφορές ρολογιών:

Επιβεβαιώνεται ότι:

- ❧ Η κάμερα Ευαγγελισμός έχει ακριβές ρολόι (είναι αυτό που πρέπει να ακολουθούμε).
- ❧ Η κάμερα Μαλιακός προηγείται χρονικά κατά 2 λεπτά και 40 δευτερόλεπτα περίπου του πραγματικού χρόνου.
- ❧ Τα δύο ρολόγια των Καμερών Ευαγγελισμός και Μαλιακός , δεν ταυτίζονται , θεωρούμε όμως ακριβή την χρονομέτρηση της κάμερα Ευαγγελισμός καθότι ήταν συγχρονισμένη στην ώρα μέσω Internet.
- ❧ Τα 2 κινητά τηλέφωνα ενεργοποιούνται ταυτόχρονα και οι εγγραφές είναι συγχρονισμένες σωστά μεταξύ τους.

Συμπέρασμα: Η σύνθεση των 4 δεδομένων είναι επαρκώς συγχρονισμένη για τεχνική επεξεργασία — με την χρήση του ρολογιού "Ευαγγελισμός" ως απόλυτου χρονομέτρου.

2.3. Ενδείξεις εκτροχιασμού ή πέδησης πριν τη σύγκρουση:

2.3.1. Από την κάμερα Ευαγγελισμός:

- ❧ Φωτεινή κίνηση (προβολείς) από τρένο καθόδου (εμπορική) που φαίνεται να επιταχύνει ή να κινείται κανονικά. Η εμπορική χάνεται από το πλάνο της Μαλιακός(λόγω τούνελ) και λίγα δευτερόλεπτα αργότερα φαίνεται η είσοδος της επιβατικής στη σήραγγα από Αθήνα προς Θεσσαλονίκη.
- ❧ Εμφανίζεται καθαρά η επιβατική αμαξοστοιχία να εισέρχεται στο τούνελ

- ❧ Δεν φαίνεται εκτροχιασμός, ούτε ταλαντώσεις της επιβατικής ή λάμπες τροχών ή αλλαγή ταχύτητας.
- ❧ Η σύγκρουση συντελείται , ενώ ένα τμήμα της επιβατικής(πίσω) είναι ακόμη έξω από το τούνελ και το οποίο εισέρχεται στην συνέχεια σε αυτό , αφού η κίνηση της επιβατικής δεν ολοκληρώθηκε άμεσα με την σύγκρουση. **Αυτό μάλιστα είναι ισχυρή ένδειξη της πλάγιο-μετωπικότητας της σύγκρουσης.**

2.3.2.Από την κάμερα Μαλιακός:

- ❧ Δεν διακρίνεται πορεία των τρένων (είναι μακριά),
- ❧ Διακρίνεται εξασθένηση φωτός εμπορικής 4–5 δευτερόλεπτα πριν το σημείο 0 λόγω του ότι η κάμερα βλέπει πια την αμαξοστοιχία από πίσω.
- ❧ Διακρίνεται αντανάκλαση φωτός ή σπίθες πριν την ανάφλεξη

Στη συνέχεια και σε διάστημα λιγότερο του 1 δευτερολέπτου από το πέρας της σειράς των αντανάκλασεων και σπινθηρισμών ακολουθούν τρεις αυτοτελείς ηλεκτρικές εκκενώσεις που διακρίνονται λόγω του μπλε χρώματος της αναλαμπής τους.

Ακολούθως εμφανίζεται το πρώτο αεριώδες νεφέλωμα που εμφανώς σε τρία διαδοχικά καρέ ανέρχεται , ενώ στο τρίτο από αυτά εμφανίζονται και δύο άλλες εκ-νεφώσεις στο επίπεδο των γραμμών και προς τον τοίχο αντιστήριξης πάντα κοντά στο σημείο 0.

Μετά από δύο καρέ, δηλ. μέσα σε 28 msec βλέπουμε φωτισμό θερμό από έκσπαση φλογών προς τα πάνω αμέσως στο σημείο 0.(σύγκρουση) αλλά με έναρξη πιο κοντά στο πρανές και όχι στον τοίχο αντιστήριξης αλλά στο επίπεδο των γραμμών.

Η λάμψη και η πυρόσφαιρα ξεκινά "χαμηλά" και εκτινάσσεται κάθετα, ένδειξη ότι: η σύγκρουση προκάλεσε έντονη ανάφλεξη στο ύψος του συρμού,

2.3.3. Διαρροής εύφλεκτου πριν τη σύγκρουση:

Διαπιστώνεται η παρουσία τριών τουλάχιστον διαρροών πριν την σύγκρουση με την μία(μεγάλη) να καταγράφεται και από τις δυο κάμερες.

Βλέπε παράρτημα 4 της εκθέσεως μας για φωτογραφίες και περαιτέρω συζήτηση των οπτικών ευρημάτων που καταδεικνύουν όσα εκτίθενται στις προηγούμενες παραγράφους.

2.3.4. Μετά τη σύγκρουση και από τις δύο κάμερες:– Πυρόσφαιρα και πολλαπλές εστίες φωτιάς:

2.4.Πυρόσφαιρα: Η λάμψη είναι έντονη, με κάθετη έκρηξη, ακολουθούμενη από απότομη ανάφλεξη καύσιμης ύλης.

- ❧ Εκτόνωση της φωτιάς φαίνεται σε τουλάχιστον 2 σημεία (πρώτη εστία, μικρή παύση, δεύτερη έκρηξη μικρότερης ισχύος).
- ❧ Η κάμερα Ευαγγελισμός δείχνει έντονη στήλη φωτιάς και καπνού να βγαίνει από το τούνελ προς τα πάνω.
- ❧ Η κάμερα Μαλιακός δείχνει διάχυση φλόγας και καπνού προς διαφορετικές κατευθύνσεις, άρα επιβεβαιώνεται η ύπαρξη πολλαπλών εστιών ή δευτερογενών εκρήξεων.

2.5.Συμπεράσματα:

- ❧ Το μοντάζ και συγχρονισμός είναι σωστός για τεχνική ανάλυση, με σημείο αναφοράς το ρολόι Ευαγγελισμός
- ❧ Η σύγκρουση φαίνεται να έγινε με πρότερη διαρροή .
- ❧ Την πυρόσφαιρα ακολουθούν τουλάχιστον 2 εστίες καύσης – πιθανό αποτέλεσμα ακαριαίας ανάφλεξης (έκρηξης) δεξαμενής ή δοχείων εύφλεκτων υλικών.

Κεφάλαιο 3.ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΥΡΟΣΦΑΙΡΑΣ

3.1.Πυρόσφαιρα

Καταγράφεται κατακόρυφη φωτεινή «έκρηξη», στρογγυλής μορφής, με αιφνίδια φλόγα προς τα άνω.

Η «έκρηξη» δεν συνοδεύεται από ωστικό κύμα

Επιβεβαιώνονται:

- ❧ Διάρκεια φαινόμενου: 9,8 δευτερόλεπτα
- ❧ Μορφή: Σφαιρική κατά το αρχικό στάδιο με διαστολή και επιμήκυνση λόγω θερμικής άντωσης
- ❧ Ύψος: Δεν προσδιορίζεται αριθμητικά λόγω τεχνικής αβεβαιότητας (υπό συζήτηση)
- ❧ Η πυρόσφαιρα συνοδεύτηκε από έντονη εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας, καπνό και επιμήκεις φλόγες με κατεύθυνση ανοδική και πλευρική.

3.2. Τύπος Φωτιάς-συμπεριφορά

- ❧ Κατηγορία: Πιθανό pool fire (φωτιά επιφανειακής καύσιμης ύλης) με flash fire στην έναρξη.
- ❧ Καύσιμη ύλη: Δεν κάηκε έλαιο σιλικόνης (silicone oil), καθώς δεν ανιχνεύθηκε SiO₂ (διοξείδιο πυριτίου) στον χώρο.
- ❧ **3.3.Πιθανές πηγές καυσίμων υλικών :**
- ❧ Πλαστικά, υφάσματα, πολυμερή υλικά από βαγόνια
- ❧ Φορτία εμπορικής αμαξοστοιχίας (πιθανή διαρροή)
- ❧ Εύφλεκτα αέρια από συντριβή δοχείων
- ❧ Δεν κάηκε έλαιο σιλικόνης(silicone oil), καθώς δεν ανιχνεύθηκε SiO₂ (διοξείδιο πυριτίου) στον χώρο

❧ 3.4.Ροή φλόγας:

- ❧ Κατακόρυφη άνωση – παρουσία θερμικού νέφους(Thermal plume) – ισχυρή αναρρόφηση αέρα στη βάση
- ❧ Jet flames: Τοπικά παρατηρούνται πίδακες μικρής διάρκειας (0.5–1.5 sec)τύπου Jet
- ❧ Καπνός :Πυκνός, μαύρος (ατελής καύση)
- ❧ Άνωση: Παρούσα – Θερμικό νέφος(Thermal plume)
- ❧ Κατεύθυνση φλόγας: Κατακόρυφη και πλάγιο-ανοδική
- ❧ Πίδακες φωτιάς (Jet Flames) Μικρής διάρκειας

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ:Η απουσία ωστικού ή κρουστικού κύματος , η ταχύτητα καύσης, η συγκέντρωση μείγματος εύφλεκτων ατμών , παραπέμπει σε καύση ατμών ισχυρού πτητικού

καυσίμου σε ανοικτό χώρο που προκάλεσε μεγάλη φλόγα και θερμική ακτινοβολία. Στην περίπτωση αυτή είχαμε ανάφλεξη με θερμική και όχι εκρηκτική καύση, χωρίς ωστικό κύμα, αλλά με πίδακες και άντωση..

Το έλαιο σιλικόνης όταν καίγεται σε θερμοκρασία άνω των 600 βαθμών, παράγει διοξείδιο του πυριτίου σε ποσοστό 80% του βάρους του ελαίου, το οποίο παραμένει στο σημείο της καύσης ως στερεή λευκή σκόνη. Η εν λόγω σκόνη δεν απομακρύνεται από τα ύδατα πυρόσβεσης, διότι είναι αδιάλυτη στο νερό.

Η απουσία(και στις εργαστηριακές στο χημείο μετρήσεις) υπολειμμάτων διοξειδίου, το οποίο ως στερεό παράγωγο καύσης είναι αδύνατο να μην γίνει αντιληπτό είτε οπτικά είτε εργαστηριακά αποκλείει το σενάριο του ελαίου σιλικόνης ως κύρια καύσιμη ύλη.

Η οπτική παρατήρηση πιδάκων φλόγας (καθέτων, jetting) αποτελεί σε σοβαρή ένδειξη παρουσίας υγρών πτητικών ή αερίων υπό πίεση και μάλιστα σε διαφορετικά δοχεία λόγω διαφορετικών χρόνων παρατήρησης.

Κεφάλαιο 4. Ανάλυση Ηχητικών Καταγραφών και Φωνών Επιβατών μετά τη Σύγκρουση

4.1.Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο εξετάζει την ηχητική καταγραφή (από τη συγχρονισμένη εφαρμογή κινητών) προς το κέντρο άμεσης βοήθειας 112, επιβατών της επιβατικής αμαξοστοιχίας μετά την σύγκρουση και πυρόσφαιρα, ενώ είχε ήδη εκδηλωθεί πυρκαγιά στον χώρο που ευρίσκοντο

Εξετάζει επίσης τα φυσικά, χημικά και θερμικά φαινόμενα που οδηγούν σε:

- ❑ Πλήρη απανθράκωση σωμάτων εντός βαγονιού.
- ❑ Συνεχή διατήρηση πυρκαγιάς διάρκειας >25 λεπτών.
- ❑ Πλήρη εξαφάνιση (αφανισμό) ενός επιβάτη, χωρίς ανεύρεση σωματικών καταλοίπων.

4.2.Ηχητική καταγραφή (από τη συγχρονισμένη εφαρμογή κινητών):

Ενεργοποίηση: 23:18:50 Πρώτες ανθρώπινες φωνές:

Καταγεγραμμένα μεταξύ άλλων:

- ❑ -«Βοήθεια, δεν μπορώ να αναπνεύσω, έχω ελάχιστο οξυγόνο» (γυναικεία φωνή)
- ❑ -«Ρε Δημήτρη, μη κουνιέσαι» (ανδρική)
- ❑ -«Με πονάτε!» – «θα πεθάνουμε»,«Μάρθη σε αγαπώ»

4.3 Περιγραφή Ηχητικών Συμβάντων

Ενεργοποίηση εφαρμογής crash detection 23:18:50:

Χρονικό σημείο αποστολής σήματος εντοπισμού **23:18:50–23:21:50(ενδεικτικά)**

- Φωνές: «Βοήθεια», «δεν μπορώ να αναπνεύσω», «έχω ελάχιστο οξυγόνο»
- «Μη κουνιέσαι, σε παρακαλώ», «Με πονάτε», «Μάρθη σε αγαπώ»
- Επαναλαμβανόμενες εκκλήσεις από γυναίκα και άνδρα επιβάτη

Ακούγονται Επιζώντες επιβάτες εγκλωβισμένοι, εκτιμάται διατήρηση συνείδησης, ασφυκτικό περιβάλλον.

23:21:50–23:22:00

❧ Σταδιακή παύση αναγνωρίσιμων λέξεων – μετάβαση σε κραυγές πόνου

❧ Επιτάχυνση θερμικής καταπόνησης και εισπνοής αερίων

23:22:00+ Ολοκληρωτική παύση φωνητικής δραστηριότητας – Πιθανολογείται(χρονικά) Θάνατος

4.4. Συνοπτικά Πραγματικά Δεδομένα

❧ Από τις 23:18:29 έως και 23:21:50 (ήχοι επιζώντων) μεσολάβησαν 3 λεπτά διατήρησης φωνητικής δραστηριότητας.

❧ Οι φωνές έδειξαν πλήρη αντίληψη και επικοινωνία, ένδειξη καθυστέρησης της θανατηφόρου δράσης (όχι άμεσος θάνατος).

❧ Ο θάνατος των επιβατών αυτών επήλθε μέσω θερμικής και τοξικής έκθεσης, όχι λόγω πρόσκρουσης.

4.5. Προσπάθεια ερμηνείας του « περιεχομένου» των φωνών και φράσεων που ακούγονται στα ηχητικά:

Αυτά που καταγράφονται από τις φωνές των επιβατών μέσω της εφαρμογής «ανίχνευση σύγκρουσης» έχουν μεγάλο συναισθηματικό και τεχνικό βάρος και μπορούν να αναλυθούν ως εξής:

- 1. Η φράση «Δεν μπορώ να αναπνεύσω» ακολουθούμενη από την φράση «Έχω ελάχιστο οξυγόνο»:

Αρχική κρίση αναπνοής ή ασφυξία: Η φράση «Δεν μπορώ να αναπνεύσω» περιγράφει έντονη δυσκολία αναπνοής.

Εκτίμηση: Η φράση «Έχω ελάχιστο οξυγόνο» δείχνει ότι η επιβάτιδα είχε έστω κάποια μικρή ροή αέρα, άρα δεν υπήρξε πλήρης απόφραξη αμέσως, αλλά υπήρχε μειωμένη παροχή οξυγόνου. Αυτό είναι σύνηθες σε περιπτώσεις όπου η αναπνοή γίνεται δύσκολη λόγω θερμότητας ή πίεσης στο θώρακα. Σε περιβάλλον με πολύ υψηλή θερμοκρασία, όπως σε περιορισμένο χώρο επιβατικού βαγονιού κατά την πυρκαγιά, η αναπνοή μπορεί να καταστεί εξαιρετικά δυσχερής ακόμη και αν δεν υπάρχει καπνός ή άλλος ερεθιστικός παράγοντας. Αυτό εξηγεί την αναφορά «Δεν μπορώ να αναπνεύσω» και «Έχω ελάχιστο οξυγόνο» σε συνθήκες όπου δεν ανιχνεύθηκε καπνός.

2. Η ανδρική φωνή «Μην κουνιέσαι - μην κουνιέσαι»

Εκτίμηση: Πιθανή προσπάθεια παροχής βοήθειας ή προστασίας: Η φράση υποδεικνύει ότι κάποιος ήταν παρών και προσπαθούσε να σταθεροποιήσει ή να καθησυχάσει την τραυματία, πιθανώς για να αποφευχθεί επιδείνωση τραυματισμού (π.χ. σε σπονδυλικό ή θωρακικό τραύμα).

Πιθανή παροχή βοήθειας: Το «μην κουνιέσαι» συνήθως λέγεται για αποφυγή περαιτέρω βλάβης ή για να κρατηθεί το θύμα ήρεμο

3. Η γυναικεία φωνή που λέει «Με πονάτε, με πονάτε»

Εκτίμηση: Δείχνει την παρουσία περισσότερων ατόμων που την βοηθούσαν : Η φράση υποδεικνύει ότι δεν ήταν μόνη, αλλά πιθανόν να υπήρχαν περισσότεροι του ενός (π.χ. ο άνδρας ακούγεται ακατάληπτα και άλλοι που προσπαθούσαν να βοηθήσουν). Ο πόνος που εκφράζεται μπορεί να σχετίζεται με τραυματισμούς ή τον τρόπο που επιχειρούσαν την μετακίνηση ή η παροχή βοήθειας.

4. Η φράση «Βοήθεια» και οι συνεχόμενες κραυγές αμέσως μετά...

Εκτίμηση: Έκκληση για άμεση βοήθεια και απελπισία: Η επαναλαμβανόμενη φράση «Βοήθεια» εκφράζει την αγωνία και την ανάγκη για υποστήριξη.

Οδηγεί στο συμπέρασμα αποτυχίας διάσωσης: Η συνέχεια με μειούμενες κραυγές και η τελική σιωπή δείχνουν ότι δεν υπήρξε επιτυχής διάσωση ή επαναφορά.

5. Το κάλεσμα πάλι «Ρε Δημήτρη»

Εκτίμηση: Προσωπική αναφορά σε άτομο: Η φωνή καλεί πάλι τον «Δημήτρη», που μάλλον είναι γνωστό πρόσωπο παρών ή σε απόσταση.

Η Επανάληψη υποδηλώνει απελπισία από την αδυναμία ανταπόκρισης: Η επανάληψη και η αγωνιώδης φωνή υποδηλώνουν ότι ο Δημήτρης είτε δεν απαντούσε είτε δεν μπορούσε πλέον να βοηθήσει. Η μη απάντηση (από τον Δημήτρη) πιθανότατα δείχνει ότι την χρονική εκείνη στιγμή, ο Δημήτρης ή ήταν επίσης τραυματίας ή απανθρακωμένος, χωρίς δυνατότητα αντίδρασης.

4.6.Συνολικό συμπέρασμα :

- ❧ Υπήρχαν ζωντανοί επιβάτες μετά τη σύγκρουση που βίωσαν σοβαρή αναπνευστική δυσχέρεια λόγω κυρίως υψηλού θερμικού φορτίου και πιθανών τραυμάτων.
- ❧ Η προσπάθεια βοήθειας από επιβάτες μεταξύ τους υπήρξε, αλλά ήταν ανεπιτυχής, πιθανώς λόγω επικρατούσων ακραίων συνθηκών φωτιάς και παγίδευσης.
- ❧ Η απελπισία και η μειούμενη ένταση των φωνών καταδεικνύουν την κλιμακούμενη επιβάρυνση συνθηκών, και την απώλεια ζωής σταδιακά, μέσα σε περίπου 3 λεπτά, σε συνθήκες κρεματόριου (κλιβάνου).

4.7.Θεωρητικά και τεχνικά δεδομένα

Καύση και διάρκεια:

α. Η συνήθης καύση εσωτερικού χώρου επιβατικού βαγονιού (καθίσματα, δάπεδα, πλαστικά (πολυμερή)εξαρτήματα) **δεν επαρκεί για διατήρηση ενεργού φλόγας πέραν των 10–15 λεπτών, με θερμοκρασία σταθερή και όχι μεγαλύτερη των 600 βαθμών.**

β. Η παρουσία όμως συνεχούς φλόγας με μεγάλη ένταση και σταθερή καύση και τα ίδια βασικά χαρακτηριστικά για χρόνο >25 λεπτά, υποδηλώνει πέραν πάσης αμφιβολίας:

- ❑ Παρουσία επιπρόσθετης υγρής καύσιμης ύλης, ως ενισχυτικό καύσης.
- ❑ Ενδεχόμενη παρουσία υδρογονανθράκων κίνησης ή μη δηλωμένο φορτίο.
- ❑ Είσοδος οξυγόνου ή φαινόμενα θερμικής ανακύκλωσης δηλ. συνθήκες ελεγχόμενου φούρνου ή μονάδας αποτέφρωσης.
- ❑ Θερμοκρασίες: 850–1.100°C ή και παραπάνω

4.8.Θερμοκρασίες καύσης και χρόνοι έκθεσης για το ανθρώπινο σώμα:

Θερμοκρασία (°C)	Επίδραση στο ανθρώπινο σώμα	Ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος έκθεσης
300–400	Βαριά εγκαύματα, απώλεια δέρματος, θερμικό σοκ	>15–30 λεπτά
500–600	Θερμική νέκρωση επιφανειακών ιστών	~10–20 λεπτά
600–750	Αρχική απανθράκωση, εμφάνιση στάσης πυγμάχου	7–15 λεπτά
800–900	Πλήρης απανθράκωση ιστών και λιπώδους ιστού	5–10 λεπτά
>1000	Θρυμματισμός οστών, καταστροφή ιστών	2–6 λεπτά
>1100	Ολοσχερής απώλεια σώματος(εξάφλωση)	3–5 λεπτά

Σημείωση:

- ❑ Οι χρόνοι είναι ενδεικτικοί για σταθερή έκθεση σε σταθερή θερμοκρασία.
- ❑ Οι τιμές βασίζονται σε πειραματικά δεδομένα, ιατροδικαστικές αναφορές και λειτουργία κρεματόριων.

4.9.Ανάλυση των ιατροδικαστικών ευρημάτων για τους νεκρούς από φωτιά στα Τέμπη και απαιτούμενες θερμικές συνθήκες

Η ανάλυση των ιατροδικαστικών ευρημάτων δείχνει έκθεση των σορών σε θερμικό φορτίο μεγάλης έντασης για σημαντικό χρονικό διάστημα. Παρακάτω καταγράφονται τα ευρήματα, οι θερμοκρασίες και οι απαιτούμενοι χρόνοι για την πρόκλησή τους εντός περιορισμένου χώρου όπως το βαγόνι επιβατικού τρένου:

Ιατροδικαστικό εύρημα	Θερμοκρασία (°C)	Ελάχιστος χρόνος έκθεσης
Πλήρης αφυδάτωση, μείωση βάρους	300–500°C	15–30 λεπτά
Συρρίκνωση όγκου, αποξήρανση ιστών	400–600°C	10–20 λεπτά
Συρρίκνωση δέρματος, στάση πυγμάχου	600–750°C	7-15 λεπτά
Αποχωρισμός άκρων, ρήξη αρθρώσεων	700–850°C	5–10 λεπτά

Ρήξη κρανίου, κοιλίας και θώρακα	850–1000°C	4–8 λεπτά
Πλήρης απανθράκωση, μελανό χρώμα	800–1000°C	6–12 λεπτά
Πλήρης αφανισμός (εξαέρωση) σώματος	>1100°C	3–6 λεπτά

* Τα στοιχεία προέρχονται από το ιατροδικαστικό Υπόμνημα που υπάρχει στην 137/24 Εισαγγελική Διάταξη

ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΑΤΡΟΔΙΚΑΣΤΙΚΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ενδείξεις έκθεσης σε υψηλή θερμική ενέργεια

Τα ΠΑΡΑΚΑΤΩ ιατροδικαστικά σημεία παραπέμπουν σε θερμοκρασίες >800–1000°C:

Ιατροδικαστικό εύρημα	Ανάλυση – Θερμικό υπόβαθρο
Αφυδάτωση, απώλεια βάρους, αποξήρανση	Συμβαίνουν μετά από επίμονη έκθεση >300°C. Το νερό εξατμίζεται, το λίπος υγροποιείται.
Συρρίκνωση όγκου και δέρματος	Έντες κολλαγόνου συρρικνώνονται >250–400°C, δέρμα χάνει ελαστικότητα.
Διαχύσεις αρθρώσεων / αποχωρισμοί άκρων	Παρατηρούνται σε >600°C, συνδέονται με θερμική νέκρωση μυών και τενόντων.
Ρήξη κρανίου / θώρακα / κοιλίας	Από υπέρμετρη πίεση ατμών λόγω βρασμού ενδοκυτταρικών υγρών → θερμοκρασία >750–850°C.
Μελανό χρώμα / απανθράκωση	Κλασικό σημείο προχωρημένης καύσης ιστών >700°C.

Διαπιστώσεις από τις ιατροδικαστικές αυτοψίες ,ανά άτομο και κατηγορία ευρημάτων:

Ιατροδικαστική παρατήρηση	αριθμός	ποσοστό επί τοις %
Ρήξη κρανίου-θώρακος-κοιλίας	15	51,7 %
Πλήρης απανθράκωση	8	27,6 %
Διαχύσεις αρθρώσεων- αποχωρισμοί μελών	8*	27,6 %
Απώλεια βάρους -αποξήρανση οργάνων		
Συρρίκνωση σώματος -οργάνων	16*	55 %
Στάση πυγμάχου	4	13,7%
Εγκαύματα 2 ^{ου} -3 ^{ου} βαθμού	1	3 %
Εξαύλωση	1	3%
ΣΥΝΟΛΟ (αγνοούμενη)		29(με την

****Συνυπάρχουν στις υπόλοιπες κατηγορίες**

Συμπέρασμα: Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει αβίαστα ότι στον χώρο των βαγονιών υπήρξαν οι συνθήκες κλιβάνου(κρεματόριου), συνθήκες που δεν θα μπορούσαν να έχουν γίνει με απλή καύση περιεχομένων υλικών των βαγονιών, αλλά μόνο με ενισχυτικό καύσης , ενισχυτικό που θα μπορούσε λόγω ιδιοτήτων να προκαλέσει τέτοιες συνθήκες .

4.10.Τοπική ενίσχυση θερμικού φορτίου. Συνθήκες πλήρους καταστροφής σώματος

Η ολοκληρωτική απώλεια σορού επιβάτη μπορεί να συμβεί μόνο:

Με Πλήρη εξάερωση/αφανισμό

Συνθήκες απαραίτητες για ολοκληρωτική απώλεια ανθρώπινου σώματος σε πυρκαγιά:

Θερμοκρασία >1.100°C

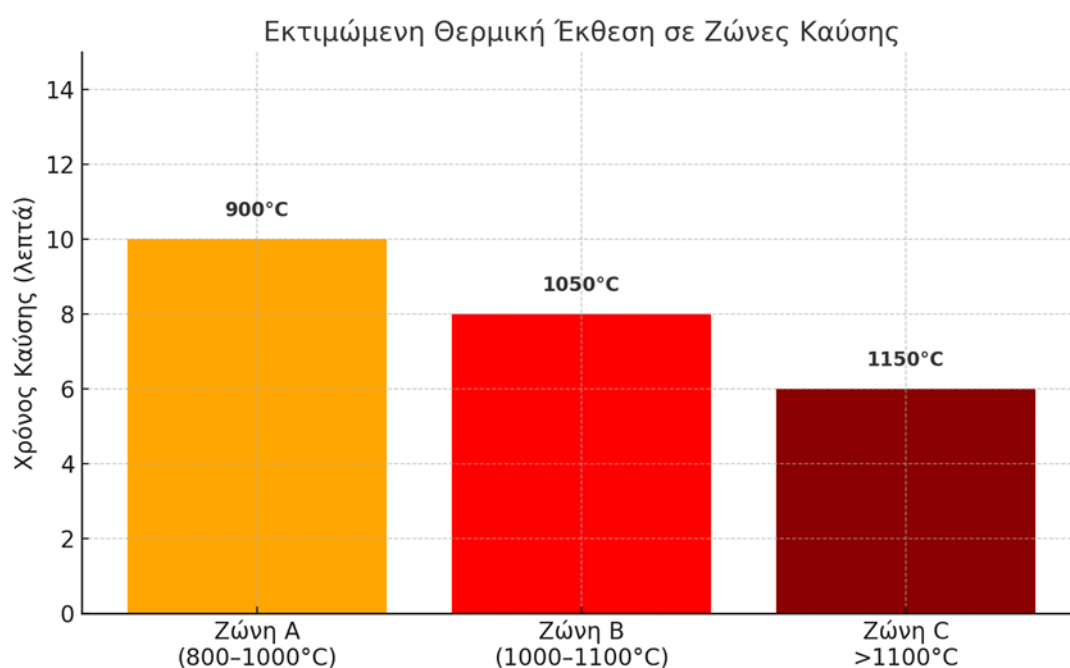
Χρόνος έκθεση>10 λεπτά συνεχόμενης φλόγας

Μηχανισμός Καύση + θερμική αποδόμηση + ενδεχόμενη έκρηξη ιστών

Κατεύθυνση φλόγας Πυρσός (jet fire), torch flame .Κατά τη διάρκεια στιγμιαίας ανάφλεξης (flashover), ο επιβάτης παγιδεύτηκε στο επίκεντρο φλόγας

Ενίσχυση καυσίμου: Ύπαρξη υδρογονάνθρακα . Φαινόμενο θερμικού πίδακα (jet fire) από διαρροή καυσίμου.

4.11.Εκτιμώμενη θερμική έκθεση σε ζώνες



Παραπάνω φαίνεται ένα διάγραμμα θερμικής έκθεσης που απεικονίζει τις ζώνες καύσης όπως περιγράφονται στην έκθεση:

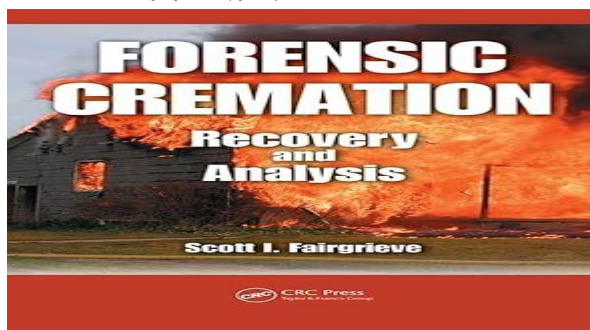
Ζώνη Α (800–1000°C): Επιτρέπει επιβίωση για πολύ λίγο χρόνο.

Ζώνη Β (1000–1100°C): Προκαλεί πλήρη απανθράκωση.

Ζώνη C (>1100°C): Προκαλεί ολοσχερή εξαΰλωση/καταστροφή σωματικών καταλοίπων.

4.12.Ελάχιστη ενέργεια για απανθράκωση σώματος

❧ Ενδεικτικά (βιβλιογραφία Forensic Science, crematoriums)



: Απαιτούνται 1.200–1.600 MJ

/ άτομο(ήτοι 48.5 λίτρα βενζίνης για να παραχθούν 1600 MJ ενέργειας.)

❧ Για αφανισμό ή σχεδόν πλήρης εξαύλωση με υπολείμματα <5%: >1.800 MJ /
ανά άτομο (ήτοι : 54.5 λίτρα βενζίνης για να παραχθούν 1800 MJ ενέργειας.)

4.13.Επιβεβαίωση εκδήλωσης θερμικών φαινομένων

Φαινόμενο	Ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα	Κάλυψη από 900 kg καυσίμου
BLEVE (με φλόγα + shockwave)	~250–500 kg υγρού LPG υπό πίεση	Ναι
Jet Fire (υπό πίεση ή διαρροή)	>100 kg	Ναι
Pool Fire (λίμνασμα υγρού, συνεχής καύση)	>300–500 kg	Ναι
Πλήρης καύση βαγονιού με εγκλωβισμένους	>700–1.000 kg	Ναι

Εκτίμηση: Για την εκδήλωση συνδυασμένων θερμικών φαινομένων (BLEVE, jet fire, pool fire), καθώς και για την πλήρη απανθράκωση >27 ανθρώπων και τον αφανισμό ενός ακόμη επιβάτη σε συνθήκες εγκλωβισμού εντός βαγονιού, απαιτείται σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία , τουλάχιστον 900–1.000 kg υγρού υδρογονάνθρακα (δηλ. ~1.100–1.200 λίτρα), υπό μορφή «λίμνης».(Η ποσότητα αυτή είναι μέρος της συνολικής ποσότητας που υπήρχε και δεν αφορά την καύση στην πυρόσφαιρα ή τυχόν γυμένα καύσιμα στο έδαφος.)

Βιβλιογραφικές Αναφορές:

SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th Ed.

NFPA 921 (2021) – Fire and Explosion Investigations CCPS (AIChE): Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires, and BLEVEs

Forensic Sci. Int. (Kokkalas, 1998): Energy input for thermal destruction of human remains

API RP 521, 5th Ed.: Pressure Relief and Depressurization

4.14. Γενικό Συμπέρασμα

Θερμική θανάτωση επιβατών εν ζωή.

Η τεκμηριωμένη παρουσία επιβατών εν ζωή μετά τη σύγκρουση και η μεταγενέστερη απανθράκωσή τους αποδεικνύει:

- ❧ Η φωτιά αποτέλεσε ανεξάρτητο φονικό μηχανισμό και ως τέτοια πρέπει να αντιμετωπίζεται και ερευνητικά και νομικά .
- ❧ Εντός του βαγονιού(νίων) δημιουργήθηκε σταδιακά ζώνη μη επιβίωσης με θερμική ακτινοβολία και ροή >800–1.200°C για χρόνο πάνω από 10–15 λεπτά,
- ❧ Τα θύματα παγιδεύτηκαν χωρίς δυνατότητα διαφυγής, πιθανώς λόγω εστιασμένων θερμικών ρευμάτων και απόφραξης εξόδων.
- ❧ Αιτία θανάτου , η έκθεση στις συνέπειές καύσης υγρού υδρογονάνθρακα όπως αναλύεται παραπάνω, ο οποίος λειτούργησε ως ενισχυτικό καύσης.

Επιβεβαιώνεται ότι οι θάνατοι από φωτιά δεν ήταν ακαριαίοι, αλλά επήλθαν από:

❧ Εισπνοή τοξικών αερίων- θερμική και τοξική έκθεση

❧ Θερμικό φορτίο – εγκαύματα δευτέρου και τρίτου βαθμού-απανθράκωση

Από τις 23:18:29 έως και 23:21:50 (ήχοι επιζώντων) μεσολάβησαν 3 λεπτά διατήρησης φωνητικής δραστηριότητας.

Οι φωνές έδειξαν πλήρη αντίληψη και επικοινωνία, ένδειξη καθυστέρησης της θανατηφόρου δράσης (όχι άμεσος θάνατος).Οι επιβάτες αυτοί είχαν επιβιώσει της σύγκρουσης των τρένων Φράσεις όπως:

«Θα πεθάνουμε»-«Μάρθη σε αγαπώ» επιβεβαιώνουν πλήρη συνείδηση και γνώση επικείμενου θανάτου. Ασφυκτικά φαινόμενα χωρίς άμεση απώλεια συνείδησης είναι απόλυτα συμβατά με τις παρατηρήσεις επί της συγκεκριμένης πυρκαγιάς

-Αυτά προκλήθηκαν όταν υπήρξε ταχεία κατανάλωση του διαθέσιμου οξυγόνου(περιγράφεται σε άλλη παράγραφο) σε κλειστό χώρο(βαγόني) .

Δηλ. οι επιβαίνοντες βρέθηκαν εντός κλειστών, θερμικά φορτισμένων βαγονιών, με μηχανικά εμπόδια διαφυγής λόγω σύγκρουσης. Υπέστησαν ισχυρά θερμικά φορτία, έλλειψη οξυγόνου, θερμικό σοκ, και ασφυκτικές συνθήκες, με διάρκεια επιβίωσης κοντά στα 3 λεπτά , χωρίς απαραίτητα πλήρη απώλεια συνείδησης από την πρώτη στιγμή..

Επιπλέον Συμπεράσματα

❧ Αυτά τα φαινόμενα δεν επέρχονται με τυπική φωτιά σε βαγόني, αλλά μόνο με φαινόμενα υψηλής ενέργειας, όπως θερμικός πίδακας, pool fire με υγρά καύσιμη υψηλής πτητικότητας ή πίεση-έκρηξη εντός μεταλλικού περιβλήματος.

❧ Ο χρόνος καύσης 25+ λεπτών και η ένταση πυρκαγιάς που συνέβη στην περίπτωση του δυστυχήματος των Τεμπών ,δεν είναι συμβατές με την αυθόρμητη καύση υλικών του βαγονιού επιβατικής αμαξοστοιχίας και των σωμάτων.

❧ Η θερμική καταστροφή >80% του σώματος των σορών απαιτεί θερμοκρασίες >850°C, που δεν προκύπτουν χωρίς πρόσθετη ενέργεια ή ειδικές συνθήκες.

❧ Ο πλήρης αφανισμός επιβάτη δηλώνει ακραίο θερμικό φαινόμενο ή έκθεση του επιβάτη, σε θερμική εστία με τοπική υπερθερμία >1.100°C. με παρουσία όμως θερμικού πίδακα από εύφλεκτο καύσιμο.

Για την πλήρη απανθράκωση αριθμού >27 ανθρώπων και τον αφανισμό ενός ακόμη επιβάτη, σε συνθήκες εγκλωβισμού εντός βαγονιού, απαιτείται σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία, τουλάχιστον 900–1.000 kg υγρού υδρογονάνθρακα ως ενισχυτικού καύσης, όπως αναλύεται.

❧ Η Παντελής απουσία (στο σημείο θανάτου των επιβατών) προϊόντων καύσης ελαίου σιλικόνης, ήτοι διοξειδίου του πυριτίου, αποκλείει την συμμετοχή αυτού υπό οποιαδήποτε μορφή στις συνθήκες που συνέβαλαν για την απανθράκωση των επιβατών και την εξάλωση ενός επιβάτη. Άλλωστε ο χρόνος πλήρους καύσης που αποδεδειγμένα υπήρξε θα απαιτούσε πολύ μεγάλες ποσότητες ελαίου σιλικόνης, που δεν υπήρχαν.

4.15. Παραδείγματα παρόμοιων δυστυχημάτων.

Δυστύχημα Queronque (Χιλή, 1986):

❧ Εκτροχιασμός και φωτιά με απανθράκωση 58 επιβατών.

❧ Πλήρης εξαφάνιση 4 επιβατών λόγω θερμικού πίδακα από καύσιμο.

4.16. Δοκιμές NFPA(National Fire Protection Association(Εθνική Ένωση Πυροπροστασίας των Η.Π.Α.) σε επιβατικά βαγόνια (μελέτες 2003–2017):**

❧ Χωρίς εξωτερικό καύσιμο, θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 650–700°C.

❧ Με πρόσθετο καύσιμο υδρογονάνθρακα, η θερμοκρασία ξεπερνά τους 1.100°C και οδηγεί σε πλήρη θερμική αποδόμηση.

**** NFPA:** Είναι ένας διεθνώς αναγνωρισμένος οργανισμός με έδρα τις Ηνωμένες Πολιτείες, ο οποίος Εκδίδει πρότυπα (standards) και κώδικες (codes) πυροπροστασίας, πυρασφάλειας και διαχείρισης εκτάκτων κινδύνων. Στόχος είναι να προλαμβάνονται οι πυρκαγιές και να προστατεύονται η ανθρώπινη ζωή, η περιουσία και το περιβάλλον.

Τεχνικές παραπομπές / βιβλιογραφία

1. NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations (2021).
2. Madea, B. (2015). Forensic Medicine. Springer.
3. Stull, J. (2000). Protective Clothing and Ensembles: Fire Exposures. NFPA Journal.
4. Jones, W. (1991). Fire Dynamics and Combustion Processes. Academic Press.
5. ISO 13571: Life-threatening components of fire – Guidelines for estimation of time to compromised tenability.
6. Gann, R. & Babrauskas, V. (2003). Fire Behavior of Upholstered Seating in Fires. NIST.

Κεφάλαιο 5.Ανάλυση Συμπεριφοράς Πυρκαγιών-ών μετά την Πυρόσφαιρα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Εξήγηση Αναζωπυρώσεων και Σφαιρών Φωτιάς:

5.1 Παρατηρήσεις οπτικές :

Δευτερογενείς καύσεις μετά τη σύγκρουση που εμφανίζουν σαφή χαρακτηριστικά βίαιης ανάφλεξης ατμών εύφλεκτων αερίων , που αναλύονται σε:

- Φλόγες τύπου pool fire (καύση χυμένου υγρού)
- Σφαιρικές αναζωπυρώσεις. Έχουν καταγραφεί και επιβεβαιωθεί τουλάχιστον 4 στιγμές αναζωπύρωσης, με μπάλες φλόγας, φαινόμενο (flame detachment) αποκόλληση της φλόγας στον αέρα, χαρακτηριστικό καύσης πτητικών ουσιών.
- Ύπαρξη περιστροφικών ροών και θερμικών δινών
- Φαινόμενο άντωσης (buoyancy)
- Ροές και δίνες φωτιάς. Στο πλάγιο πλάνο της κάμερας “Ευαγγελισμός” παρατηρείται:

ροή φωτιάς αριστερά προς τα κάτω, σε πρηνές σημείο του πεδίου,

χαρακτηριστικά πύρινης κύλισης (fire spread downhill),πιθανόν λόγω καύσης χυμένου εύφλεκτου καυσίμου. Η μορφή της ροής ήταν λεία και συνεχής, δείχνοντας καύση με ύπαρξη θερμικού αερολύματος.

- Πίδακες φλογών
- Επιμήκεις στήλες φλόγας κ.α
- Φαινόμενα jetting (πίδακες υψηλής ταχύτητας) ήτοι 2 περιπτώσεις φλόγας υψηλής πίεσης και κατεύθυνσης με ελαφριά γωνίωση (όχι κάθετα),που θυμίζουν φαινόμενο jet fire (καύση εξαναγκασμένη από πίεση). Για να έχουμε πίδακες φωτιάς όπως αυτοί που φαίνονται στο βίντεο κυρίως της κάμερας «Ευαγγελισμός»: προϋποτίθεται ύπαρξη είτε: υγρών πτητικών είτε αερίου υπό πίεση, που διέρρευσαν και αντ αναφλέχθηκαν. Η παρουσία λοιπόν του φαινομένου των πιδάκων ενισχύουν την υπόνοια ύπαρξης πτητικών υγρών ή/και αερίων, ανεξάρτητα από το αν υπήρχε σιλικόνη.

Αυτό παραπέμπει σε καύση διαφυγόντος αερίου υπό πίεση, πιθανώς από θραύση σωλήνα ή δεξαμενής.

- φαινόμενα αποκόλληση της φλόγας στον αέρα(flame detachment)με μέγιστη διάμετρο 1,5–2,5 μέτρα, διάρκεια <1 δευτερολέπτου.

Αυτές οι πύρινες σφαίρες ήταν αποτέλεσμα: απότομης απελευθέρωσης εύφλεκτων ατμών, στιγμιαίας επαφής με αέρα (φλας φλόγας),πιθανής διάρρηξης δοχείων υπό πίεση ή στοιχείων φορτίου και οι οποίες παράγουν υπερ-θερμικά μέτωπα καύσης που διαρκούν για λίγα δευτερόλεπτα με φονική ικανότητα.

Στην έκθεση Τεμπών, παρατηρήθηκαν χαρακτηριστικά και των τριών τύπων (κυρίως Pool Fire και Jet Fire, με ενδείξεις BLEVE από θερμική διάρρηξη μεταλλικού δοχείου).

Δείτε σχετικό πίνακα.

Χαρακτηριστικό	Pool Fire	Jet Fire	BLEVE
Ορισμός	Καύση λιμνάζουσας καύσιμης ύλης σε επίπεδη επιφάνεια	Καύση εκπεμπόμενης ύλης υπό πίεση με κατευθυνόμενη	Εκρηκτική εξάπλωση ατμών από δοχείο υγρού υπό πίεση
Κατεύθυνση Φλόγας	Κατακόρυφη ή πλάγια λόγω άντωσης	Εστιασμένη, κατευθυνόμενη	Σφαιρική ή προς τα άνω μετά από έκρηξη
Πίεση Καυσίμου	Χαμηλή, ατμοσφαιρική	Υψηλή	Πολύ υψηλή (λόγω δοχείου υπό πίεση)
Θερμοκρασία Φλόγας	~800-1000°C	~1100-1300°C	>1500°C τοπικά
Χαρακτηριστικά Καύσης	Αργή, σταθερή, ατελής	Βίαιη, εστιασμένη, έντονη	Ακαριαία, έκρηξη + σφαίρα φωτιάς
Χρόνος Καύσης	Έως 20-30 λεπτά	Όσο διαρκεί η εκτόνωση	<1-3 δευτερόλεπτα
Καπνός	Πυκνός, μαύρος (ατελής καύση)	Λιγότερος καπνός, φλόγα έντονη	Σύννεφο καπνού και ατμών
Απαραίτητες Συνθήκες	Στάσιμο καύσιμο, άναμμα	Ρήξη ή διαρροή πίεσης	Θερμανόμενο δοχείο με υγρό υπό πίεση χωρίς ανακάλυψη
Παραδείγματα	Καύση πετρελαίου σε έδαφος	Διάρρηξη σωλήνα προπανίου	Έκρηξη δεξαμενής LPG σε φωτιά
Φοινικότητα	Υψηλή για εγκλωβισμένους	Πολύ υψηλή τοπικά	Εξαιρετικά υψηλή - ιωστικό και θερμικό κύμα

Οι συνεχείς αναζωπυρώσεις, οι ροές φωτιάς και οι αποσπασμένες «μπάλες» φωτιάς (fireballs) κ.λπ., που καταγράφονται αμέσως μετά την πυρόσφαιρα και γίνονται περισσότερο ευδιάκριτες όταν ο χειριστής από την κάμερα Ευαγγελισμός ενεργοποίηση την εφαρμογή zoom, οφείλονται σε:

❏ α) Θερμική διάρρηξη δοχείων καυσίμου

Θερμαινόμενα δοχεία (π.χ. βαρέλια-δοχεία, IBCs) χωρίς βαλβίδα ανακούφισης υπέστησαν μηχανική καταστροφή λόγω αυξημένης πίεσης.

❏ Το καύσιμο εξελίχθηκε σε jet release(συμπεριφορά Καυσίμου αεριοθυόμενων:P-4 και JP-8) και ακολούθησε ανάφλεξη.

Τυπική συμπεριφορά σε BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

❏ β) Ασταθής παροχή και πίεση καυσίμου

Η μεταβλητή παροχή προκάλεσε εναλλαγές φλόγας και μαζικές εκρήξεις καύσης.

❏ γ) Αλληλεπίδραση με ανοδικές ροές (πλευστή ροή-buoyant flow)

Οι άνω ροές έλκουν τις αποκομμένες σφαίρες φωτιάς ψηλά, ενισχύοντας τη δυναμική εξάπλωση.

❏ δ) Ατελής καύση – συσσώρευση υδρογονανθράκων

Τοπικές συγκεντρώσεις πτητικών αερίων φτωχών σε οξυγόνο ,αναφλέγονται βίαια με καθυστέρηση.

5.2.Ανάλυση Εξέλιξης Πυρκαγιάς και Αναζωπυρώσεων

1. Φύση της Φωτιάς – Προσδιορισμός Καυσίμου

Τεχνικά Συμπεράσματα Καύσης

- Η πυρόσφαιρα είχε διάμετρο 91 m , με διάρκεια 9,8 δευτερόλεπτα.
- Οι αναζωπυρώσεις και οι ροές φωτιάς εξηγούνται από την ύπαρξη δοχείων καυσίμου υγρού που υπέστησαν θερμική διάρρηξη. Διήρκεσαν για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 25 λεπτών

5.3. Φαινόμενο άντωσης (buoyancy)

Η "άντωση φωτιάς" ερμηνεύεται από την αύξηση της έντασης και της εξάπλωσης της πυρκαγιάς, κυρίως της αύξησης της θερμοκρασίας

- ❧ Η έντονη θερμοκρασία προκάλεσε άντωση (ένταση)θερμών αερίων .
- ❧ Η Ένταση αυτή δημιούργησε ίχνος ροής , κατευθύνοντας τη φλόγα κάθετα και πλάγια.
- ❧ Η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ θερμής στήλης και περιβάλλοντος αέρα δημιούργησε ισχυρή αναρρόφηση αέρα από τη βάση της φωτιάς → συνεχής τροφοδοσία.

5.4. Προσανατολισμός φλόγας – Ροές – Δίνες

- ❧ Κατακόρυφος (λόγω άντωσης) και πλάγιος (λόγω ροής αέρα από σήραγγα) Αυτό προκαλεί (ένταση)των θερμών αερίων και δημιουργεί κατακόρυφη και πλάγια ροή, καθοδηγώντας τις φλόγες, προκαλεί δε και **ισχυρή αναρρόφηση αέρα στη βάση της φωτιάς, η οποία διατηρεί και τροφοδοτεί την καύση.**
- ❧ Ίχνη ροής- Περιστροφικές ροές : Παρατηρούνται τοπικές περιστροφικές ροές που προκαλούν επιμήκεις στήλες φλόγας και πυκνό καπνό.
- ❧ Παρουσία θερμικής στήλης που καθοδηγεί την εξέλιξη της φωτιάς
- ❧ Παρατηρήθηκαν τοπικές αναταράξεις και δίνες φωτιάς. Δίνες φωτιάς . Στο βίντεο υπάρχουν έντονες περιστροφικές κινήσεις τύπου φλόγιστρου, αλλά όχι πλήρεις πυρο-στρόβιλοι (fire tornadoes). Οι δίνες αυτές αυξάνουν το μέγεθος και τη θερμοκρασία της φωτιάς.
- ❧ επιμηκυμένες στήλες φλόγας: Πίδακες (Jets):Παρατηρούνται εστιασμένες δέσμες φλόγας (jetting), ενδεικτικές διαρροής υπό πίεση εύφλεκτου υγρού υπό πίεση ή αερίου.
- ❧ Διάμετρος φλόγας: Η διάμετρος της βασικής φλόγας υπολογίζεται περίπου 10-15 μέτρα, αλλά με τοπικές δίνες που επιμηκύνουν ή διασπούν το μέγεθος
- ❧ Η φλόγα έχει κατακόρυφο κύριο προσανατολισμό, εξαιτίας της άντωσης, και πλάγιες αποκλίσεις από τις ροές αέρα στο τούνελ.
- ❧ Καταγράφηκαν τοπικά φαινόμενα jet flames, δηλαδή εστιασμένες ροές φλόγας με υψηλή ταχύτητα και θερμοκρασία, ενδεικτικά διαρροής καυσίμου υπό πίεση.

5.5. Είδος φωτιάς

Κατηγορία: Καύση επιφανειακής συγκέντρωσης υγρών υδρογονανθράκων(Pool fire)

Χαρακτηριστικά:

- ❧ Ατελής καύση (καπνός μαύρος)
- ❧ Ισχυρή ακτινοβολία
- ❧ Γρήγορη εξάπλωση μέσω επιφάνειας και όχι μεταφοράς μέσω υλικού

5.6. Θερμοκρασίες (εκτιμώμενες)και ύψος φλόγας

- ❧ Από το βίντεο εκτιμάται ότι το ύψος των φλογών κυμαίνεται περίπου στα 18-24 μέτρα,
- ❧ Θερμοκρασία βάσης 800–1100°C

❧ Θερμοκρασία κορυφής 400–600°C (λόγω αραίωσης)

5.7. Τύπος φωτιάς και καύσιμη ύλη

Το είδος της φωτιάς είναι(pool fire) δηλ. καύση επιφανειακής λιμνάζουσας υγρής καύσιμης ύλης (πιθανόν υδρογονάνθρακες), με χαρακτηριστική ατελή καύση και πυκνό μαύρο καπνό.

Η απουσία διοξειδίου του πυριτίου στο περιβάλλον αποκλείει το έλαιο σιλικόνης ως καύσιμη ύλη, ενισχύοντας την υπόθεση υδρογονανθράκων.

5.8. Τεχνική αξιολόγηση πιθανής καύσιμης ύλης

Διαπιστώνεται:

- ❧ Θερμική ένταση πυρόσφαιρας: Πολύ υψηλή – υπερβαίνει τις ιδιότητες καύσης κοινών πυρκαγιών(Υδρογονάνθρακες)
- ❧ Διάρκεια καύσης δευτερευουσών πυρκαγιών >20 λεπτά με αναζωπυρώσεις
- ❧ Υγρό καύσιμο σε πισίνα (pool fire)
- ❧ Χρώμα φλόγας Πορτοκαλί – λευκό – μαύρο πυκνό καπνό
- ❧ Ατελής καύση πτητικών οργανικών ενώσεων
- ❧ Δευτερεύουσες εστίες σε 2–3 σημεία πιθανόν από εκτινάξεις(βίντεο Μαλιακός)
- ❧ Πολλαπλά σημεία διαρροής από δοχεία

5.9 Εκτίμηση καύσιμης ύλης

- ❧ Οι φωτιές που ακολούθησαν την πυρόσφαιρα χαρακτηρίζονται από έντονη άντωση, καθοδηγούμενη ροή φλόγας, ατελή καύση και τοπικές δίνες θερμικών αερίων. **Η συμπεριφορά τους είναι αντιπροσωπευτική φωτιάς από διαρροή υγρού υδρογονάνθρακα.**
- ❧ Τα χαρακτηριστικά φλόγας και η διάρκεια της υποδεικνύουν **καύση εύφλεκτης ύλης ισχυρής πτητικότητας .**
- ❧ Υπάρχει πλέον τεχνική τεκμηρίωση πιθανής παράνομης μεταφοράς υγρών υδρογονανθράκων, οι οποίοι προκάλεσαν την αρχική πυρόσφαιρα και τις μετέπειτα εστίες.
- ❧ Η απομάκρυνση 750 m³ μάζων υποδεικνύει και οι ενδείξεις αλλοίωσης του πεδίου έρευνάς με απομάκρυνση μη καταγεγραμμένων πειστηρίων , συνηγορεί στο σενάριο προσπάθειας απόκρυψης μη επιτρεπτού φορτίου.
- ❧ Η απουσία διοξειδίου του πυριτίου (SiO₂) **αποκλείει καύση ελαίου σιλικόνης μετασχηματιστή.**
- ❧ Η ενεργειακή πυκνότητα και το απότομο μέτωπο καύσης συνηγορούν στην δημιουργία του φαινομένου BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) –δηλ. ανάφλεξη από Θερμική διάρρηξη(εξωτερική άσκηση πίεσης από επαφή με καύση υψηλής θερμοκρασίας) δοχείου εύφλεκτου ιδιαίτερα πτητικού καυσίμου.

Κεφ.6 : Συμπεράσματα – Αιτίες – Ευθύνες

6.1. Συμπεράσματα Τεχνικής Φύσης

Η μετωπική σύγκρουση επήλθε λόγω ταυτόχρονης κυκλοφορίας επιβατικής και εμπορικής αμαξοστοιχίας στην ίδια γραμμή (κάθοδος) επί τουλάχιστον 12 λεπτά.

Δεν εφαρμόστηκαν λόγω μη ύπαρξης μέτρα πρόληψης σύγκρουσης όπως έγκαιρη ενημέρωση, ειδοποίηση μέσω τηλεπικοινωνιών, ή τεχνικά μέσα αναχαίτισης.

Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις διαρροής πτητικών υλικών πριν την πρόσκρουση, με πιθανή εμπλοκή μη δηλωμένων ή επικίνδυνων φορτίων.

Οι δευτερογενείς καύσεις προκάλεσαν τον θάνατο μεγάλου αριθμού επιβατών, επιβατών που επιβίωσαν της σύγκρουσης. Το υψηλό θερμικό φορτίο που αναπτύχθηκε είναι η αιτία ολοσχερούς «απώλειας» του σώματος της αγνοούμενης λόγω της προφανούς ολοκληρωτικής αποτέφρωσης.

6.2. Αιτιολογική Ανάλυση

- ❧ **Πρωτογενής αιτία:** Ανθρώπινο σφάλμα στον σταθμό Λάρισας (λανθασμένος χειρισμός κλειδιών πορείας).
- ❧ **Δευτερογενείς συνθήκες:** Παντελής απουσία αυτόματου συστήματος προστασίας και αποτροπής δυστυχήματος, (ETCS, GSM-R) και παραβίαση θεμελιωδών κανόνων ασφάλειας κυκλοφορίας.
- ❧ **Ενισχυτικά:** Ερευνώμενη πιθανή μεταφορά επικίνδυνου φορτίου, που ενδέχεται να συνέβαλε στην ένταση της καύσης και τον θάνατο αρκετών ανθρώπων συμπεριλαμβανόμενης και της αγνοούμενης..

6.3. Ευθύνες και Ποινικά Ζητήματα

Υπάρχουν μεγάλες ευθύνες και ποινικά αδικήματα που ερευνώνται από την δικαιοσύνη

6.4. Τελικό Πόρισμα

Το δυστύχημα των Τεμπών προκλήθηκε από συστηματική αλληλουχία λαθών, παραλείψεων και πιθανών εγκληματικών ενεργειών. Η ορατή έκφραση του γεγονότος (πυρόσφαιρα, θάνατος επιβατών, θερμική καταστροφή) είναι το τελικό στάδιο μιας αλυσίδας που ξεκινά από:

- ❧ Λανθασμένη χάραξη πορείας
- ❧ Έλλειψη τεχνικών μέτρων ασφαλείας
- ❧ Πιθανή μεταφορά επικίνδυνων ή μη καταγεγραμμένων φορτίων
- ❧ Ανεπαρκή οργανωτική και θεσμική εποπτεία
- ❧ Η πραγματοποιηθείσα έρευνα, οι αρχές της τέχνης και επιστήμης, καθώς και η έκθεση πραγματογνωμοσύνης καταδεικνύουν την αποστρεψιμότητα του δυστυχήματος.

7.ΣΥΝΟΨΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ

Η παρούσα τεχνική έκθεση βασίζεται σε συγχρονισμένη ανάλυση τεσσάρων ανεξάρτητων πηγών δύο βιντεοσκοπήσεις και δύο καταγραφές από συσκευές κινητών τηλεφώνων που ενεργοποίησαν την εφαρμογή 112 μετά τη σύγκρουση.

- ❧ Καθορίστηκε με ακρίβεια η στιγμή της σύγκρουσης και τεκμηριώθηκε η αλληλουχία των θερμικών φαινομένων και των αιτίων θανάτου των επιβατών.
- ❧ Η σύγκρουση δεν προκάλεσε άμεσο θάνατο σε όλους τους επιβαίνοντες. Τουλάχιστον 27 επιβάτες παρέμειναν εν ζωή για διάστημα άνω των 3 λεπτών μετά την πρόσκρουση, όπως επιβεβαιώνεται από καταγεγραμμένες φωνές βοήθειας .
- ❧ Οι επιβάτες αυτοί απανθρακώθηκαν λόγω της ταχείας εκδήλωσης πυρόσφαιρας, και των πυρκαγιών που ακολούθησαν ,συνοδευόμενων από σφαιρικές φλόγες, φλόγες πίδακα) και έντονες θερμικές ροές .
- ❧ Η θερμοκρασία στο κέντρο της πυρκαγιάς στον χώρο των επιβατών εκτιμάται άνω των 1100°C, προκαλώντας πλήρη καταστροφή ιστών και εξάλυση ενός τουλάχιστον σώματος.
- ❧ Η ανάλυση αποκλείει την καύση ελαίου σιλικόνης ως πηγή, καθώς δεν ανιχνεύθηκαν κατάλοιπα (SiO_2)διοξειδίου του πυριτίου ως κυρίαρχου παραγώγου καύσης του ελαίου. Η μορφολογία της φωτιάς, η ύπαρξη πίδακα , οι αναζωπυρώσεις και η απουσία ωστικού κύματος οδηγούν στο συμπέρασμα ύπαρξης υδρογονανθράκων υπό πίεση .
- ❧ Δεν έχουν δηλωθεί τέτοια φορτία (, γεγονός που ενισχύει την υπόνοια μεταφοράς μη δηλωμένων επικίνδυνων υλικών .)
- ❧ Η απομάκρυνση μεγάλου όγκου μπαζών περίπου (750 m³ σύμφωνα με έκθεση ANUBIS) και η εξαφάνιση πιθανών τεκμηρίων δημιουργούν υπόνοιες αλλοίωσης της σκηνής .

Η συνολική ανάλυση τεκμηριώνει ότι:

- ❧ Αρκετοί θάνατοι εκ των επιβατών , οφείλονται σε δευτερογενή θερμικά φαινόμενα και όχι στη σύγκρουση καθαυτή .
- ❧ Η φωτιά εξελίχθηκε ραγδαία με χαρακτηριστικά BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion), (Έκρηξη θερμού καυσίμου- Υγρού που Εκτονώνεται με Ατμούς), πυρκαγιά πισίνας pool fire (καύση λιμνάζουσας με καύσιμα επιφάνειας) και jet fire (πίδακας φλόγας).

Η έκθεση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τεκμήριο σε δικαστικό ή ανακριτικό πλαίσιο, καθώς τεκμηριώνει αιτιατή συνάφεια με ενδεχόμενο εγκληματικό δόλο και παραβίαση θεμελιωδών κανόνων ασφαλείας .

Αφού συντάχθηκε , διαβάστηκε -βεβαιώθηκε και υπογράφεται από τον υπογράφοντα , κατ' εξουσιοδότηση και ετέρου συμμετέχοντα στην σύνταξη Dr Παπαδάκη Μανόλη.

Ιούλιος 15 2025

Κοκοτσάκης Βασίλειος

Τεχνικός σύμβουλος Οικογενειών θυμάτων

Ενημερωμένη Βιβλιογραφία

- SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th Ed., DiNenno P. et al., Springer, 2016.
- NFPA 921 (2021). Guide for Fire and Explosion Investigations.
- NFPA 130 (2023). Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.
- ISO 13571:2012. Life-threatening components of fire – Guidelines for estimation of time to compromised tenability.
- Gann R., Babrauskas V. (2003). Fire Behavior of Upholstered Seating. NIST.
- Madea B. (2015). Handbook of Forensic Medicine. Wiley-Blackwell.
- Kokkalas, A. (1998). Energy input for thermal destruction of human remains. Forensic Science International.
- API RP 521, 5th Ed. (2014). Pressure-relieving and Depressuring Systems.