

ΜΕΛΕΤΗ

Ανδριανού Γκουρμπάτση
Αντιστράτηγου – Υπαρχηγού ΠΣ, ε.α., Νομικού
Δικαστικού Πραγματογνώμονα

ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΤΡΕΝΩΝ

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΤΕΜΠΩΝ



Αθήνα, Απρίλιος 2024

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές γενικά θεωρούνται πιο φιλικές προς το περιβάλλον από τις οδικές λόγω χαμηλότερης κατανάλωσης ενέργειας, χαμηλότερων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ή μεγαλύτερης μεταφορικής ικανότητας ανά μονάδα. Η εύρυθμη λειτουργία της οικονομίας απαιτεί ένα αποτελεσματικό και ασφαλές σύστημα μεταφορών, στο οποίο οι σιδηροδρομικές μεταφορές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Στο πλαίσιο αυτό, το γεγονός ότι πολλές επενδύσεις σε σιδηροδρομικές υποδομές είναι επιβεβλημένες προκειμένου να δομηθεί ένα ασφαλές σύστημα σιδηροδρομικών μεταφορών. Η ανάλυση αιτίας σιδηροδρομικών ατυχημάτων είναι θεμελιώδης για την κατανόηση της φύσης της ασφάλειας των σιδηροδρόμων. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει δοθεί μεγάλη προσοχή στην κατανόηση της φύσης της ασφάλειας των σιδηροδρόμων τόσο στον ακαδημαϊκό χώρο όσο και στην πρακτική.

Με την ταχεία ανάπτυξη των σιδηροδρόμων μεγάλης ταχύτητας, δεν μπορούν να αγνοηθούν οι κίνδυνοι που προκύπτουν από τις πυρκαγιές των αμαξοστοιχιών. Ένας αποτελεσματικός σχεδιασμός για την προστασία από τη φωτιά σε τρένα μεγάλης ταχύτητας είναι απαραίτητος για την εξασφάλιση της ασφάλειας των επιβατών. Παρά τις διαφορετικές συνέπειες των ατυχημάτων επιβατικών και εμπορευματικών τρένων, όλα τα σιδηροδρομικά ατυχήματα έχουν παρόμοιους υποκείμενους παράγοντες από συστηματική άποψη, όπως ανθρώπινα λάθη και οργανωτικές αποτυχίες. Ένα **σιδηροδρομικό ατύχημα** ορίζεται ως «αναφορά σε ατύχημα ή περιστατικό που συμβαίνει σε σιδηροδρομική ιδιοκτησία στο βαθμό που είναι ή μπορεί να σχετίζεται με τη λειτουργία του σιδηροδρόμου» (Railways and Transport Safety Act 2003)

Τα **αίτια σιδηροδρομικών ατυχημάτων** μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες, ενώ ορισμένα από τα ατυχήματα συμβαίνουν για πολλούς λόγους ταυτόχρονα:

- i) Ηλεκτρική βλάβη:** τα περισσότερα από αυτά είναι σφάλματα καλωδίωσης. Υπάρχουν πολλά πολύπλοκα καλώδια και άλλος ηλεκτρικός εξοπλισμός στο τρένο και στη σήραγγα. Ο ηλεκτρικός σπινθήρας από το βραχυκύκλωμα και η διαρροή θα προκαλέσουν πυρκαγιές.
- ii) Συγκρούσεις τρένων και εκτροχιασμοί:** αυτού του είδους τα ατυχήματα οφείλονται κυρίως σε μηχανική βλάβη που προκαλείται από ακατάλληλη λειτουργία του μηχανοδηγού και απρόσεκτη συντήρηση της αμαξοστοιχίας.

iii) Ανθρώπινοι παράγοντες: οι περισσότεροι από αυτούς είναι δολιοφθορές. Γεμάτα τρένα, μετρό και άλλα οχήματα είναι πιθανό να αποτελέσουν δελεαστικούς στόχους για τρομοκρατικές επιθέσεις.

iv) Οι επιβάτες προκαλούν πυρκαγιά ακούσια: πυρκαγιά που προκαλείται από επιβάτες που μεταφέρουν πηγές πυρκαγιάς, σκουπίδια αποτίγερων ή κουβαλώντας εύφλεκτα και εκρηκτικά στο αεροσκάφος.

v) Άλλοι παράγοντες: πυρκαγιές που προκαλούνται από ζημιά ή κάταγμα σιδηροτροχιάς, πυρκαγιές τριβής, πυρκαγιές καθισμάτων, μεταφορά επικίνδυνων-εύφλεκτων φορτίων κ.λπ.

vi) Άγνωστοι παράγοντες: τα αίτια των πυρκαγιών που δεν έχουν εντοπιστεί ή δεν έχουν ακόμη εκδηλωθεί.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΑΙΤΙΑ	ΘΥΜΑΤΑ
1947 - 04	Σήραγγα Ikoma, ΙΑΠΩΝΙΑ	Ρεοστατική Υπερθέρμανση	28 νεκροί, 73 τραυματίες
1956 - 03	Σήραγγα 18, Νομός Τακάνο, ΙΑΠΩΝΙΑ	Ρεοστατική Υπερθέρμανση	1 νεκρός, 42 τραυματίες
1959 - 06	Ύπαιθρος / Georgia ΗΠΑ	Εκτροχιασμός, εμβολισμός βυτίου LPG, έκρηξη & πυρκαγιά	23 νεκροί
1969 - 05	Σήραγγα ποταμού Hudson, ΗΠΑ	Υπερβολικό ρεύμα κύριου ρεοστάτη	1 νεκρός, 8 τραυματίες
1972 - 01	Σήραγγα Hokuriku, ΙΑΠΩΝΙΑ	Διαροή Ρεύματος Ηλεκτρικού Εξοπλισμού	30 νεκροί, 690 τραυματίες
1978 - 07	Somerset, Ηνωμένο Βασίλειο	Ηλεκτρική υπερθέρμανση	12 νεκροί, 15 τραυματίες
1979 - 01	Υποθαλάσσια σήραγγα του Σαν Φρανσίσκο, ΗΠΑ	Βραχυκύκλωμα	1 νεκρός, 58 τραυματίες
1981 - 07	Αστική / ΜΕΞΙΚΟ	Εκτροχιασμός, θραύση	20 νεκροί

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

		βυτίου χλωρίνη	
1987 - 09	Σήραγγα Ikoma, ΙΑΠΩΝΙΑ	Θραύση γραμμής υψηλής τάσης	1 νεκρός, 48 τραυματίες
1991 - 07	Σήραγγα Dayaoshan, ΚΙΝΑ	Απόρριψη υπολειμμάτων τσιγάρων	12 νεκροί, 20 τραυματίες
1996 - 02	Μέριλαντ, ΗΠΑ	Αμέλεια του εκπαιδευτή	14 νεκροί, 9 τραυματίες
1996 - 11	Σήραγγα της Μάγχης	Υποψία εμπρησμού	0 νεκροί, 30 τραυματίες
1998 - 06	Πόλη Eshede, ΓΕΡΜΑΝΙΑ	Εκτροχιασμός	101 νεκροί, 105 τραυματίες
1999 - 05	Σαλέρνο, ΙΤΑΛΙΑ	Βόμβα καπνού	4 νεκροί, 9 τραυματίες
1999 - 10	Λονδίνο, ΑΓΓΛΙΑ	Τρακάρισμα του τρένου	31 νεκροί, 520 τραυματίες
2000 - 11	Τελεφερίκ Τούνελ Kitzsteinhorn, ΑΥΣΤΡΙΑ	Υπερθέρμανση ηλεκτρικού κλιματιστικού	155 νεκροί, 18 τραυματίες
2003 - 02	Jungangno underground Daegu, ΝΟΤΙΑ ΚΟΡΕΑ	Εμπρησμός	198 νεκροί, 146 τραυματίες
2005 - 04	Γραμμή Fukuchiyama, ΙΑΠΩΝΙΑ	Εκτροχιασμός	107 νεκροί, 562 τραυματίες
2005 - 05	Chongqing, ΚΙΝΑ	Απώλεια ισχύος	0 θάνατοι, 3 τραυματίες
2006 - 08	Σανγκάη, ΚΙΝΑ	Υπερθέρμανση πηνίου	0 θάνατοι, 0 τραυματίες
2008 - 09	Σήραγγα της Μάγχης	Υπερθερμασμένο σύστημα πέδησης	0 νεκροί, 14 τραυματίες

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

2009 - 07	Σήραγγα Wushaoling, ΚΙΝΑ	Αστοχία Ατμομηχανής	0 νεκροί, 0 τραυματίες
2011 - 07	Γέφυρα Oujiang, ΚΙΝΑ	Άγνωστα Αίτια	40 νεκροί, 191 τραυματίες
2012 - 07	Άντρα Πραντές, ΙΝΔΙΑ	Βραχυκύκλωμα	32 νεκροί, 20 τραυματίες
2015 - 12	Χοκάιντο, ΙΑΠΩΝΙΑ	Βραχυκύκλωμα	0 νεκροί, 0 τραυματίες
2017 - 11	Επαρχία Λουαράμπα, Κονγκό	Άγνωστα Αίτια	34 νεκροί, 26 τραυματίες
2019 - 10	Παντζάμπ, ΠΑΚΙΣΤΑΝ	Παραβιάσεις επιβατών	71 νεκροί, 40 τραυματίες
2021 - 05	Αϊόβα, ΗΠΑ	Εκτροχιασμός	0 νεκροί, 0 τραυματίες
2021 - 11	Madhya Pradesh, ΙΝΔΙΑ	Άγνωστα Αίτια	0 νεκροί, 0 τραυματίες

Πηγή: [Energy and Built Environment](https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2022.07.001) "Pyrolysis, combustion, and fire spread characteristics of the railway train carriages: A review of development" Volume 4, Issue 6, December 2023, Pages 743-759 (<http://doi.org/10.1016/j.enbenv.2022.07.001>)

II. ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΤΡΕΝΩΝ

1. Γενικά – Ορισμοί

Τρένο σημαίνει ένα ή περισσότερα σιδηροδρομικά οχήματα που ρυμουλκούνται με μία ή περισσότερες ατμομηχανές ή βαγόνια, ή ένα σιδηροδρομικό όχημα που ταξιδεύει μόνο του και κινείται με δεδομένο αριθμό ή συγκεκριμένη ονομασία από ένα αρχικό σταθερό σημείο σε ένα σταθερό σημείο τερματικού. Μια ελαφριά μηχανή, δηλαδή μια ατμομηχανή που ταξιδεύει μόνη της, δεν θεωρείται τρένο.

ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ

Διακίνηση εμπορευμάτων με σιδηροδρομικά οχήματα μεταξύ του τόπου φόρτωσης και του τόπου εκφόρτωσης. Τα εμπορεύματα που μεταφέρονται σιδηροδρομικώς ταξινομούνται σύμφωνα με τις 20 κατηγορίες εμπορευμάτων που ακολουθούν την «Τυποποιημένη ταξινόμηση αγαθών για στατιστικές μεταφορών 2007» με ισχύ από το έτος αναφοράς 2008. Από το έτος αναφοράς 2008 και μετά, η ταξινόμηση NST2007 ισχύει, όπως ορίζεται στον Κανονισμό 1304/2007 της Επιτροπής που τροποποιεί τον Κανονισμό 91/2003 όσον αφορά τη θέσπιση του NST2007, ως μοναδικής ταξινόμησης για μεταφερόμενα εμπορεύματα σε ορισμένους τρόπους μεταφοράς. Οι κωδικοί που θα χρησιμοποιηθούν είναι τα 2 ψηφία των 20 τμημάτων (με μηδέν στην αρχή για τις ομάδες 01 έως 09). Η ταξινόμηση των εμπορευμάτων ως επικίνδυνων ορίζεται στους κανονισμούς που αφορούν τις διεθνείς σιδηροδρομικές μεταφορές επικίνδυνων εμπορευμάτων, συνήθως γνωστούς ως RID, όπως εγκρίθηκαν με την οδηγία 96/49/ΕΚ του Συμβουλίου της 23ης Ιουλίου 1996 για την προσέγγιση των νομοθεσιών του κράτη όσον αφορά τη σιδηροδρομική μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων και μεταγενέστερες τροποποιήσεις (ΕΕ L 235, 17.9.1996, σ. 25. της οδηγίας όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 2001/6/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 30, 1.2.2001, σ. . 42).

ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

Μετακίνηση επιβατών με σιδηροδρομικά οχήματα μεταξύ του τόπου επιβίβασης και του τόπου αποβίβασης. Εξαιρείται η μεταφορά επιβατών με μετρό, τραμ ή/και τραμ.

Επιβάτης σιδηροδρομικής γραμμής σημαίνει κάθε άτομο, εξαιρουμένων των μελών του πληρώματος της αμαξοστοιχίας, που πραγματοποιεί ταξίδι σιδηροδρομικώς. Για στατιστικά

ατυχημάτων, περιλαμβάνονται οι επιβάτες που προσπαθούν να επιβιβαστούν/ αποβιβαστούν σε/από ένα κινούμενο τρένο.

Ως «ατύχημα» νοείται από αυτή την άποψη ένα ανεπιθύμητο ή ακούσιο ξαφνικό συμβάν ή μια συγκεκριμένη αλυσίδα τέτοιων γεγονότων που έχουν επιβλαβείς συνέπειες. Τα ατυχήματα χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες: **συγκρούσεις, εκτροχιασμοί, ατυχήματα ισόπεδης διάβασης, ατυχήματα σε άτομα που προκαλούνται από τροχαίο υλικό σε κίνηση, πυρκαγιές και άλλα.**

«Φονευμένο άτομο» σημαίνει κάθε άτομο που σκοτώνεται αμέσως ή πεθαίνει εντός 30 ημερών ως αποτέλεσμα ατυχήματος, εξαιρουμένης οποιασδήποτε αυτοκτονίας.

«Σοβαρά τραυματισμένο άτομο» σημαίνει κάθε τραυματισμένο άτομο που νοσηλεύτηκε για περισσότερες από 24 ώρες ως αποτέλεσμα ατυχήματος, εξαιρουμένων τυχόν απόπειρας αυτοκτονίας.

Η υποχρεωτική συλλογή δεδομένων σε επίπεδο ΕΕ βασίζεται στη νομική πράξη, τον Κανονισμό ΕΕ 2018/643 και καλύπτει εμπορεύματα και επιβάτες. Τα δεδομένα συλλέγονται ως εξής:

Παράρτημα I (ετήσια στοιχεία) – μεταφορά εμπορευμάτων,

Παράρτημα II (ετήσια στοιχεία) – μεταφορά επιβατών,

Παράρτημα III – (τριμηνιαία στοιχεία) αγαθά και επιβάτες,

Παράρτημα IV και V (στοιχεία κάθε πέντε χρόνια) περιφερειακές στατιστικές για εμπορεύματα και επιβάτες και σιδηροδρομικό δίκτυο και

Παράρτημα VIII (ετήσια στοιχεία) μεταφορά εμπορευμάτων και επιβατών για μικρές επιχειρήσεις.

Στατιστικά Στοιχεία για τα σιδηροδρομικά ατυχήματα, ΕΕ-27, κατά τα έτη (2010 - 2022)

Το 2022, σημειώθηκαν 1.615 σημαντικά σιδηροδρομικά ατυχήματα στην ΕΕ, με συνολικά **808 νεκρούς και 593 σοβαρά τραυματισμένους**. Σε επίπεδο ΕΕ, ο αριθμός των θανάτων σε σιδηροδρομικά ατυχήματα μειώθηκε σταδιακά την τελευταία δεκαετία, από 1.245 το 2010, σε 808 το 2022, σημειώνοντας μείωση κατά 35,1 %. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι από το 2019 έως το 2021, οι μειώσεις των σιδηροδρομικών ατυχημάτων, των θανάτων και των σοβαρά τραυματισμένων συνέπεσαν με μια απότομη πτώση στις σιδηροδρομικές μεταφορές επιβατών που προκλήθηκε από την πανδημία Covid-19. Παρά την αύξηση το 2022, ο αριθμός των σημαντικών σιδηροδρομικών ατυχημάτων μειώθηκε σταδιακά από το 2010, με 614 λιγότερα ατυχήματα το 2022 σε σχέση με το 2010 (-27,5%). Το 2022, περισσότεροι από τους μισούς θανάτους από

σιδηροδρομικά ατυχήματα στην ΕΕ αφορούσαν μη εξουσιοδοτημένα άτομα στις γραμμές (64,1 %) και σχεδόν το ένα τρίτο σημειώθηκε σε ισόπεδες διαβάσεις (28,6%).

Επίσης σύμφωνα με σχετική Μελέτη <<Μεταφορές Επικίνδυνων Εμπορευμάτων>> του Ελληνικού Ινστιτούτου Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας>>, Α΄ Έκδοση, 2007, αναφερόμενη σε παγκόσμια δεδομένα προέκυψαν τα εξής ευρήματα:

- ✓ Η συντριπτική πλειοψηφία των ατυχημάτων (άνω του 60%) συμβαίνουν κατά την οδική και **σιδηροδρομική μεταφορά** με βυτία ή άλλου είδους δεξαμενές (containers κλπ)
- ✓ Στις συγκρούσεις, ως σημαντική αιτία ατυχημάτων, το 35,2% οφείλονται σε **σιδηροδρομικά ατυχήματα**
- ✓ Τα **ρευστά** (υγρά και κάθε μορφής αέρια υπό πίεση) ήταν υπεύθυνα για το 90% των ατυχημάτων
- ✓ Η **ευφλεκτότητα των χημικών ουσιών** ήταν η αιτία του 70% των ατυχημάτων
- ✓ Στους τέσσερις βασικούς τύπους που ταξινομούνται τα δεδομένα των ατυχημάτων: α) διαρροή, β) **πυρκαγιά**, γ) έκρηξη και δ) νέφος αερίων, η διαρροή (51%) είναι πρώτη και ακολουθεί η πυρκαγιά (44%), έπεται η έκρηξη 36%) και τελευταία είναι το νέφος αερίων (12,1%)
- ✓ Ένα επιπλέον συμπέρασμα που αφορά τα νέφη αερίων είναι ότι το 50% των ατυχημάτων που οφείλονταν σε αυτά αφορούσαν βαρέα νέφη. Αυτό συμφωνεί με τη διαπίστωση ότι οι περισσότερες από τις επικίνδυνες ουσίες είναι βαρύτερες από τον αέρα (χλωρίνη, βενζίνη, LPG κλπ), αλλά και οι ελαφρύτερες ουσίες συμπεριφέρονται ως βαρείς, όταν απελευθερωθούν (πχ αμμωνία)

Ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο συμβαίνουν οι πυρκαγιές σε τρένα υψηλής ταχύτητας, μπορούν να χωριστούν σε πυρκαγιές αμαξοστοιχιών σε ανοιχτές γραμμές και πυρκαγιές αμαξοστοιχιών σε σήραγγες. Σε μια σήραγγα, λόγω του περιορισμένου χώρου, οι φλόγες και ο καπνός υψηλής θερμοκρασίας εξαπλώνονται γρήγορα μετά την εκδήλωση πυρκαγιάς, καθιστώντας τις πυρκαγιές σε σήραγγες πιο επικίνδυνες από αυτές σε ανοιχτές γραμμές (ανοιχτό σιδηροδρομικό δίκτυο). Κατά την καύση του τρένου εντός σήραγγας, μεγάλη ποσότητα θερμότητας απελευθερώνεται στη σήραγγα και η θερμοκρασία του καπνού στην κορυφή της σήραγγας μπορεί να ξεπεράσει τους 1000 °C, καταστρέφοντας σοβαρά τη δομή της σήραγγας και επηρεάζοντας τη λειτουργία της. Ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας της πυρκαγιάς αμαξοστοιχίας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά το σχεδιασμό συστημάτων εξαερισμού σιδηροδρομικής σήραγγας, καθώς σχετίζεται στενά με την ταχύτητα αερισμού στη σήραγγα. Από το 1999 έως το 2004, το Εθνικό

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (NIST) των ΗΠΑ διεξήγαγε έρευνα σχετικά με την πυρασφάλεια των επιβατικών τρένων (Peacock and Braun, 1999, Peacock et al., 2002, Peacock et al., 2004). Οι ρυθμοί απελευθέρωσης θερμότητας πυρκαγιάς των υλικών και των αμαξοστοιχιών προσδιορίστηκαν μέσω πειραμάτων θερμιδομέτρησης κώνου και καθιερώθηκε μια μέθοδος εκτίμησης κινδύνου πυρκαγιάς αμαξοστοιχίας για να παρέχει μια αναφορά για το σχεδιασμό της αμαξοστοιχίας ανθεκτικής στη φωτιά. Επίσης και το Τεχνικό Ερευνητικό Ινστιτούτο SP στη Σουηδία διεξήγαγε δύο δοκιμές πυρκαγιάς με μοντέλα τρένων του μετρώ σε δύο διαφορετικές κλίμακες (1:10 και 1:3) και εξέτασε την επίδραση των αεραγωγών στον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας των πυρκαγιών αμαξοστοιχίας (Löppnermark et al., 2011, Ingason, 2005, Li et al., 2014). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι **τα μέγιστα ποσοστά απελευθέρωσης πυρκαγιάς για τα τρένα σχετίζονται με τις συνθήκες αερισμού, τον τύπο καυσίμου και τη διάταξη.**

Τα τρένα υψηλής ταχύτητας είναι ένας σημαντικός τρόπος σύγχρονης μεταφοράς. Λόγω της ασφάλειας, της αξιοπιστίας και της άνεσης τους, ευνοούνται από τον κλάδο των σιδηροδρομικών μεταφορών σε διάφορες χώρες. Ωστόσο, με την ταχεία ανάπτυξη των τρένων υψηλής ταχύτητας, τα ζητήματα πυρασφάλειας έχουν προσελκύσει αυξανόμενη προσοχή παγκοσμίως. Το τρένο παίζει συνήθως έναν απαραίτητο ρόλο στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων και στα ταξίδια μεγάλων αποστάσεων. Με την ταχεία ανάπτυξη της βιομηχανίας τρένων υψηλής ταχύτητας, η πυρασφάλεια των σιδηροδρομικών τρένων αντιμετωπίζει προκλήσεις λόγω της αύξησης των καυσίμων και των πολύπλοκων σιδηροδρομικών δικτύων. Τα τελευταία χρόνια, τα **ηλεκτρικά τρένα** έχουν προσελκύσει όλο και περισσότερο την προσοχή και άλλα νέα ενεργειακά τρένα, όπως τα τρένα υδρογόνου, αρχίζουν να εισέρχονται στο κοινό. Εξάλλου **η αυθόρμητη καύση (αυτανάφλεξη)** είναι η κύρια αιτία για υπάρχοντα ατυχήματα πυρκαγιάς τρένων νέας ενέργειας. Τα χαρακτηριστικά καύσης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τους τύπους καυσίμου των τρένων. Για τα παραδοσιακά τρένα με καύσιμα, η φωτιά εξαπλώνεται γρήγορα και δημιουργεί μεγάλες ποσότητες τοξικού καπνού υψηλής θερμοκρασίας. Για τα **ηλεκτρικά τρένα**, η καύση των μπαταριών αυξάνεται πιο γρήγορα με πολύ υψηλότερη θερμοκρασία από τα συμβατικά τρένα καυσίμων. Οι αμαξοστοιχίες υδρογόνου είναι εύφλεκτες και εκρηκτικές, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει σοβαρούς κινδύνους πυρκαγιάς, όπως μεγάλο εύρος καύσης, γρήγορη ταχύτητα καύσης και ασταθής εξάπλωση της πυρκαγιάς. Ειδικά όταν ένα ατύχημα πυρκαγιάς του τρένου ξεσπάσει στις σήραγγες, το οποίο μπορεί να είναι μεγαλύτερο από 5 km, ή σε ορισμένες περιπτώσεις στο εξωτερικό να φτάσει πολύ περισσότερο, ο καπνός και η φλόγα εξαπλώνονται στο βαγόνι και στη σήραγγα με αποτέλεσμα τη μείωση της ορατότητας, δυσκολία εκκένωσης, ακόμη και θανατηφόρα δηλητηρίαση. Η

πυρασφάλεια των βαγονιών είναι μία από τις κύριες ανησυχίες για τη σιδηροδρομική βιομηχανία και τα έργα σήραγγας για τη διασφάλιση της ασφάλειας των επιβατών, η οποία είναι μια διεπιστημονική επιστήμη που περιλαμβάνει χημική κινητική, δυναμική ρευστών (ρευστοδυναμική), αναταράξεις, πολυφασική ροή και ακτινοβολία σε ένα περιορισμένο δομημένο περιβάλλον κλπ. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, εκτενείς θεμελιώδεις μελέτες έχουν διεξαχθεί παγκοσμίως για την πυρασφάλεια των βαγονιών.

Για το σύστημα λειτουργίας των σιδηροδρόμων, είναι ζωτικής σημασίας να βρεθούν οι θεμελιώδεις αιτίες και η σχετική αλυσίδα ατυχημάτων σιδηροδρομικών εμπορευματικών μεταφορών και να μειωθεί η πιθανότητα ατυχημάτων από την πηγή. Οι πυρκαγιές των τρένων είναι επιρρεπείς στο να προκαλέσουν μεγάλους αριθμούς θυμάτων, σοβαρές οικονομικές απώλειες και τεράστιες αρνητικές κοινωνικές επιπτώσεις. Το σιδηροδρομικό βαγόνι είναι ένα ειδικό περιορισμένο δομημένο περιβάλλον, όπου η πυρόλυση, η καύση και η διαδικασία εξάπλωσης της πυρκαγιάς διαφέρουν από εκείνα τα ατυχήματα πυρκαγιάς σε ανοιχτό χώρο. Ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών πυρκαγιάς των σιδηροδρομικών βαγονιών είναι το βασικό ζήτημα για τον καθορισμό της στρατηγικής πρόληψης και ελέγχου πυρκαγιάς. Τα ανοίγματα (παράθυρα) παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της πυρκαγιάς και ότι ο τύπος του εσωτερικού υλικού της επιφάνειας επηρεάζει τον αρχικό ρυθμό ανάπτυξης της πυρκαγιάς. Ο αριθμός των ανοιχτών παραθύρων βρέθηκε ότι είναι κρίσιμος για την ανάπτυξη της πυρκαγιάς, αν και το φορτίο καυσίμου και ο τύπος του υλικού της εσωτερικής επιφάνειας επηρέασαν την ανάπτυξη της πυρκαγιάς. Μια πυρκαγιά σε τρένο χαρακτηρίζεται **ως πυρκαγιά ελεγχόμενη εξαερισμού**, δεδομένου ότι λαμβάνει χώρα σε κλειστό περιβάλλον.

2. Πυρόλυση και καύση υλικών τρένου

Τα τρένα υψηλής ταχύτητας έχουν πολύπλοκες κατασκευές με πολλά εσωτερικά υλικά. **Οι εύφλεκτες κατασκευές περιλαμβάνουν κυρίως πάνελ οροφής, πλευρικούς τοίχους, δάπεδα, καθίσματα, διαχωριστικά τοιχώματα, θερμομονωτικά υλικά, σχάρες αποσκευών και καλώδια.** Παράγοντες, όπως **οι αεραγωγοί του βαγονιού, η ισχύς της πηγής πυρκαγιάς, η θέση της πηγής πυρκαγιάς και η διαμήκης ταχύτητα αερισμού της σήραγγας επηρεάζουν τον ρυθμό απελευθέρωσης θερμότητας των πυρκαγιών αμαξοστοιχίας.** Καθώς αναπτύσσονται πυρκαγιές σε βαγόνια τρένων, τα παράθυρα μπορεί να σπάσουν (λόγω υψηλών θερμοκρασιών ή ανθρώπινης παρέμβασης), σχηματίζοντας οπές εξαερισμού. Εξάλλου τα παράθυρα μπορεί να σπάσουν από την σύγκρουση δύο αμαξοστοιχιών, όπως στο δυστύχημα των Τεμπών την 28-02-2023 κι αυτός ο

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

παράγοντας να συμβάλει σημαντική στον ρυθμό έκλυσης θερμότητας (δηλαδή στην ένταση της πυρκαγιάς). Η θεωρητική ανάλυση, η αριθμητική προσομοίωση, τα πειράματα μειωμένης κλίμακας και οι επιτόπιες δοκιμές πυρκαγιάς σε σήραγγες διεξάγονται για να αποκαλύψουν τα χαρακτηριστικά πυρόλυσης και καύσης, σύνθεσης καπνού, **HRR** (ρυθμός έκλυσης θερμότητας), ρυθμός έκλυσης καπνού και ρυθμός εξάπλωσης φλόγας. Αυτή η εργασία ξεκινά με μια σύντομη επισκόπηση των χαρακτηριστικών πυρόλυσης και καύσης ενός ή ορισμένων υλικών αμαξοστοιχίας, όπως αναδείχθηκαν μέσα από σχετικές μελέτες σε παγκόσμια κλίμακα. Οι ερευνητές BY Lattimer και M. Mckinnon στη μελέτη τους <<Μια ανασκόπηση της αύξησης των πυρκαγιών και των πλήρως ανεπτυγμένων πυρκαγιών σε αυτοκινητάμαξες>> (βλ. <https://doi.org/10.1002/fam.2514> (2018), σελ. 603 – 619), έκαναν μια επισκόπηση για να αξιολογήσουν τις επιρροές των υλικών φινιρίσματος του εσωτερικού των αυτοκινητάμαξων (κοινώς βαγονιών) στην ανάπτυξη πυρκαγιάς και στις πλήρως ανεπτυγμένες πυρκαγιές από επιβατάμαξες.

2.1. Χαρακτηριστικά πυρόλυσης και καύσης υλικών αμαξοστοιχίας

Μια φωτιά δεν μπορεί να ξεκινήσει χωρίς επαρκή θερμική ενέργεια για την αποσύνθεση των στερεών καυσίμων. Είναι επομένως απαραίτητο να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά ανάφλεξης των καυσίμων. Συνήθως μπορούν να εντοπιστούν δύο σημεία ανάφλεξης, το ένα είναι αυθόρμητη ανάφλεξη και το άλλο είναι πιλοτική ανάφλεξη. Οι θερμοκρασίες ανάφλεξης ορισμένων τυπικών υλικών των σιδηροδρομικών συρμών συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Θερμοκρασίες ανάφλεξης για ορισμένα υλικά

Υλικό	Αυθόρμητη ανάφλεξη (° C)	Πιλοτική ανάφλεξη (° C)
Πολυαιθυλένιο	350	340
Πολυπροπυλένιο	550	520
Πολυτετραφθοραιθυλένιο	580	560
Πολυβονοχλωρίδιο	450	390
Πολυστυρένιο	490	350
Στυρένιο - βοταδιένιο	450	360
Ακρυλονιτρίλιο – βοταδιένιο - στυρόλιο	480	390
Πολυμεθυλ-μεθεκλυρικός	530	300
Πολυαμίδιο-6	450	420
Πολυεστέρας (τερεφθαλικό)	480	440
Βαμβάκι	400	210
Μαλλί	600	-

Πηγή: PJ Allender, Εύφλεκτο υλικό σε επιβατικές αμαξοστοιχίες, Fire Safety J, 8 (1984), σελ . 29 -37,10.1016/0379-7112(84)90051-1)

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Το χαρακτηριστικό πυρόλυσης του στερεού καυσίμου που ενυπάρχει σε μια επιβατάμαξα είναι ένα κρίσιμο ζήτημα για τον προσδιορισμό του φορτίου πυρκαγιάς της πυρκαγιάς του τρένου. Η πυρόλυση είναι το πρώτο βήμα στις θερμοχημικές διεργασίες και για να προβλεφθεί η συμπεριφορά καύσης υλικών ή εξαρτημάτων, είναι απαραίτητο να διερευνηθεί η συμπεριφορά της πυρόλυσης. Τα εύφλεκτα πτητικά αέρια που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης μπορεί να οδηγήσουν στην ανάφλεξη και να τροφοδοτήσουν περαιτέρω τη ζώνη καύσης. Ως εκ τούτου, οι ιδιότητες της πυρόλυσης μπορούν να αντικατοπτρίζουν την ιδιότητα της φωτιάς σε κάποιο βαθμό.

Ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας διαφορετικών εύφλεκτων υλικών στο βαγόνι του τρένου

Δομή	Σύνθεση	Θερμοκρασία ανάφλεξης (°C)
Οροφή	Ανθεκτικό στο κρύο υλικό	278
	Εσωτερικό υλικό οροφής 1	450
	Εσωτερικό υλικό οροφής 2	520
	Εσωτερικό υλικό οροφής 3	526
Τείχος	Ανθεκτικό στο κρύο υλικό	536
	Πλαϊνό τοίχωμα	520
	Ηλεκτρικός τοίχος ντουλαπιού	480
	Τοίχος τουαλέτας	470
Πάτωμα	Πανί δαπέδου	450
	Ανθεκτικό στο κρύο υλικό	780
	Πάτωμα	433
Εδρα	Υποβραχιόνιο καθίσματος	350
	Μαξιλάρι καρέκλας	460
	Πλάτη καθίσματος	460
Καλώδιο	Καλώδιο	350
Σχάρα αποσκευών	Σχάρα αποσκευών	526

Η καύση των αμαξοστοιχιών είναι μια πολύπλοκη (χημική) διαδικασία μεταφοράς θερμότητας και μάζας καυσίμων υλικών, συμπεριλαμβανομένων των υλικών του εσωτερικού των αυτοκινητάμαξων (βαγονιών), των αποσκευών των επιβατών και άλλων εύφλεκτων εξαρτημάτων

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

κάτω από το μεταβλητό περιβάλλον πυρκαγιάς. Η σύνθετη διαδικασία καύσης που περιλαμβάνει τη στάλαξη και τη ροή του υγροποιημένου στρώματος ελαφρών, εύφλεκτων και αποσυντιθέμενων αερίων (υποπροϊόντων της καύσης). Επισημαίνεται ότι σε μια επιβατάμαξα (βαγόνι) υπάρχουν έξι εξαρτήματα του βαγονιού του τρένου, δηλαδή τα καθίσματα, η επένδυση δαπέδου, τα πάνελ τοιχωμάτων, η εσωτερική φυσούνα, η εξωτερική φυσούνα και το σύστημα κλιματισμού, τα υλικά των οποίων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην καύση.

Όταν η θερμοκρασία στο βαγόνι (επιβατάμαξα) της αμαξοστοιχίας φθάσει τη θερμοκρασία ανάφλεξης ενός καύσιμου υλικού, το υλικό αρχίζει να καίγεται σύμφωνα με την καμπύλη HRR του συστατικού υλικού. Λαμβάνοντας το κάθισμα ως παράδειγμα, η διαδικασία καύσης έχει ως εξής: Όταν η θερμοκρασία σε οποιοδήποτε σημείο της επιφάνειας οποιουδήποτε μαξιλαριού οποιουδήποτε καθίσματος φτάσει στη θερμοκρασία ανάφλεξης του υλικού του, ένα μέρος του μαξιλαριού αρχίζει να καίγεται και στη συνέχεια να εξαπλώνεται και να αναφλέγει ολόκληρο το μαξιλάρι και ακόμη και το κάθισμα. Στη συνέχεια, η φωτιά σταδιακά επεκτείνεται στα γύρω καθίσματα ή σε άλλα καύσιμα υλικά και εξαρτήματα. Η διαδικασία καύσης άλλων καυσίμων υλικών είναι παρόμοια. Ο αριθμός των καυσίμων στην επιβατάμαξα (βαγόνι) τρένων μεγάλης ταχύτητας είναι μεγάλος και η πυκνότητα πυρκαγιάς είναι υψηλή. Οι αεραγωγοί έχουν σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά πυρκαγιάς μέσα στο βαγόνι. Για παράδειγμα, το γυαλί παραθύρου σπάει είτε λόγω μηχανικής δύναμης λχ σύγκρουση ή εκτροχιασμό αμαξοστοιχίας ή υφίσταται θραύση και πέφτει έξω εξ αιτίας υψηλών θερμοκρασιών από πυρκαγιά εντός ή εκτός της επιβατάμαξας, σχηματίζοντας ένα εξαερισμό του εσωτερικού χώρου. Η απόδοση πυρκαγιάς των υπαρχόντων υλικών σιδηροδρομικών οχημάτων διερευνήθηκε συστηματικά. Η παραγωγή καπνού και το HRR 34 υλικών δείγματος μετρήθηκαν χρησιμοποιώντας θερμοδομετρητή κώνου και πραγματοποιήθηκαν δοκιμές συναρμολόγησης πλήρους κλίμακας του καθίσματος και του εσωτερικού πάνελ με θερμοδόμετρο επίπλων. Μεταξύ των 34 υλικών δειγμάτων, ο χρόνος ανάφλεξης κυμαινόταν από 5 δευτερόλεπτα για τη βαμβακερή επένδυση έως 115 δευτερόλεπτα για το τζάμι του παραθύρου και το μέγιστο HRR κυμαινόταν κυρίως μεταξύ 100 kW/m και 600 kW/m² (βλ. RD Peacock , RW Bukowski , PA Reneke , JD Averill Ανάπτυξη μεθόδου αξιολόγησης κινδύνου πυρκαγιάς για την αξιολόγηση της πυρασφάλειας των επιβατικών αμαξοστοιχιών Πρακτικά του Συνεδρίου Fire and Materials 2001 (2001)

Ωστόσο απαιτείται η πρόβλεψη της πραγματικής συμπεριφοράς κατά τη διεξαγωγή δοκιμών πυρκαγιάς στο εσωτερικό του επιβατικού σιδηροδρομικού οχήματος. Για το σκοπό αυτό στις πυρκαγιές είναι σημαντικός παράγοντας ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας. Σε ατυχήματα

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

πυρκαγιάς τρένων, ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας είναι η πιο σημαντική μεταβλητή για την αξιολόγηση του βαθμού κινδύνου πυρκαγιάς και για τον χαρακτηρισμό της <<ευφλεκτότητας>> των προϊόντων και του επακόλουθου κινδύνου πυρκαγιάς τους. Ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας (HRR) διαφορετικών εύφλεκτων υλικών στο βαγόνι του τρένου από σχετική μελέτη των Y. Zhou, H. Wang , H. Bi, X. Liu, Q. Gou <<Heat release rate of high-speed train fire in railway tunnels>> Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 105, Nov. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.just.2020.103563>, εμφανίζεται στον προεκτεθέντα πίνακα. Η σχετική έρευνα έδειξε ότι: <<Ο μέγιστος ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας των πυρκαγιών τρένων υψηλής ταχύτητας έχει μια εκθετική σχέση με την περιοχή των αεραγωγών του βαγονιού του τρένου και μια σχέση εκθετικής αποσύνθεσης με τη διαμήκη ταχύτητα αερισμού της σήραγγας.>>

Θερμοδυναμικές παράμετροι βασικών υλικών που χρησιμοποιούνται στα τρένα

ΥΛΙΚΑ	Πυκνότητα (kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα {Kj/(kg.K)}	Θερμική Αγωγιμότητα {W/(m.k)}	Συντελεστής Ακτινοβολίας 1/m	Συντελεστής Απορρόφησης 1/m	Θερμότητα Καύσης (MJ/Kg)
Πανί καθίσματος	366	0,12	0,08	0,88	0,59	21.833
Αφρός μαξιλαριού	60	0,27	0,12	0,5	0,29	28730
Αφρός Πλάτης	63	0,07	0,13	0,57	0,31	28685
Υποβραχιόνιο καθίσματος	1291	0,02	0,18	0,84	0,9	29697
Πανί δαπέδου	1573	0,02	0,21	0,88	0,79	14859
Πλαστικό ενισχυμένο με γυαλί	1864	0,02	0,3	0,87	0,46	31652
Κηρήθρα αλουμινίου	328	0,12	1,79	0,91	0,93	-
Κυματοειδές φύλλο	997	0,01	0,19	0,74	0,54	18450

Πηγή:] J. Wang, Y. Su, Materials testing and flashover research in highspeed trains (in Chinese), China Measure. Test 42 (2016) 127–131, doi:10.11857/j.issn.1674-5124.2016.02.029 και

] J. Wang, Heat Release Rate Research of High Speed Trains (in chinese), Southwest Jiaotong University, 2015

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη “Πυρκαγιές Τρένων”

Όταν η πηγή πυρκαγιάς βρίσκεται κάτω από ένα κάθισμα και η ισχύς της είναι χαμηλή, το ύψος της φλόγας είναι τόσο μικρό που η θερμοκρασία του καπνού στην κορυφή του βαγονιού είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία ανάφλεξης του υλικού οροφής. Ως εκ τούτου, το υλικό της οροφής δεν καίγεται και είναι δύσκολο να εξαπλωθεί η φωτιά στο βαγόνι. Τα χαρακτηριστικά εξάπλωσης της φλόγας της φωτιάς είναι παρόμοια όταν η πηγή βρίσκεται σε άλλες θέσεις. **Η φλόγα εξαπλώνεται κατά μήκος της οροφής στα δύο άκρα της επιβατάμαξας**, προκαλώντας το κάψιμο του καθίσματος και του δαπέδου λόγω της θερμικής ακτινοβολίας από την οροφή>>. Όταν ξεκινά μια πυρκαγιά, μια μεγάλη ποσότητα καπνού υψηλής θερμοκρασίας εξαπλώνεται στο βαγόνι. Ωστόσο, λόγω της στεγανότητας και της υψηλής πυκνότητας επιβατών των τρένων υψηλής ταχύτητας, είναι δύσκολο να εξαντληθεί εγκαίρως ο καπνός υψηλής θερμοκρασίας από το βαγόνι. Αυτό καθιστά την ασφαλή εκκένωση των επιβατών εξαιρετικά δύσκολη και μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε μεγάλο αριθμό θυμάτων και σημαντικές υλικές ζημιές.

Η γενική θεωρία της **εξάπλωσης της φλόγας** είναι ότι υπάρχει ένα μέτωπο πυρόλυσης στο οποίο καίγεται το υλικό και η προκύπτουσα φλόγα προκαλεί προθέρμανση του υλικού δίπλα του, η οποία μπορεί να προκαλέσει την απελευθέρωση αρκετών ατμών από την επιφάνεια για να σχηματιστεί ένα μείγμα εντός του εύφλεκτου εύρους. Η παρατήρηση από τις δοκιμές έδειξε ότι οι ιδιότητες των εσωτερικών υλικών που χρησιμοποιούνται σε ένα τρένο έχουν σημαντική επίδραση στον αρχικό ρυθμό ανάπτυξης της πυρκαγιάς και στη διάρκεια της πυρκαγιάς. (βλ.Η. Ingason Δοκιμές πυρκαγιάς σιδηροδρομικών οχημάτων κλίμακας μοντέλου Πυροσβεστ. J., ,42 (2007), σελ. 271-282,[10.1016/j.firesaf.2006.11.004](https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2006.11.004))

Ένα μεγάλο ερευνητικό πρόγραμμα για την πυρασφάλεια στα τρένα (FIRESTARR) πραγματοποιήθηκε στην Ευρώπη [20]. Το έργο FIRESTARR χρηματοδοτήθηκε από κοινού από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τη Βιομηχανία. Οι κύριοι στόχοι ήταν ο εντοπισμός των κινδύνων πυρκαγιάς στα ευρωπαϊκά τρένα, ο καθορισμός των πιο συναφών σεναρίων πυρκαγιάς, η επιλογή των καταλληλότερων μεθόδων δοκιμής για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς αντίδρασης στη φωτιά και η πρόταση ενός συστήματος ταξινόμησης για δομικά, έπιπλα και ηλεκτροτεχνικά υλικά στα τρένα.

Παρά τις πολυάριθμες έρευνες και τις πειραματικές δραστηριότητες που έχουν πραγματοποιηθεί, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη γνώσης σχετικά με το ποιες παράμετροι διέπουν την ανάπτυξη πυρκαγιάς στα σιδηροδρομικά βαγόνια. Οι Ingason και Lönnemark [21] απαρίθμησαν σε μια αναφορά προς τη Σουηδική Υπηρεσία Σιδηροδρόμων τις παραμέτρους που

πιστεύεται ότι είναι σημαντικές για την ανάπτυξη πυρκαγιάς στα σιδηροδρομικά αυτοκίνητα. Αυτά περιλαμβάνουν:

- ✓ τύπος αμαξώματος (χάλυβας, αλουμίνιο, ίνες γυαλιού, κ.λπ.) που μπορεί να επηρεάσει τον αερισμό πυρκαγιάς στο βαγόνι,
- ✓ χαρακτηριστικά πυραντοχής των παραθύρων που καθορίζουν εάν το παράθυρο θρυμματίζεται και συνεπώς ο εξαερισμός στη φωτιά μέσα στο βαγόνι,
- ✓ γεωμετρία των ανοιγμάτων (παράθυρα και πόρτες) που επηρεάζουν τον εξαερισμό της πυρκαγιάς μέσα στο βαγόνι,
- ✓ ευφλεκτότητα και ποσότητα εσωτερικού υλικού (φορτίο πυρκαγιάς) που επηρεάζουν την ανάπτυξη της πυρκαγιάς μέσα στο βαγόνι,
- ✓ αρχική περιεκτικότητα σε υγρασία του εσωτερικού υλικού που επηρεάζει την αρχική ανάπτυξη πυρκαγιάς μέσα στο βαγόνι,
- ✓ κατασκευή αρμών αυτοκινητάμαξας που επηρεάζει την εξάπλωση της πυρκαγιάς μεταξύ των βαγονιών,
- ✓ η ταχύτητα του αέρα εντός της σήραγγας που επηρεάζει την εξάπλωση της φωτιάς έξω από το βαγόνι,
- ✓ γεωμετρία της διατομής της σήραγγας που επηρεάζουν την εξάπλωση της φωτιάς έξω από το βαγόνι.

2.2. Χαρακτηριστικά εξάπλωσης της πυρκαγιάς τρένων

Βασικά, η εξάπλωση της πυρκαγιάς σε τρένο είναι αποτέλεσμα μεταφοράς θερμότητας. Ο μηχανισμός εξάπλωσης της πυρκαγιάς βασίζεται στην αγωγιμότητα της θερμότητας, τη συναγωγή και την ακτινοβολία, η οποία συνήθως συμβαίνει ταυτόχρονα. Το βαγόνι του τρένου μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένας περιορισμένος χώρος, ενώ είναι κατασκευασμένο με διάφορα εύφλεκτα. Μόλις εκδηλωθεί η πυρκαγιά, ο καπνός μπορεί να εξαπλωθεί σε όλο το βαγόνι γρήγορα, οδηγώντας σε θύματα λόγω της ασφυξίας και της δηλητηρίασης από τον καπνό. Επιπλέον, η ταχεία κίνηση του καπνού σε υψηλή θερμοκρασία αναμεμιγμένος με μια ορισμένη ποσότητα άκαυτων αερίων συμβάλλει στη ροή του καπνού, η οποία είναι σε ταχύτερο ρυθμό και ευρύτερο εύρος πολύ από την εξάπλωση της πυρκαγιάς. Το flashover συμβαίνει, όταν η φωτιά εξαπλώνεται γρήγορα σε όλο το χώρο του βαγονιού και όλα τα εύφλεκτα υλικά εντός αυτού (περιορισμένο χώρο) αρχίζουν να καίγονται βίαια. Είναι μια ταχεία μετάβαση μεταξύ του αρχικού σταδίου ανάπτυξης και του σταδίου αιχμής της πυρκαγιάς με ξαφνική αύξηση του ρυθμού απελευθέρωσης θερμότητας (HRR).

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Κατά τη διαδικασία της πυρκαγιάς, η πάνω ζώνη του βαγονιού πληρούται με καπνό, CO ή CO₂ με υψηλή θερμοκρασία και ταχύτητα ροής, ενώ η κάτω ζώνη ακριβώς πάνω από το δάπεδο έχει χαμηλή συγκέντρωση τους των ως άνω δηλητηριωδών και τοξικών αερίων, καθώς ο καπνός λόγω θερμότητας και πυκνότητας είναι ελαφρύτερος από τον αέρα και λόγω άνωσης συσσωρεύεται πιο εύκολα στο πάνω μέρος.

Η τοξικότητα του καπνού αναφέρεται ως ένα από τα υποχρεωτικά στοιχεία δοκιμής πυρασφάλειας. Τα τοξικά προϊόντα καύσιμων υλών στον μηχανολογικό σχεδιασμό θα μπορούσαν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: (i) τοξικά αέρια, όπως κυρίως μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου, υδροκυάνιο και άλλα αέρια, (ii) φυσιολογικοί παράγοντες, όπως καπνός και ζεστός αέρας, και (iii) ασφυξιογόνα, όπως το διοξείδιο του άνθρακα ή η μείωση του οξυγόνου

Ο ρυθμός εξάπλωσης της πυρκαγιάς των αμαξοστοιχιών καθορίζεται από πολλούς παράγοντες, **ενώ τα καύσιμα (φορτίο πυρκαγιάς), η πηγή θερμότητας (ανάφλεξης) και οι συνθήκες ανοίγματος (εξαερισμού)** είναι οι κύριοι παράγοντες επιρροής στα χαρακτηριστικά εξάπλωσης της πυρκαγιάς.

Από σχετικά πειράματα έχει αποδειχθεί ότι στα 1500 δευτερόλεπτα (25' λεπτά / ώρας) η φωτιά έχει εισέλθει στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης και η μέγιστη θερμοκρασία καπνού κάτω από την οροφή είναι πάνω από 1000 ° C. Στη μέση της επιβατάμαξας, λόγω της μικρότερης απόστασης από την πηγή πυρκαγιάς, τα υλικά αρχίζουν να αναφλέγονται και η ένταση καύσης είναι υψηλότερη. Η θερμοκρασία καπνού φτάνει τους 1200 ° C. Με την περαιτέρω ανάπτυξη της φωτιάς, η περιοχή υψηλής θερμοκρασίας σταδιακά διευρύνεται και στα δύο άκρα της επιβατάμαξας. Στα 1800 δευτερόλεπτα (30' λεπτά / ώρας), η φωτιά εισήλθε στο στάδιο εξασθένησης.

Στο αρχικό στάδιο της ανάπτυξης φωτιάς, η θερμοκρασία κάτω από την οροφή επιβατάμαξας μειώνεται κατά μήκος της. Όταν η φωτιά έχει αναπτυχθεί πλήρως (μετά από περίπου 1500 δευτερόλεπτα ήτοι 25' λεπτά / ώρας), η θερμοκρασία κάτω από την οροφή είναι περίπου 900° C - 1200 ° C. Στις περιοχές που βρίσκονται μακριά από την πηγή θερμότητας (πυρκαγιάς), η ένταση φωτιάς εξακολουθεί να είναι υψηλή λόγω του μικρού χρόνου καύσης και του μεγάλου πλεονάσματος του υλικού (φορτίου πυρκαγιάς). Εξάλλου η ταχύτητα εξάπλωσης της περιοχής ανάφλεξης φωτιάς στη διαμήκη κατεύθυνση μέσα στην επιβατάμαξα είναι περίπου 1,9 m / sec.

3. Ανάλυση αιτιών και θυμάτων πυρκαγιάς τρένων

Ένα τρένο υψηλής ταχύτητας έχει συνήθως έναν στενό και περιορισμένο χώρο, όπου τα καύσιμα είναι σχετικά συγκεντρωμένα και υπάρχει ένας σχετικά μικρός αριθμός αποτελεσματικών συστημάτων πυρασφάλειας και προφύλαξης. Έτσι, η φωτιά έχει τη δυνατότητα να εξαπλωθεί γρήγορα και η διάσωση γίνεται δύσκολη σε περίπτωση πυρκαγιάς. Ως εκ τούτου οι πυρκαγιές των τρένων μπορούν να απειλήσουν σοβαρά την ανθρώπινη ζωή και την ασφάλεια της κυκλοφορίας και να οδηγήσουν εύκολα σε τραγωδία σύγκρουσης και να προκαλέσουν δυσμενείς κοινωνικές επιπτώσεις. Τα διαμερίσματα (βαγόνια ή επιβατάμαξες) των τρένων υψηλής ταχύτητας αποτελούνται κυρίως από **το αμάξωμα, τα καθίσματα, τις αποσκευές, τις κουρτίνες και άλλα καύσιμα και μη υλικά**. Το σώμα της αμαξοστοιχίας (αμάξωμα) είναι ως επί το πλείστον άκαυστο ή δύσκολο να καεί. Ως εκ τούτου, η καύση των τρένων υψηλής ταχύτητας είναι πρωτίστως οι πολύπλοκες διαδικασίες μεταφοράς θερμότητας και μάζας των καυσίμων που αποτελούνται από καθίσματα, αποσκευές επιβατών, κουρτίνες και άλλα εξαρτήματα υπό διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σύζευξης και εμπλοκής. Οι πυρκαγιές σε τρένα μεγάλης ταχύτητας είναι εξαιρετικά απρόβλεπτες και η ισχύς της πηγής θερμότητας (πυρκαγιάς) έχει ισχυρή μεταβλητότητα. Η πυρκαγιά μπορεί γενικώς να προκληθεί από αποτυχία αποσκευών, εμπρησμό ή ηλεκτρικό εξοπλισμό κλπ

Ως εκ τούτου τα αίτια μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες, ενώ ορισμένα από τα ατυχήματα συμβαίνουν για πολλούς λόγους ταυτόχρονα:

1.- Ηλεκτρικά αίτια

Τα περισσότερα από αυτά είναι σφάλματα καλωδίωσης. Υπάρχουν πολλά πολύπλοκα καλώδια και άλλος ηλεκτρικός εξοπλισμός στο τρένο και στη σήραγγα. Ο ηλεκτρικός σπινθήρας από το βραχυκύκλωμα και η διαρροή θα προκαλέσουν πυρκαγιές.

2.- Συγκρούσεις και εκτροχιασμοί τρένων

Αυτού του είδους τα ατυχήματα οφείλονται κυρίως σε μηχανική βλάβη που προκαλείται από ακατάλληλη λειτουργία του μηχανοδηγού και απρόσεκτη συντήρηση της αμαξοστοιχίας, ή ανθρώπινο λάθος λχ Σταθμάρχη.

3.- Εγκληματικά αίτια

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Οι περισσότεροι από αυτούς είναι δολιοφθορές. Γεμάτα τρένα, μετρό_και άλλα οχήματα είναι πιθανό να αποτελέσουν δελεαστικούς στόχους για τρομοκρατικές επιθέσεις. Επίσης στην κατηγορία αυτή εντάσσεται και **η παράνομη μεταφορά με εμπορική αμαξοστοιχία φορτίου με λίαν εύφλεκτες ουσίες.**

4.- Αμελείς συμπεριφορές

Οι επιβάτες προκαλούν πυρκαγιά ακούσια, όπως πυρκαγιά που προκαλείται από επιβάτες που μεταφέρουν πηγές θερμότητας, σκουπίδια αποσιγάρων ή μεταφέροντας εύφλεκτα υλικά.

5.- Άλλοι παράγοντες

Πυρκαγιές που προκαλούνται από ζημιά ή "κάταγμα" σιδηροτροχιάς, πυρκαγιές τριβής, πυρκαγιές καθισμάτων κ.λπ.

6.-Απροσδιόριστα αίτια

Τα αίτια των πυρκαγιών που δεν έχουν εντοπιστεί ή δεν έχουν ακόμη εκδηλωθεί.

III. Δυστύχημα Τεμπών

1. Εισαγωγικά

Για τη διερεύνηση των αιτιών και συνθηκών της προκληθείσης αμέσως με την μετωπική σύγκρουση των δύο αμαξοστοιχιών πυρκαγιάς ελήφθησαν υπόψη τα αντικειμενικά καταγραφέντα δεδομένα στις Εκθέσεις της Επιτροπής Εμπειρογνομόνων, των διορισθέντων αρχικώς κατά το στάδιο της αυτεπάγγελτης προανάκρισης από την Τροχαία Λάρισας δύο Πραγματογνομόνων, των Τεχνικών Συμβούλων συγγενών θυμάτων, Αυτοψίας της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας και άλλων εγγράφων δημοσίων αρχών, όπως Γενικού Χημείου του Κράτους κλπ καθώς και πλήθος βιντεοληπτικού υλικού εγχώριων και αλλοδαπών ΜΜΕ, που έχει αναρτηθεί διαδικτυακά.

Το ατύχημα των Τεμπών είναι το πιο θανατηφόρο τουλάχιστον τα τελευταία 60 έτη σιδηροδρομικό ατύχημα στην χώρα. Έχουν προηγηθεί δύο πολύ σοβαρά εξίσου ατυχήματα με μικρότερο αριθμό θυμάτων. Πιο συγκεκριμένα:

α. Τον Σεπτέμβριο του έτους 1968 η με αρ. 304 αμαξοστοιχία, που ξεκίνησε την Ω/15:15 μμ από την Πάτρα και περί ώρα Ω/18:24 μμ, ενώ ήταν περίπου 1 χιλιόμετρο μετά το Δερβένι Κορινθίας και ακινητοποιήθηκε λόγω κάποιου προβλήματος (επιβάτης λειτούργησε τον μηχανισμό κινδύνου), προσέκρουσε στο τελευταίο βαγόνι η με αρ. 306 αμαξοστοιχία, με αποτέλεσμα τον θανάσιμο τραυματισμό 34 ατόμων και περισσότερους από 150 τραυματίες.

β. Την 16 Ιανουαρίου 1972 δύο αμαξοστοιχίες συγκρούστηκαν μετωπικά στο ενδιάμεσο των Σιδηροδρομικών Σταθμών "ΟΡΦΑΝΑ" Καρδίτσας και "ΔΟΞΑΡΑ" Λάρισας. Πιο συγκεκριμένα η Ντιζελομηχανή Αμαξοστοιχία <<Ακρόπολις Εξπρές>>, που αναχώρησε από την Γερμανία; περί ώρα Ω/16:45 μμ, κινούμενη επί της ίδιας γραμμής συγκρούστηκε, λόγω εσφαλμένης συνεννόησης, μετωπικά με την υπ' αρ. Α 121 αμαξοστοιχία, γνωστή ως <<Πόστα>>, που κινείτο με ταχύτητα 100 km/h και εκτελούσε το δρομολόγιο Αθήνα – Λάρισα. Ως αιτία του εν λόγω ατυχήματος, που προκάλεσε τον θάνατο 19 ατόμων και τον τραυματισμό άλλων 44 ατόμων ήταν το απαρχαιωμένο σιδηροδρομικό δίκτυο, η εγκληματική απροσεξία των υπευθύνων οργάνων και τα προβλήματα των τηλεπικοινωνιών (άχρηστο τηλεπικοινωνιακό υλικό).



Καταγεγραμμένη η ημερομηνία και η ώρα κατά την οποία προκαλείται πυρκαγιά / έκρηξη ως άμεση αποτέλεσμα ορατό αποτέλεσμα συνεπεία της σύγκρουσης των δύο αμαξοστοιχιών

2. Ιστορικό δυστυχήματος των Τεμπών

Σύμφωνα με το Πόρισμα της τριμελούς Επιτροπής Εμπειρογνομόνων για το σιδηροδρομικό δυστύχημα στα Τέμπη, που συστάθηκε με την απόφαση του Γενικού Γραμματέα Μεταφορών του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών, με αριθμό 71651/06-03-2023 (Β' 1310), με σκοπό τη διερεύνηση και ανάδειξη των συστημικών προβλημάτων και δυσλειτουργιών αναφορικά με το ως άνω δυστύχημα με πυρκαγιά, που έλαβε χώρα στις 28-02-2023 στην είσοδο της κοιλάδας των Τεμπών, και η οποία δεν ασχολήθηκε με το θέμα της πυρκαγιάς που προκλήθηκε από τη σφοδρή μετωπική σύγκρουση των τρένων, ούτε με άλλες δευτερογενείς επιπτώσεις του δυστυχήματος, αναφέρεται, ότι <<Στις 28 Φεβρουαρίου 2023 ημέρα Τρίτη και ώρα 23:21, κοντά στον οικισμό Ευαγγελισμός Τεμπών Λάρισας, ο επιβατικός ηλεκτροκίνητος ελκόμενος συρμός INTERCITY (IC) 62 που εκτελούσε προγραμματισμένο δρομολόγιο στη διαδρομή Αθήνα - Θεσσαλονίκη συγκρούστηκε μετωπικά με την εμπορική αμαξοστοιχία 63503, που εκτελούσε το δρομολόγιο Θεσσαλονίκη- Αθήνα (Θριάσιο), με αποτέλεσμα τον θάνατο 57 επιβατών συμπεριλαμβανομένου και του προσωπικού των αμαξοστοιχιών και τουλάχιστον 85 τραυματιών. Αμέσως μετά τη

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

σύγκρουση προκλήθηκε πυρκαγιά>> και ότι <<Ο συρμός IC 62 αναχώρησε από Λάρισα στις 23:04, με συνολική καθυστέρηση 53 λεπτών ως προς το προγραμματισμένο δρομολόγιο (22:11)...Η εμπορική αμαξοστοιχία 63503 διήλθε στις 23:05 από το Σταθμό Ν. Πόρων, από τη γραμμή καθόδου. Οι δύο αμαξοστοιχίες συγκρούστηκαν μετωπικά περίπου στη ΧΘ 371+600 της γραμμής καθόδου, με τα γνωστά τραγικά και θλιβερά αποτελέσματα. Μετά τη σύγκρουση ακολούθησε πυρκαγιά....Η μετωπική σύγκρουση έγινε 2,6 περίπου χιλιόμετρα πριν τον Ευαγγελισμό (απόσταση μετρούμενη από Θεσσαλονίκη, δηλαδή περίπου στη ΧΘ 371+600)>>. Περαιτέρω αναφέρεται στην από 19-6-2023 Έκθεση Πραγματογνωμοσύνης ότι <<Κατά την έναρξη του συμβάντος έρχονται σε μετωπική σύγκρουση οι δύο ηλεκτράμαξες 120-022 (εμπορική) και 120-023 (επιβατική) οι οποίες και ανασηκώνονται κατακόρυφα επί της γραμμής....Για την ηλεκτράμαξα 120-023 της επιβατικής αμαξοστοιχίας, η αρχή μετά την σύγκρουση είναι η ίδια. Ανασηκώνεται κατακόρυφα και ίπταται επί της γραμμής καθόδου. Όπως προαναφέραμε η ενέργεια, η ισχύς και η ταχύτητά της είναι μεγαλύτερη της εμπορικής και για το λόγω αυτό συνεχίζει την πορεία της εκτροχιαζόμενη αριστερά παρασύροντας και τις με αυτή συνδεδεμένες επιβατάμαξες. Η νέα πορεία της επιβατικής αμαξοστοιχίας περιλαμβάνει και πώση από το ύψους τεσσάρων (4) μέτρων ανάχωμα της γραμμής...>>.

Στην ως άνω εικόνα έχει καταγραφεί από κάμερα της ΠΑΘΕ στην περιοχή η στιγμή της σύγκρουσης την 28-02-2024 και Ω/23:21 (πραγματική ώρα 23:18, δεδομένου ότι προέκυψε ότι η ώρα της κάμερας είχε διαφορά 3 λεπτών με την πραγματική ώρα).

2.1. Προσωπικό - σύνθεση αμαξοστοιχιών

Επίσης, σύμφωνα πάντα με την ίδια ως Επιτροπή, η σύνθεση του προσωπικού των δύο ως άνω αμαξοστοιχιών έχει ως εξής:

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Έκθεση της ίδιας ως άνω Επιτροπής, αναφέρεται ότι:

<<Στην **αμαξοστοιχία IC 62**, όπως αναφέρεται και στο έγγραφο 4001/23 / Γ1/15-3-2023 της HELLENIC TRAIN επέβαιναν :

- 2 μηχανοδηγοί
- 1 συνοδός με καθήκοντα προϊσταμένου αμαξοστοιχίας
- 1 συνοδός

Επίσης ταξίδευαν ως επιβάτες για να μεταβούν στο σημείο λήξης της υπηρεσίας τους 1 μηχανοδηγός και 2 συνοδοί. Τέλος, επέβαιναν 2 άτομα που λειτουργούσαν το κυλικείο και 1 άτομο που ήταν υπεύθυνο για τον καθαρισμό.

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Στην **αμαξοστοιχία 63503** επέβαιναν 2 μηχανοδηγοί.

Με βάση τα κυκλώματα του προσωπικού την ώρα του δυστυχήματος ήταν σε υπηρεσία:

- για την αμαξοστοιχία IC 62 : 2 συνοδοί και 3 μηχανοδηγοί (ο ένας εκ των τριών μηχανοδηγός είναι αυτός που δηλώθηκε ότι ταξίδευε ως επιβάτης για να μεταβεί στο σημείο λήξης της υπηρεσίας του)
- για την αμαξοστοιχία 63503: 2 μηχανοδηγοί

B. Εμπορική Αμαξοστοιχία 63503

1. Μηχανή Siemens Hellas Sprinter 120022, τελευταία συντήρηση "I1" 23/02/2023, Εργοστάσιο Θεσσ. , NVR: 91 73 212 0 022-7
2. Μηχανή Siemens Hellas Sprinter 120012, τελευταία συντήρηση "I1" 15/02/2023, Εργοστάσιο Θεσσ. , NVR: 91 73 212 0 012-8
3. Φορτάμαξα 31 65 391 4097-0 *Συντήρηση από την ιδιοκτήτρια εταιρία "M2" (καθεστώς GCU_1/1/2023)*
4. Φορτάμαξα 31 65 392 4051-5 *Συντήρηση από την ιδιοκτήτρια εταιρία "M2" (καθεστώς GCU_1/1/2023)*
5. Φορτάμαξα 31 65 454 0022-8 *Συντήρηση από την ιδιοκτήτρια εταιρία "M2" (καθεστώς GCU_1/1/2023)*
6. Φορτάμαξα 31 73 362 2183-1, τελευταία συντήρηση 29/04/2022, 6 γενική επισκευή (Εργ. Βόλου)
7. Φορτάμαξα 31 73 362 2175-7, τελευταία συντήρηση 10/11/2022, 6 γενική επισκευή (Εργ. Βόλου)
8. Φορτάμαξα 31 73 362 2247-4, τελευταία συντήρηση 10/11/2022, 6 γενική επισκευή (Εργ. Βόλου)
9. Φορτάμαξα 31 73 362 2138-5, τελευταία συντήρηση 24/08/2022, 6 γενική επισκευή (Εργ. Βόλου)
10. Φορτάμαξα 31 73 362 2098-1, τελευταία συντήρηση 14/12/2022, 6 γενική επισκευή (Εργ. Βόλου)
11. Φορτάμαξα 31 73 362 2153-4, τελευταία συντήρηση 31/01/2023, 6 γενική επισκευή (Εργ. Θεσσαλονίκης)
12. Φορτάμαξα 31 73 362 2056-9, τελευταία συντήρηση 13/12/2022, 6 γενική επισκευή (Εργ. Βόλου)
13. Φορτάμαξα 31 73 362 2124-5, τελευταία συντήρηση 12/10/2021, 6 γενική επισκευή (Εργ. Θεσσαλονίκης)
14. Φορτάμαξα 31 73 362 2170-8, τελευταία συντήρηση 24/11/2022, 6 γενική επισκευή (Εργ. Βόλου)
15. Φορτάμαξα 31 73 362 2029-6, τελευταία συντήρηση 24/11/2022, 6 γενική επισκευή (Εργ. Βόλου)

ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ



LUIGI BUSSOLETTI

2.2. Σύνθεση αμαξοστοιχιών

Περαιτέρω, σύμφωνα με την Έκθεση της ίδιας ως άνω Επιτροπής, αναφέρεται ότι:

<<Ο εμπορικός ηλεκτροκίνητος ελκόμενος συρμός 63503 αποτελούνταν από 2 ηλεκτράμαξες (διπλή έλξη) (H/A 120012 και 120022) και δεκατρία (13) ελκόμενα οχήματα. Τα πρώτα τρία οχήματα ήταν έμφορτα με πλατιά προϊόντα ελασματοποίησης από σίδηρο (λαμαρίνες), τα επόμενα 8 ήταν έμφορτα με εμπορευματοκιβώτια (container) και τα 2 τελευταία ήταν κενά>>.

A/A	Αρ. Βαγониού	Εμπόρευμα	Αρ. εμπορευματοκιβωτίου	Περιγραφή
1°	31 65 391 4097-0	ΕΛΑΣΜΑΤΑ		Πλατιά προϊόντα ελασματοποίησης
2°	31 65 392 4051-5	ΕΛΑΣΜΑΤΑ		Πλατιά προϊόντα ελασματοποίησης
3°	31 65 454 0022-8	ΕΛΑΣΜΑΤΑ		Πλατιά προϊόντα ελασματοποίησης
4°	31 73 362 2183-1	ΕΜΦΟΡΤΑ CNT	OOLU 6870319	Παρασκευάσματα διατροφής ΜΕΚ
5°	31 73 362 2175-7	ΕΜΦΟΡΤΑ CNT	ZMOU 8897301	Παρασκευάσματα διατροφής ΜΕΚ
6°	31 73 362 2247-4	ΕΜΦΟΡΤΑ CNT	SEGU 4298870	Παρασκευάσματα διατροφής ΜΕΚ
7°	31 73 362 2138-5	ΕΜΦΟΡΤΑ CNT	ZMOU 8830864	Παρασκευάσματα διατροφής ΜΕΚ
8°	31 73 362 2098-1	ΕΜΦΟΡΤΑ CNT	DRYU 9632198	Μπύρες
9°	31 73 362 2153-4	ΕΜΦΟΡΤΑ CNT	TLLU 8137315	Μπύρες
10°	31 73 362 2056-9	ΕΜΦΟΡΤΑ CNT	KKFU 1817159	Σύρματα από σίδηρο
11°	31 73 362 2124-5	ΕΜΦΟΡΤΑ CNT	TLLU 6136460	Σύρματα από σίδηρο
12°	31 73 362 2170-8	KENA CNT	SUDU 6254697	Κενά
13°	31 73 362 2029-6	KENA CNT	MNBU 0656219	Κενά

Το περιεχόμενο των σφραγισμένων εμπορευματοκιβωτίων με τη σειρά που αναφέρονται στο φύλλο σύνθεσης, ήταν ως εξής:

<<4ο βαγόνι, παρασκευάσματα διατροφής, 5ο βαγόνι, παρασκευάσματα διατροφής, 6ο βαγόνι παρασκευάσματα διατροφής, 7ο βαγόνι παρασκευάσματα διατροφής, 8ο βαγόνι μπύρες, 9ο βαγόνι, μπύρες, 10ο βαγόνι, σύρματα από σίδηρο, 11ο βαγόνι, σύρματα από σίδηρο, 12ο βαγόνι

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

εμπορευματοκιβώτια κενά, 13ο βαγόνι εμπορευματοκιβώτια κενά>> Ο εμπορικός συρμός είχε συνολικό βάρος 618 t και μήκος 259 μέτρα.

Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με το Αρ. Πρωτ. 32370/23/Τ10 από 20 Μαρτίου 2023 έγγραφο της Hellenic Train, <<η σύνθεση της εμπορευματικής αμαξοστοιχίας ήταν δεκατρία (13) βαγόνια, εκ των οποίων κατά την φορά κίνησης της αμαξοστοιχίας, τα τρία (3) πρώτα βαγόνια εκτροχιάστηκαν και ήταν έμφορτα με πλατιά προϊόντα ελασματοποίησης από σίδηρο (λαμαρίνες) και τα υπόλοιπα (10) βαγόνια ήταν έμφορτα με σφραγισμένα εμπορευματοκιβώτια (container)>>.

Ο επιβατικός ηλεκτροκίνητος ελκόμενος συρμός IC 62 αποτελούνταν από 1 ηλεκτράμαξα (H/A 120023) και 8 ελκόμενα οχήματα.



HELLENIC TRAIN -
ΑΝΩΝΥΜΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

Αθήνα, 10 Μαρτίου 2023

Αρ. Πρωτ: 176.23.Γ3

ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ

Πληροφορίες : TD Secretary

Τηλέφωνο : 213 0121357

e-mail : tdsecretary@hellenictrain.gr

ΠΡΟΣ: Βασιλάκο Απόστολο, Δικαστικού
Πραγματογνώμονα Μηχ. Μηχανικού

KOIN: CEO Secretary

Θέμα: Απάντηση στο "Χορήγηση στοιχείων των υπ' αριθ. 63503 και IC62 συρμών

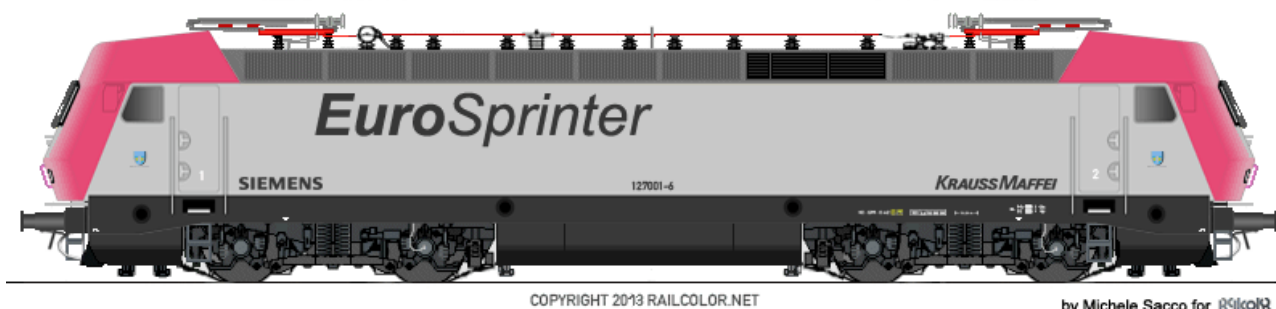
Παραθέτουμε τα στοιχεία που ζητήσατε σύμφωνα με την υπ' αριθ. 1019/21/1-α'/1-3-2023 παραγγελία του Τμήματος Τροχαίας Λάρισας που διενεργεί προανάκριση για τα ακριβή αίτια του από 28/2/2023 τραγικού δυστυχήματος.

Περιγράφονται οι συνθέσεις και οι τελευταίες εργασίες συντήρησης που πραγματοποιήθηκαν, οι οποίες αναλύονται ανά όχημα στα συνημμένα έντυπα (εντολές εργασίας).

A. Αμαξοστοιχία Intercity 62

1. Μηχανή Siemens Hellas Sprinter 120023, τελευταία συντήρηση "I₁" 20/02/2023, Εργοστάσιο Θεσσ. , NVR: 91 73 212 0 023-5
2. Admz Επιβατάμαξα 8496019, τελευταία συντήρηση "F₁" 14/09/2022, Μηχ. Ρέντη, NVR: 73 73 849 6 019-8
3. Wrmz Επιβατάμαξα 8896734, τελευταία συντήρηση "F₁" 19/01/2023, Μηχ. Ρέντη, NVR: 73 73 889 6 734-8
4. Bmz Επιβατάμαξα 2196003, τελευταία συντήρηση "R₁" 20/02/2023, Μηχ. Ρέντη, NVR: 73 73 219 6 003-8
5. Bmz Επιβατάμαξα 2096503, τελευταία συντήρηση "F₁" 14/02/2023, Μηχ. Ρέντη, NVR: 73 73 209 6 503-8
6. Bmz Επιβατάμαξα 2096569, τελευταία συντήρηση "F₂" 11/01/2023, Μηχ. Ρέντη, NVR: 73 73 209 6 569-9
7. Bmz Επιβατάμαξα 2096567, τελευταία συντήρηση "F₂" 22/01/2023, Μηχ. Ρέντη, NVR: 73 73 209 6 567-3
8. Bmz Επιβατάμαξα 2096563, τελευταία συντήρηση "R₁" 11/12/2022, Μηχ. Ρέντη, NVR: 73 73 209 6 563-2
9. Bmz Επιβατάμαξα 2096507, τελευταία συντήρηση "F₁" 03/01/2023, Μηχ. Ρέντη, NVR: 73 73 209 6 507-9

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"



COPYRIGHT 2013 RAILCOLOR.NET

by Michele Sacco for R4color

Στην ως άνω φωτογραφία (αρχείου) είναι εμφανίζεται πανομοιότυπη μηχανή με αυτήν της επιβατικής καθώς και της εμπορικής αμαξοστοιχίας Siemens Hellas Sprinter 120-023-5 (επιβατικής) και 120-022 και 120-012 (εμπορικής) ήτοι της σειράς 120



Στην ως άνω εικόνα είναι αποτυπωμένη μια τυπική διάταξη (σύνθεση) των επιβαταμαξών (βαγονιών) Α1 Θέσης, Κυλικείου και Β2 Θέσης της επιβατική αμαξοστοιχίας IC 62

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

3. Δεδομένα – ευρήματα – ανάλυση και αξιολόγηση στοιχείων

3.1. Γενικά

Η κίνηση των σιδηροδρόμων σήμερα γίνεται με ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλεκτροκίνηση που είναι περισσότερο δημοφιλής επελέγη τα τελευταία χρόνια επειδή είναι πιο φιλική προς το περιβάλλον, αφού η κατανάλωση ενέργειας είναι αρκετά μικρότερη σε σχέση με τις ντιζελομηχανές και φυσικά μικρότερες είναι και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Οι ηλεκτρομηχανές η ηλεκτράμαξες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική ενέργεια καθώς τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο. Πάνω από τις σιδηροδρομικές γραμμές υπάρχει ένα ηλεκτρικό δίκτυο συνεχούς ρεύματος 3 kv ή μονοφασικού εναλλασσόμενου 25 kv. Η ηλεκτρική μηχανή έχει ένα σύστημα λήψης του ηλεκτρικού ρεύματος παρόμοιο με αυτό των τρόλεϊ και ένα μετασχηματιστή για τον υποβιβασμό της τάσης του δικτύου τροφοδοσίας σε τάση λειτουργίας των ηλεκτροκινητήρων. Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στους συρμούς μπορεί να γίνει είτε μέσω εναερίου συστήματος τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας, όπως στο δίκτυο της γραμμής Πειραιώς – Πλατέως, που συνέβη το δυστύχημα των Τεμπών είτε μέσω τρίτης ράγας, η οποία είναι τοποθετημένη παράλληλα στις σιδηροτροχιές, λχ Μετρό Αθήνας.

3.2. Δεδομένα – ευρήματα – διαπιστώσεις αναλύσεις

3.2.1. Σύνθεση αμαξοστοιχιών – χαρακτηριστικά σύγκρουσης

Οι εμπλεκόμενες στο δυστύχημα και αντίρροπα – μετωπικά κινούμενες επί της γραμμής καθόδου και συγκρουσθείσες περίπου στο σημείο XΘ 371 + 600 στο ήταν:

i) η επιβατική αμαξοστοιχία INTERCITY (IC 62), που εκκίνησε από Αθήνα – Θεσσαλονίκη, ελκόμενη από την ηλεκτρομηχανή Siemens Hellas Sprinter No 120-23. Η συγκεκριμένη αμαξοστοιχία στη σύνθεσή της περιελάμβανε κατά σειρά την επιβατάμαξα (βαγόνι) A1 πρώτης θέσης, τύπου "Pulman", 30 θέσεων σε εξαθέσια διαμερίσματα και χώρο για το προσωπικό, την επιβατάμαξα (Κυλικείο 42 θέσεων), τύπου "Coupe", καθημένων σε 7 τραπέζια 4/θέσεων και 7 τραπέζια 2/θέσεων, την επιβατάμαξα (B2), τύπου "Pulman", 66 θέσεων, την επιβατάμαξα (B3), τύπου "Pulman", 80 θέσεων, την επιβατάμαξα (B4), τύπου "Pulman", 80 θέσεων, την επιβατάμαξα (B5), τύπου "Pulman", 80 θέσεων, την επιβατάμαξα (B6), τύπου "Pulman", 80 θέσεων και την επιβατάμαξα (B7) τύπου "Pulman", 80 θέσεων, συνολικού βάρους 476.000 χλγ (βλ. η από 19-06-2023 Έκθεση Πραγματογνωμόνων, Α. Βασιλάκου και Σ. Μπατζόπουλου)

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

και ii) η εμπορική αμαξοστοιχία 63503, που εκτελούσε δρομολόγιο Θεσσαλονίκη – Αθήνα (Θριάσιο), την οποία κινούσε – έλκυε η ηλεκτρομηχανή Siemens Hellas Sprinter No 120-022 (που προηγείτο και έλκυε την αμαξοστοιχία) και η ηλεκτρομηχανή Siemens Hellas Sprinter No 120-012 (έπονταν της πρώτης) και ακολουθούσαν τρεις (3) φορτάμαξες με φορτία ελάσματα και δέκα (10) φορτάμαξες με εμπορευματοκιβώτια (container), συνολικού βάρους 875.000 χλγ.

Η υπολογισθείσα από τους δύο ως άνω πραγματογνώμονες κινητική ενέργεια ήταν: i) για μεν την **επιβατική αμαξοστοιχία** συνολική μάζα 476.000χλγ, στιγμιαία ταχύτητα 41,3m/sec και επομένως κινητική ενέργεια $E_{επιβατικής} = 405.954.220J$ (Joules) και ii) για τη δε **εμπορική αμαξοστοιχία** αντίστοιχα έχουμε συνολική μάζα 875.000 χλγ, στιγμιαία ταχύτητα 26,39m/sec και επομένως κινητική ενέργεια $E_{εμπορικής} = 304.663387J$ και συνολική κινητική ενέργεια $E_{συνολική} = 710.617.607$ Joules (0,72 Gjoules). Επίσης στην ίδια Έκθεσή τους αναφέρεται ότι <<Κατά την έναρξη του συμβάντος έρχονται σε μετωπική σύγκρουση οι δύο ηλεκτράμαξες 120-022 (εμπορική) και 120-023 (επιβατική) οι οποίες και ανασηκώνονται κατακόρυφα επί της γραμμής>>. Η συνολική εξέλιξη της σύγκρουσης είχε διάρκεια περίπου ενός (1) δευτερολέπτου.

Σε αυτό το ελάχιστο χρονικό διάστημα η ως άνω συνολική κινητική ενέργεια κατά την σύγκρουση μετετράπη, σύμφωνα με την από 19-06-2023 Έκθεση Πραγματογνωμοσύνης των δύο προαναφερμένων πραγματογνωμόνων σε:

i) **δυναμική ενέργεια** (που εκφράζεται κατά τους πραγματογνώμονες <<μέσω των στρεβλώσεων, παραμορφώσεων και συντριβής των εμπλεκόμενων στοιχείων σε τέτοιο βαθμό ώστε να καταστραφούν ολοκληρωτικά τρεις ηλεκτράμαξες βάρους 88.000 χλγ εκάστη, να συντριβούν δύο επιβατάμαξες, η μία εκ των οποίων να "διπλωθεί" στη μέση (Α' Θέση) και η άλλη να μετατραπεί σε μη αναγνωρίσιμη μάζα συντριμμίων (κυλικείο), να στρεβλωθούν τρεις φορτάμαξες βαριάς κατασκευής ικανές να μεταφέρουν φορτία έως και 80.000χλγ. Να προκληθούν στρεβλώσεις και παραμορφώσεις στα υπόλοιπα εμπλεκόμενα στοιχεία των συρμών μέσα σε χρονικό διάστημα 7 καρέ (στιγμιότυπων) του αναλυόμενου βίντεο που αντιστοιχούν σε περίπου 230 χιλιοστά του δευτερολέπτου, από την χρονική στιγμή της σύγκρουσης έως και τη χρονική στιγμή μετά τη δεύτερη ηλεκτρική εκκένωση, δηλαδή της πτώσης του πυλώνα και του αγωγού ηλεκτροδότησης της σιδηροδρομικής γραμμής ανόδου κτυπημένου την πρώτη ηλεκτράμαξα της εμπορικής αμαξοστοιχίας.>>),

ii) **θερμική ενέργεια** <<που εκφράζεται σε αύξηση της θερμοκρασίας λόγω κρούσεων και τριβών στα διάφορα στοιχεία που θα εμπλακούν στη σύγκρουση, τόσο γρήγορα και βίαια, δύο (2) μόνο

καρέ (στιγμιότυπων) του αναλυόμενου βίντεο, διάρκειας 70 περίπου χιλιοστών του δευτερολέπτου.>>, και

iii) κινητική ενέργεια <<που εκφράζεται μέσω της ταχύτητας που θα αποκτήσουν τα εμπλεκόμενα στοιχεία και συντρίμια αυτών, μέχρι την τελική τους θέση (σε ακτίνα έως και 60μ) γύρω από το σημείο της σύγκρουσης, μέσα σε χρονικό διάστημα 18 καρέ (στιγμιότυπων) του αναλυόμενου βίντεο που αντιστοιχεί σε περίπου 600 χιλιοστά του δευτερολέπτου, από την χρονική στιγμή της σύγκρουσης μέχρι και την χρονική στιγμή έναρξης της φωτιάς>>.

Εξάλλου από την ίδια ως άνω Έκθεση Πραγματογνωμοσύνης προκύπτει ότι << Η πρώτη επιβατάμαξα της Α' θέσης (βαγόνι Νοί), τύπου "Pulman", βρέθηκε στην τελική της θέση "διπλωμένη", καμένη ολοσχερώς από την φωτιά και τελικά αποκόπηκε σε τμήματα από τα διασωστικά συνεργεία προς ανάσυρση των θυμάτων. Η δεύτερη επιβατάμαξα του κυλικείου (βαγόνι χωρίς αρίθμηση) βρέθηκε και αυτή σε τμήματα και καμένη ολοσχερώς από την φωτιά... Η τρίτη επιβατάμαξα της Β' θέσης (βαγόνι Νο2), τύπου "Coupe"... , βρέθηκε ολόκληρη, γερμένη στη δεξιά της πλευρά, επάνω στα συντρίμια των δύο προηγούμενων, με μεγάλες στρεβλώσεις στις δύο άκρες της, καμένη ολοσχερώς και αυτή, όμως χωρίς αμυχές ή σχισίματα από τα μεταλλικά ελάσματα και τις φορτάμαξες. Η τέταρτη επιβατάμαξα της Β' θέσης (βαγόνι Νο3), τύπου "Pulman" ..., βρέθηκε ολόκληρη, γερμένη στη δεξιά της πλευρά, εν μέρη επάνω στα συντρίμια των προηγούμενων και εν μέρει στο ανάχωμα χωρίς μεγάλες στρεβλώσεις, φέροντας όμως σχεδόν σε όλο της το μήκος σχισμή μικρού βάθους προκληθείσα από μεταλλικά ελάσματα ή φορτάμαξες...>>.

3.2.2. Παρατήρηση βιντεοληπτικού υλικού

Σύμφωνα με οπτικό υλικό που προέρχεται μόνον από το διαδίκτυο και εξετάστηκε και αναλύθηκε από το ειδικό εργαστήριο του καθηγητή Πανεπιστημίου Χιούστον Dr. Papadakis Manos και των συνεργατών του, η επεξεργασία του οποίου έγινε με ειδικό λογισμικό και η ανάλυση του οποίου περιλαμβάνεται στην από 7 Μαρτίου 2024 Ειδική Συμπληρωματική Τεχνική Έκθεση του Τεχνικού Συμβούλου Βασιλείου Κοκοτσάκη προκύπτουν τα εξής:

- 1) Στα 30 χιλιοστά του δευτερολέπτου από τη σύγκρουση παρατηρείται η 1η ηλεκτρική εκκένωση <<από την εκτροπή ηλεκτρικών αγωγών>>.
- 2) Στα 133 χιλιοστά του δευτερολέπτου <<ακολουθεί 2η ηλεκτρική έκρηξη λόγω παράσυρσης των αγωγών>>.

3) Η ηλεκτρική έκρηξη ολοκληρώνεται στα 390 χιλιοστά του δευτερολέπτου μετά την σύγκρουση <<κάνει την εμφάνιση του το αεριώδες νέφος, το οποίο δεν έχει ακόμη αναφλεγεί και εκδηλώνεται χαμηλά στα τρένα κυρίως στην εμπορική αμαξοστοιχία , εστία φωτιάς>>

η συνολική εξέλιξη της σύγκρουσης είχε διάρκεια περίπου ενός (1) δευτερολέπτου.

Επίσης από το βιντεοληπτικό υλικό από το κλειστό κύκλωμα επιτήρησης χώρων (CCTV) της Κοινοπραξίας Μαλειακός – Κλειδί στην Ιτέα Λάρισας και τις κάμερες του Αυτοκινητόδρομου ΑΙΓΑΙΟΥ Α.Ε., που ελήφθη υπόψη, όπως αναφέρεται στην από την με ημερομηνία 19-06-2023 Έκθεση Πραγματογνωμοσύνης προκύπτει ότι <<...παρατηρώντας την αλληλουχία των καρέ από την κάμερα 4 της εταιρείας Αυτοκινητόδρομοι Αιγαίου Α.Ε. και ταυτόχρονα τα καρέ της κάμερας 9 της κοινοπραξίας ΜΚΣ, βλέπουμε ότι ταυτόχρονα με την **αρχική λάμψη της σύγκρουσης έχουμε μια πρώτη ηλεκτρική εκκένωση...** και ...που προκλήθηκε από την σύγκρουση της ηλεκτράμαξας της επιβατικής αμαξοστοιχίας με την κολώνα μέσης τάσης της γραμμής καθόδου, η οποία ακολουθείται από μια **δεύτερη και μεγαλύτερη ηλεκτρική εκκένωση....**που προκλήθηκε από την σύγκρουση της ηλεκτράμαξας της εμπορικής αμαξοστοιχίας με την κολώνα μέσης τάσης της γραμμής ανόδου...>>.

Περαιτέρω, σύμφωνα με την με ημερομηνία Ιανουάριος 2024 Έκθεση Τεχνικού Συμβούλου Αν. Δέδε στα συμπεράσματα προκύπτουν οι εξής χρόνοι και γεγονότα:

- 1) Ω/23:18:28 – Παρατηρείται η μετωπική σύγκρουση
- 2) Ω/23:18:29 – Δημιουργείται λάμψη σχήματος <<μπάλας>>
- 3) Από Ω/23:18:29 έως Ω/23:18:32 – Μεγαλώνει η διάμετρος της <<μπάλας>>
- 4) Από Ω/23:18:32 έως Ω/23:18:40 – Μικραίνει η διάμετρος της <<μπάλας>> καθώς εξαντλούνται τα αέρια καύσιμα του ψυκτικού λαδιού των μετασχηματιστών των ηλεκτραμαξών που συγκρούστηκαν.

3.2.3. Αναφορές του Γενικού Χημείου του Κράτους

Στο με Αρ. Πρωτ. ΕΜΠ 12 / 06-04-2023 έγγραφο του Γενικού Χημείου του Κράτους (Γ.Χ.Κ.), εκτός άλλων στοιχείων, ενδιαφέρουσα για την παρούσα εργασία είναι η αναφορά στα Έλαια σιλικόνης. Ειδικότερα σ' αυτό το έγγραφο επισημαίνεται, ότι <<χρησιμοποιούνται σε μετασχηματιστές όταν είναι κρίσιμη η αποφυγή πυρκαγιών γιατί έχουν υψηλότερο σημείο ανάφλεξης από τα ορυκτέλαια. Το **σημείο ανάφλεξης του συγκεκριμένου ελαίου αναφέρεται μεγαλύτερο από 300⁰ C...κατά την έκθεσή τους σε ηλεκτρική εκκένωση με σπινθήρα⁴ παρατηρείται παραγωγή αερίων όπως υδρογόνο, μεθάνιο, αιθάνιο, αιθένιο και ακετυλένιο που**

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

είναι εξαιρετικά εύφλεκτα. Η έκθεση σε ηλεκτρική εκκένωση προκαλεί επίσης μαύρισμα των ελαίων σιλικόνης...Για έλαια σιλικόνης αυτού του τύπου αναφέρεται ότι η θερμική τους διάσπαση, κατά τη διάρκεια πυρκαγιάς ή έκθεσή τους σε υψηλή θερμοκρασία, μπορεί να προκαλέσει τα ακόλουθα προϊόντα αποσύνθεσης: μονοξειδίο / διοξειδίο του άνθρακα και ίχνη ατελώς καμένων ενώσεων, διοξειδίο του πυριτίου και φορμαλδεΰδη...>>. Επισημαίνεται ότι παραπομπή (4) γίνεται από το Γ.Χ.Κ. σε μελέτη των [Ruobing Zhang](#), [Zhichun Qiu](#), [Jun Wu](#), [Xin Li](#), and [Shanshan Wang](#) (Study on Gaseous Products in the Aging Process of Silicone Oil in Cable Terminals, 2018, / IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP)).

Επίσης από τα δείγματα που ελήφθησαν από υπαλλήλους της Χημικής Υπηρεσίας Περιφέρειας Θεσσαλίας και απεστάλησαν στο Γ.Χ.Κ, ανιχνεύθηκαν εκτός άλλων και αρωματικοί υδρογονάνθρακες (χημικοί διαλύτες), όπως ξυλόλιο, τολουόλιο, βενζόλιο κλπ.

3.2.4. Απόδειξη και δυσχέρειες κατά τη δικαστική έρευνα

Κατά την διερεύνηση του συγκεκριμένου δυστυχήματος παρατηρήθηκαν ευθύς με την επέμβαση κι ανάληψη της έρευνας από τις προανακριτικές αρχές σοβαρές πράξεις και παραλείψεις που πιστεύω ότι έχουν προξενήσει ιδιαίτερα σημαντικές δυσχέρειες στην αναζήτηση της ουσιαστικής αλήθειας κατά το στάδιο της κύριας ανάκρισης, που έχει ανατεθεί και διεξάγεται από Εφέτη – Ανακριτή. Ειδικότερα και ενδεικτικώς:

- Δεν αποκλείστηκε, προστατεύθηκε, περιφρουρήθηκε και εξερευνήθηκε άμεσα η σκηνή τους εγκλήματος από τις προανακριτικές αρχές που επελήφθησαν αυτεπαγγέλτως της (αστυνομικής) προανακρίσεως (Τροχαία Λάρισας και Ανακριτικό Γραφείο της ΔΙ.Π.Υ.Ν. Λάρισας). Η έρευνα στη σκηνή μιας πυρκαγιάς, πέραν άλλων, είναι ζωτικής και ουσιαστικής σημασίας για να μπορέσει ο προανακριτικός υπάλληλος να κατανοήσει με βάση επιστημονικές αρχές για την ανάφλεξη, ανάπτυξη, εξάπλωση και γενικά τη συμπεριφορά της πυρκαγιάς.
- Οι κατά τόπον αρμόδιοι προανακριτικοί υπάλληλοι της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας που επελήφθησαν για τη διερεύνηση των αιτίων και συνθηκών της προκληθείσης πυρκαγιάς δεν μερίμνησαν τουλάχιστον να προστατεύσουν και περιφρουρήσουν τη σκηνή της πυρκαγιάς και να προβούν στην προβλεπόμενη εκ του άρθρου 180 ΚΠΔ αυτοψία, η διάρκεια της οποίας, όπως προκύπτει από τη σχετική και με ημερομηνία 1 Μαρτίου 2023 Έκθεση Απλής Αυτοψίας διήρκεσε μόνον 2 ώρες και συγκεκριμένα από Ω/01:55 έως Ω/04:25 της 01-03-

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

2023 και δεν περιέχει καμία χρήσιμη πληροφορία. Έτσι αποδεσμεύτηκε απαραδέκτως πρόωρα και χωρίς την ολοκλήρωση της σχετικής έρευνας από τις προανακριτικές αρχές η σκηνή του εγκλήματος χωρίς να διενεργηθεί στην πραγματικότητα ουσιαστικά αυτοψία.

- Υπήρξε αμέσως εσπευσμένη και χωρίς την έγκριση του αρμόδιου Εισαγγελέα αλλοίωση / παραποίηση / νόθευση της σκηνής του εγκλήματος (εκχωμάτωση και μεταφορά πειστηρίων και λοιπών αποδεικτικών στοιχείων σε άλλο χώρο, χωρίς ενημέρωση και έγκριση των αρμοδίων προανακριτικών και εισαγγελικών αρχών κλπ).
- Οι προανακριτικές αρχές δεν προέβησαν, ως εκ του νόμου όφειλαν, άμεσα στις δέουσες κι ενδεδειγμένες ανακριτικές πράξεις, όπως κατάσχεση κρίσιμου αποδεικτικού υλικού και πειστηρίων, απαγόρευση μετακίνησης πειστηρίων, λήψη κρίσιμων δειγμάτων πειστηρίων και ιχνών με αποτέλεσμα να απολεσθούν χρήσιμα και κρίσιμα αποδεικτικά στοιχεία, που θα συμβάλουν στη διερεύνηση της υπόθεσης και γενικότερα στην αναζήτηση της ουσιαστικής αλήθειας.
- Καθυστέρηση στη λήψη δειγμάτων από αρμόδιους υπαλλήλους Χημικής Υπηρεσίας Περιφέρειας Θεσσαλίας (βέβαια δεν ευθύνονται για την καθυστέρηση οι ίδιοι, αλλά η αρχή που έδωσε την σχετική εντολή), αφού τα αέρια των πτητικών υγρών εξατμίζονται εύκολα από αντικείμενα που επικάθονται και αυτή έγινε με μη κατάλληλο τρόπο και μέσα (όργανα) (η αξιοπιστία της λήψης δειγμάτων αμφισβητείται από το με ημερομηνία 30-10-2023 Ενημερωτικό Σημείωμα των Τεχνικών Συμβούλων της εταιρείας ΓΚΛΑΒΟΠΟΥΛΟΣ Χ. Δ. & ΣΙΑ ΕΕ)
- Παραλείψεις κατά τη διενέργεια νεκροψίας και νεκροτομής στις σορούς των θυμάτων και τραυματιών.
- Η επίκληση επιχειρησιακών ή άλλων δικαιολογητικών λόγων για την εκχωμάτωση (εκσκαφή και επίστρωση με αδρανή υλικά και πίσσα της σκηνής του εγκλήματος, κρίνονται παντελώς ως αβάσιμοι και προφανώς προσχηματικοί.

3.2.5. Ευρήματα και διαπιστώσεις – αναλύσεις και αξιολογήσεις στοιχείων

Από την επισκόπηση δημοσίων και άλλων εγγράφων και κυρίως του Γ.Χ.Κ. προκύπτουν τα εξής:

α.- Τα έλαια σιλικόνης που χρησιμοποιούνται για την ψύξη των μετασχηματιστών και εν προκειμένω συνολικά των τριών μετασχηματιστών, αφενός της εμπορικής (2 μετασχηματιστών) και αφετέρου της επιβατικής (1 μετασχηματιστής) αμαξοστοιχίας, συνολικής ποσότητας (2.400 kg X 3 =) 7.200 kg.

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Ύψυκαγιές Τρένων"

β.- Το έλαιο σιλικόνης των μετασχηματιστών έχει υψηλό σημείο ανάφλεξης ($>300^{\circ}\text{C}$) και να μην αναφλέγεται υπό κατάλληλες συνθήκες και προϋποθέσεις ως καύσιμο, όμως δεν είναι εύφλεκτο και ως εκ τούτου πτητικό υγρό.

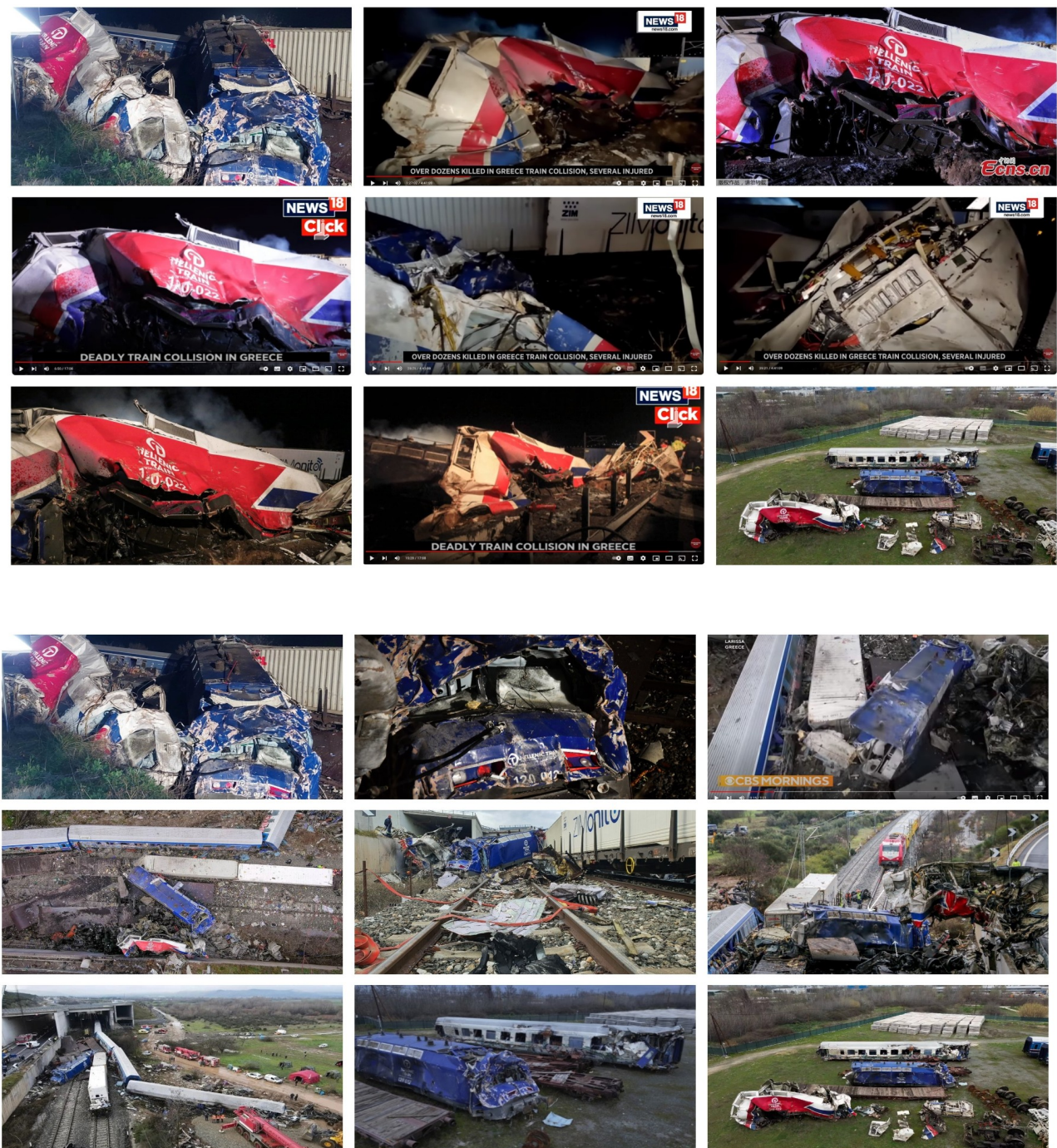
γ.- Το ξυλόλιο ή ξυλένιο (διμεθυλοβενζόλιο) είναι, σύμφωνα με το από 29-06-2026 Δελτίο Δεδομένων Ασφαλείας (Κανονισμός (ΕΕ) Αρ. 1272/2008 (CLP) αρωματικός υδρογονάνθρακας (χημικός διαλύτης), υγρό και ατμοί είναι εύφλεκτα (H226), με ταχύτητα εξάτμισης 106, 2 g/mol, αρχικό σημείο ζέσεως / περιοχή ζέσεως 139°C , σημείο τήξεως / πήξεως -48°C , σημείο ανάφλεξης 25°C - 27°C , έχει όρια εκρηκτικότητας 1,1% - 7%, θερμοκρασία αυτανάφλεξης 420°C - 595°C , και πυκνότητα ατμών 3,66 (αέρας = 1).

δ.- Από την επισταμένη επισκόπηση μεγάλου αριθμού φωτογραφιών και βίντεο από το διαδίκτυο από ημεδαπά και αλλοδαπά μέσα ενημέρωσης, την ανάλυση και αξιολόγηση των δεικτών (εγκυμάτων) καύσης εξ αιτίας θερμικών βλαβών σε αντικείμενα και δομικά στοιχεία προκύπτουν τα εξής:



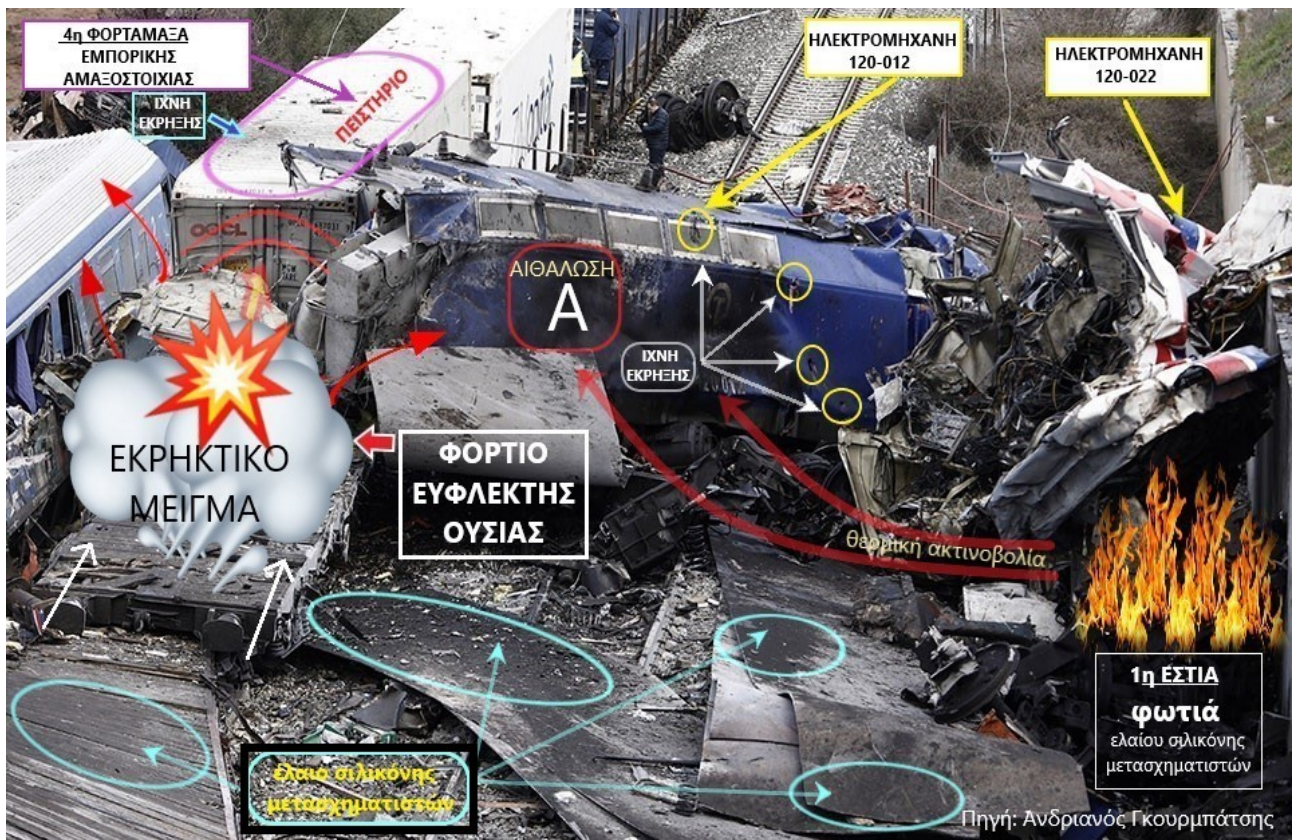
Διάταξη στην οποία κατέληξαν μετά την σύγκρουση οι δύο αμαξοστοιχίες, οι περιοχές πρόκλησης φωτιάς και η πιθανολογούμενη περιοχή ύπαρξης εύφλεκτης ουσίας

Ανδριανός Γκουρμπάτσας, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"



Στις ανωτέρω φωτογραφίες αποτυπώνεται η κατάσταση των δύο ηλεκτραμαξών και συγκεκριμένα της 120-022 (πρώτη) και 120-012 (δεύτερη) της εμπορικής αμαξοστοιχίας μετά την σύγκρουση και την πρόκληση φωτιάς, Είναι εμφανής εξωτερικώς τουλάχιστον η απουσία καύσης τους.

Ανδριανός Γκουρμπάσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"



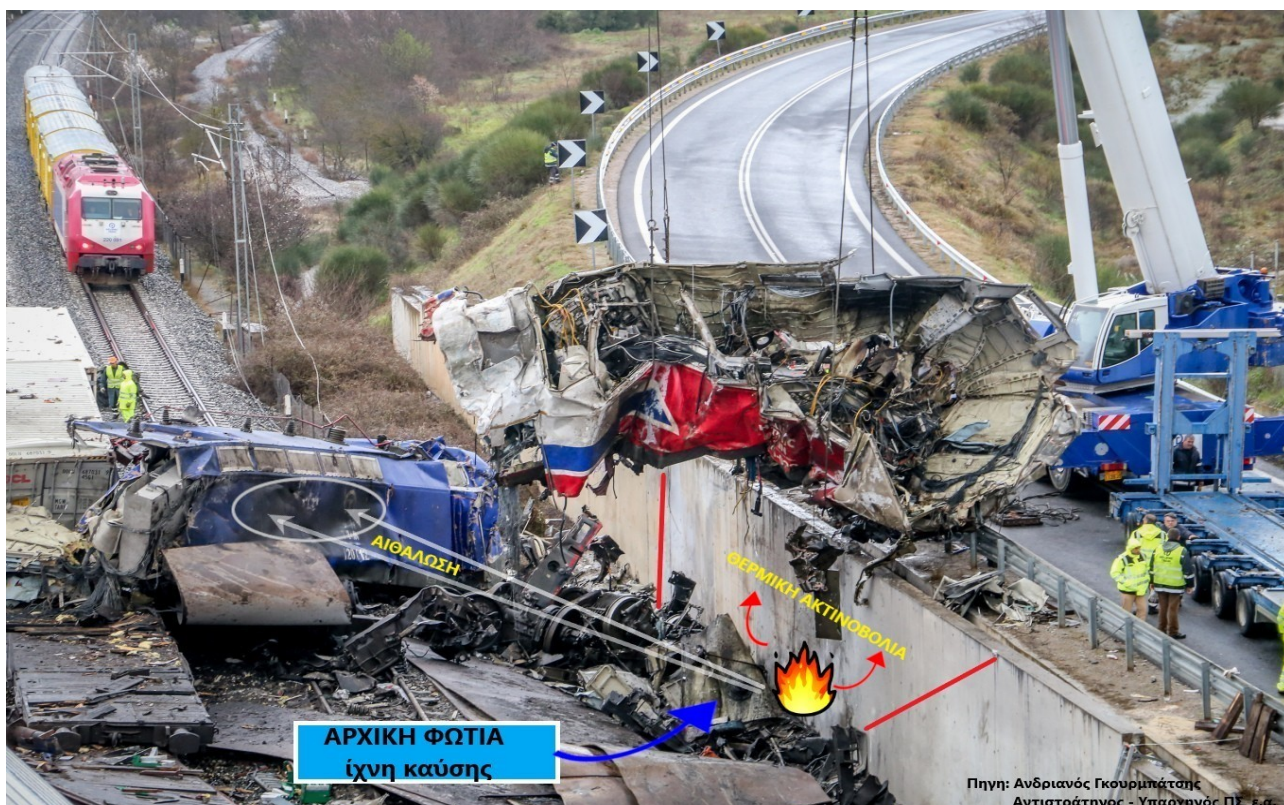
Στην ως άνω εικόνα αποτυπώνεται η περιοχή που σημειώθηκε εκκίνηση της αρχικής ανάφλεξης και καύσης του ελαίου σιλικόνης, το οποίο αποτελεί και το πρώτο φορτίο πυρκαγιάς και ενεπλάκη και προκάλεσε μικρής έκτασης και έντασης φωτιά, λόγω μικρής ποσότητας της υπάρχουσας καύσιμης ύλης. Επίσης εμφανίζεται η έντονη παρουσία ελαίου σιλικόνης που διαχύθηκε και επικάλυψε τις λαμαρίνες και πλατφόρμες (τις τρεις πρώτες φορτάμαξες) καθώς και πιθανολογούμενη ύπαρξη εύφλεκτης ουσίας που προκάλεσε την πύρινη σφαίρα και την εκρηκτική καύση, όπως και ίχνη (ενδείξεις) βλητικών αποτελεσμάτων έκρηξης.

Στην σκηνή του εγκλήματος από την ενδελεχή παρατήρηση, μελέτη, ανάλυση κι αξιολόγηση δεικτών καύσης εντοπίζονται μόνον δύο περιοχές καύσης. Ειδικότερα:

(1) Από τα ίχνη καύσης και τις προξενηθείσες θερμικές βλάβες (εγκαύματα φωτιάς) από την εκλυόμενη θερμότητα (θερμική ακτινοβολία) στα περίξ της καύσης αντικείμενα και δομικά στοιχεία (τοιχίο αντιστήριξης) καθώς και την αιθάλωση από τον εκλυόμενο καπνό, παρατηρείται ότι σημειώθηκε φωτιά μικρής έντασης και έκτασης. Πι αναλυτικά η πρώτη περιοχή που σημειώθηκε εκκίνηση της αρχικής ανάφλεξης και καύσης του ελαίου σιλικόνης, το οποίο αποτελεί

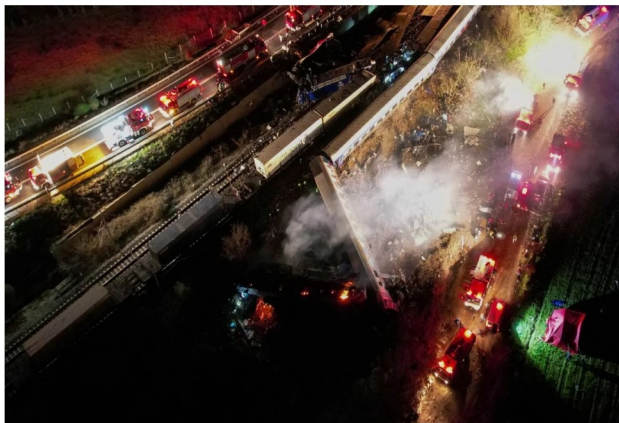
Ανδριανός Γκουρμπάτσας, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

και το πρώτο φορτίο πυρκαγιάς και ενεπλάκη και προκάλεσε μικρής έκτασης και έντασης φωτιά, λόγω μικρής ποσότητας της υπάρχουσας καύσιμης ύλης είναι, όπως εμφανίζεται στην πιο πάνω φωτογραφία, το σημείο του τοιχίου αντιστήριξης που κατέληξε μετά την σύγκρουση η πρώτη ηλεκτράμαξα της εμπορικής αμαξοστοιχίας. Παρόλο που η ποσότητα του ελαίου σιλικόνης για την ψύξη των μετασχηματιστών των δύο ηλεκτρομηχανών της εμπορικής αμαξοστοιχίας ήταν συνολικά (2.400 kg X 2 =) 4.800 kg και επιπρόσθετα 2.400 kg από τον μετασχηματιστή της ηλεκτράμαξας της εμπορικής αμαξοστοιχίας, φαίνεται ότι μικρή μόνον ποσότητα ανεφλέγη, προφανώς γιατί η περισσότερη ποσότητα με την σύγκρουση διασκορπίστηκε στα πλησίον της περιοχή αυτής (βαγόνια των αμαξοστοιχιών, στο φορτίο των τριών πρώτων φορταμαξών (λαμαρίνες και πλατφόρμες) και κυρίως το έδαφος της γραμμής του σιδηροδρομικού δικτύου). Απόδειξη της μικρής ποσότητας σιλικονούχου ελαίου που ανεφλέγη και τελικά κάηκε αποτελεί το γεγονός ότι ούτε η πρώτη ούτε η δεύτερη ηλεκτράμαξα υπέστησαν σοβαρές ει μόνον ελάχιστες θερμικές βλάβες, ενώ στις ηλεκτράμαξες αυτές δεν υπήρχε μεγάλο φορτίο πυρκαγιάς (πυροθερμικό φορτίο).



Επίσης στην ως άνω εικόνα αποτυπώνεται με εμφανέστερο τρόπο η περιοχή που σημειώθηκε εκκίνηση της αρχικής ανάφλεξης και καύσης του ελαίου σιλικόνης, το οποίο αποτελεί και το πρώτο φορτίο πυρκαγιάς και ενεπλάκη και προκάλεσε μικρής έκτασης και έντασης φωτιά, λόγω μικρής ποσότητας της υπάρχουσας καύσιμης ύλης.

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"



Φωτογραφίες από την περιοχή που εντοπίζεται ότι προκλήθηκε πυρκαγιά και απώλεσαν τη ζωή τους τα 57 θύματα (πλην των 2 μηχανοδηγών της εμπορικής αμαξοστοιχίας) καθώς και άνω των 180 τραυματιών.

(2) Η δεύτερη και πιο σοβαρή περιοχή που εντοπίζεται καύση μεγάλου φορτίου πυρκαγιάς είναι η περιοχή που κατέληξαν εξ αιτίας της σύγκρουσης και του εξ αυτής εκτροχιασμού της επιβατικής αμαξοστοιχίας (περίπου σε απόσταση 60 μέτρων από το σημείο σύγκρουσης) τα βαγόνια (A1 της πρώτης θέσης), (Κυλικείου) και (B2, το πρώτο της δεύτερης θέσης) και πιο συγκεκριμένα στην εντός της περιοχής σχήματος "Λ", που σχημάτισαν τα ανωτέρω βαγόνια με το B3 (δεύτερο της Β' θέσης). Ειδικότερα οι θέσεις και η κατάσταση αυτών στο περιοχή που κατέληξαν από την σύγκρουση, όπως αναφέρεται στην προεκτεθείσα Έκθεση Πραγματογνωμοσύνης είναι η ακόλουθη: Η πρώτη επιβατάμαξα της Α' θέσης (βαγόνι Νο1), βρέθηκε στην τελική της θέση "διπλωμένη", καμένη ολοσχερώς από την φωτιά και τελικά αποκόπηκε σε τμήματα από τα διασωστικά συνεργεία προς ανάσυρση των θυμάτων. Η δεύτερη επιβατάμαξα του κυλικείου βρέθηκε και αυτή σε τμήματα. Η τρίτη επιβατάμαξα της Β' θέσης (βαγόνι Νο2), βρέθηκε ολόκληρη, γερμένη στη δεξιά Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

της πλευρά, επάνω στα συντρίμια των δύο προηγούμενων, με μεγάλες στρεβλώσεις στις δύο άκρες της, καμένη ολοσχερώς και αυτή, όμως χωρίς αμυχές ή σχισίματα από τα μεταλλικά ελάσματα και τις φορτάμαξες. Η τέταρτη επιβατάμαξα της Β' θέσης (βαγόνι Νο3), βρέθηκε ολόκληρη, γερμένη στη δεξιά της πλευρά, εν μέρη επάνω στα συντρίμια των προηγούμενων και εν μέρει στο ανάχωμα χωρίς μεγάλες στρεβλώσεις.



Στην ανωτέρω φωτογραφία αποτυπώνονται οι δύο περιοχές (2 εστίες) που παρατηρούνται δείκτες καύσης, όπως και η περιοχή που πιθανώς μεταφέρονταν η σε μεγάλη ποσότητα εύφλεκτη ουσία.

ε.- Το **φορτίο πυρκαγιάς (πυροθερμικό φορτίο)**, δηλαδή τη συνολική ενέργεια που μπορεί να απελευθερωθεί από μία πυρκαγιά σε ένα χώρο, που ενεπλάκη κι αναφλέγει, στην προκληθείσα εξ αιτίας της σύγκρουσης των αμαξοστοιχιών φωτιά στις δύο προεκτεθείσες περιοχές, αποτελείτο από τη συνολική ποσότητα των 7.200 χλμ του ελαίου σλικόνης για την ψύξη των τριών μετασχηματιστών (2 της εμπορικής) και (1 της επιβατικής) και τα καύσιμα υλικά των βαγονιών (Α1), Κυλικείου) και (Β2), εντός των οποίων σημειώθηκε πυρκαγιά. Στα βαγόνια αυτά καύσιμα

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

υλικά (φορτίο πυρκαγιάς / πυροθερμικό φορτίο) ήταν υφασμάτινα καθίσματα, ξύλινη επένδυση στα πλαϊνά και στο πάτωμα, αφρολέξ καθισμάτων, πολυεστερικές κουρτίνες κλπ.

στ. Σύμφωνα με έγγραφο της δικογραφίας και συγκεκριμένα το υπ' Αρ. Πρωτ. 32370/23/T10 από 20 Μαρτίου 2023 έγγραφο της HELLENIC TRAIN προς τους πραγματογνώμονες και ειδικότερα στην παράγραφο <<Δραστηριότητες σχετικές με βαγόνια και εμπορεύματα που πραγματοποιήθηκαν μετά το ατύχημα>> αναφέρεται ότι:

01/03/2023

18:30 Άφιξη στην 4η γραμμή του Παλαιού Σταθμού Θεσσαλονίκης 8 έμφορτων με εμπορευματοκιβώτια βαγονιών (βαγόني 6⁰ έως και 13⁰) από την αμαξοστοιχία 63503 και φύλαξη από ιδιωτική εταιρεία Security σε 24ωρη βάση.

05/03/2023

Επίσκεψη στον αποθηκευτικό χώρο (χώρος στάθμευσης Δήμου Λάρισας) για εξέταση των 3 εκτροχιασμένων βαγονιών και του φορτίου τους (λαμαρίνες), καθώς και 1 βεβλαμένου βαγονιού.

06/03/2023

00:30 Άφιξη του 5ου βαγονιού, έμφορτου με εμπορευματοκιβώτιο, στην 4η γραμμή του Παλαιού Σταθμού Θεσσαλονίκης. Μετακίνηση όλων των βαγονιών από την 4η γραμμή στο Terminal Τρίγωνο του Παλαιού Σταθμού Θεσσαλονίκης.

06/03/2023

Άφιξη με φορτηγό στο Terminal Τρίγωνο του Παλαιού Σταθμού Θεσσαλονίκης του εμπορευματοκιβωτίου από το 4⁰ βαγόني. Το εν λόγω βαγόني είχε υποστεί βλάβες και δεν ήταν δυνατή η σιδηροδρομική μετακίνηση.

08/03/2023

13:30 Κλιμάκιο της αστυνομίας (αξιωματικός κ. Μπακαρόπουλος), με εντολή του ανακριτή Λάρισας, πραγματοποίησε το άνοιγμα των σφραγίδων και τον έλεγχο του φορτίου παρουσία του Τελωνείου Θεσσαλονίκης (Διευθυντή κ. Ρειζάκη), εκπροσώπου των αποστολέων και των πραγματογνωμόνων τους.

- Όλα τα εμπορευματοκιβώτια έφεραν τις αρχικές τους σφραγίδες και ήταν αλύμαντες.
- Τα εμπορευματοκιβώτια SUDU 6254697 και MNBU 0656219 ήταν κενά.
- Τα εμπορευματοκιβώτια TLLU 6136460 KKFU 1817159 ήταν έμφορτα με ηλεκτρολογικό υλικό
- Τα εμπορευματοκιβώτια SEGU 4298870, TLLU 8137315, ZMOU 8830864, ZMOU 8897301 είχαν πρόβλημα με τις πόρτες και αν άνοιγαν, θα ήταν αδύνατη η μεταφορά τους

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

στους πελάτες. Δόθηκε εντολή από την αστυνομία να μεταφερθούν οδικά, συνοδεία αστυνομίας, από τον Παλιό Σταθμό στις εγκαταστάσεις των αποστολέων και να ελεγχθούν εκεί στις 10/03/2023.

10/03/2023

08:55 Ξεκίνησε η οδική μεταφορά των 4 εμπορευματοκιβωτίων, συνοδεία αστυνομίας. Ο έλεγχος έγινε παρουσία της Αστυνομίας και του Τελωνείου καθώς και εκπροσώπων των αποστολέων.

- Τα εμπορευματοκιβώτια DRYU 9632198 και TLLU 8137315 ήταν έμφορτα με μπίρες.
- Τα εμπορευματοκιβώτια ZMOU 8830864 και ZMOU 8897301 ήταν έμφορτα με ακτινίδια.

ζ. Τα βαγόνια της επιβατικής αμαξοστοιχίας, φέρουν έτος λειτουργίας το 2004, 2005 και 2007 και έτος υπογραφής της σύμβασης προμήθειας το 1997. Συνεπώς δεν ίσχυε το πρότυπο EN 45545-2 (Σιδηροδρομικές εφαρμογές – πυροπροστασίας σε σιδηροδρομικά οχήματα – Μέρος 2: Απαιτήσεις για τη συμπεριφορά υλικών και εξαρτημάτων σε φωτιά), που εκδόθηκε το 2009, αλλά ήταν σε ισχύ κατά τον χρόνο υπογραφής των συμβάσεων των προμηθειών και την υλοποίηση της κατασκευής των βαγονιών το εκδοθέν από την Διεθνή Ένωση Σιδηροδρόμων (UIC), πρότυπο UIC 564-2.

4. Μηχανισμός και τα αίτια πρόκλησης φωτιάς / πύρινης σφαίρας

4.1. Εισαγωγικά

Κατά τις σιδηροδρομικές μεταφορές σε περίπτωση ατυχήματος ένας από τους πιο σημαντικούς κινδύνους είναι η εκδήλωση πυρκαγιάς, η οποία μπορεί να απειλήσει άμεσα τη ζωή των επιβατών και του πληρώματος. Η πυρκαγιά εκδηλώνεται, όταν μια πηγή θερμότητας έρχεται σε επαφή με ένα καύσιμο υλικό. Κατά την θέρμανση του καυσίμου υλικού, όταν φτάσει στη θερμοκρασία αναφλεξιμότητας εκλύονται (δημιουργούνται) ατμοί που σχηματίζουν ένα εύφλεκτο μείγμα με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα. Εάν το μείγμα αυτό θερμανθεί έως τη θερμοκρασία αναφλέξεως αρχίζει η καύση.

Η μεταφορά της θερμότητας γίνεται με τρεις τρόπους: α) αγωγή, β) ακτινοβολία και γ) μεταγωγή.

Οι πυρκαγιές ανάλογα με το είδος και τα χαρακτηριστικά τους, εκτός άλλων ταξινομούνται και σε **φωτιές νέφους αερίων**, που διακρίνονται επιμέρους σε:

- ✓ φωτιές χωρίς έκρηξη
- ✓ φωτιές που είναι αποτέλεσμα έκρηξης και
- ✓ φωτιές που καταλήγουν σε έκρηξη

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Εξάλλου οι πυρκαγιές σε ανοιχτό χώρο ταξινομούνται, εκτός άλλων και σε:

- **φωτιές καύσης νέφους αερίων (flash fires)**
- φωτιές λίμνης υγρού (pool fires)
- **πύρινες σφαίρες (fireballs)**
- φωτιά πυρσού (jet flames)

Πύρινες σφαίρες

Το είδος αυτό της φωτιάς συνδέεται συνήθως με τα υγροποιημένα αέρια. Ωστόσο πρέπει να γίνει ο εξής διαχωρισμός σε: α) **πύρινη σφαίρα προερχόμενη από έκρηξη δεξαμενής υπό πίεση και β) πύρινη σφαίρα από τον σχηματισμό νέφους αερίων**. Στην πρώτη περίπτωση η έκρηξη είναι δυνατό να γίνει είτε παρουσία φωτιάς στα πλαίσια ενός φαινομένου BELVE, είτε απουσία φωτιάς. Η μεγάλη ορμή υποδηλώνει έκρηξη δεξαμενής, ενώ **όταν επικρατούν δυνάμεις άνωσης η φωτιά οφείλεται σε ανάφλεξη νέφους αερίων**. Η πύρινη σφαίρα διέρχεται κατά κανόνα από τρεις φάσεις:

i) ανάπτυξης

Η φάση της ανάπτυξης μπορεί να χωριστεί σε δύο στάδια διαρκείας περίπου ελάχιστα δευτερόλεπτα. Στο πρώτο, η φλόγα είναι λαμπερή με κίτρινο - άσπρο χρώμα υποδηλώνοντας θερμοκρασίες της τάξης των 1300⁰ C. Η πύρινη σφαίρα μεγαλώνει όσο το μισό της τελικής διαμέτρου, ενώ τα σταγονίδια καυσίμου με διάμετρο < από 4-5 mm εξαερώνονται παρέχοντας πλούσιο μείγμα. Στο δεύτερο στάδιο η σφαίρα παίρνει τις τελικές της διαστάσεις αλλά το 10% περίπου της επιφανείας της είναι σκοτεινό από τον καπνό. Το υπόλοιπο κομμάτι έχει χρώμα κιτρινωπό - πορτοκαλί γεγονός που υποδεικνύει θερμοκρασίες φλόγας στην περιοχή των 900 – 1300⁰ C.

ii) σταθερής καύσης

Κατά τη δεύτερη φάση που διαρκεί ελάχιστα δευτερόλεπτα η μπάλα δεν μεγαλώνει πια, είναι σχεδόν σφαιρική και τελικά υψώνεται λαμβάνοντας το σχήμα του μανιταριού. Οι θερμοκρασίες σε αυτή τη φάση είναι 1100⁰ – 1200⁰ C, και ακολουθεί η φάση της

iii) εξάντλησης

Κατά την τελευταία αυτή φάση, που διαρκεί < 5 δευτερόλεπτα, η σφαίρα διατηρεί το μέγεθός της, έχει όμως λιγότερο καπνό και περισσότερο διαφανείς φλόγες. Εκτιμάται ότι οι πύρινες σφαίρες έχουν ισχύ επιφανειακής θερμικής εκπομπής περίπου 350 kw/m².

Έκρηξη, κατά τον NFPA, είναι η ξαφνική μετατροπή του ενεργειακού δυναμικού (χημικής ή μηχανικής) σε κινητική ενέργεια με την παραγωγή και απελευθέρωση αερίων υπό πίεση.

Μια έκρηξη προκύπτει όταν υπάρχει μια εύφλεκτη ύλη σε μείγμα με αέρα (οξυγόνο) εντός των ορίων εκρηκτικότητας καθώς και μια πηγή ανάφλεξης (θερμότητα). Γενικώς έκρηξη είναι ένα φυσικοχημικό φαινόμενο κατά τη διάρκεια του οποίου αποδεσμεύονται (ελευθερώνονται) αιφνίδια τέτοιες δυνάμεις, ώστε να προκαλούνται ισχυρά μηχανικά (ρηκτικά και βλητικά) αποτελέσματα, που συνοδεύονται συνήθως από κρότο, λάμψη και έκλυση θερμότητας.



Στις δύο ανωτέρω φωτογραφίες που έχουν ληφθεί από κάμερα Αυτοκινητοδρόμων Αιγαίου Α.Ε. αποτυπώνεται η δημιουργία πύρινης σφαίρας κατά τη φάση της καύσης του εκρηκτικού μείγματος.

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Στην περίπτωση των εύφλεκτων υλών, όπως αναφέρεται στην πρώτη αναφορά της συμβουλευτικής επιτροπής για τους σημαντικότερους κινδύνους (Advisory Committee on Major Hazards, ACMH- Harvey 1976) <<η μεγαλύτερη απειλή εξ αιτίας ενός ατυχήματος είναι η μαζική διαφυγή πτητικών υγρών ή αερίων που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν ένα μεγάλο νέφος εύφλεκτων και πιθανά εκρηκτικών ατμών. Αν οι ατμοί αυτοί αναφλεγούν, οι επιπτώσεις της καύσης θα εξαρτηθούν από πολλούς παράγοντες., ανάμεσα στους οποίους είναι η ταχύτητα του ανέμου και ο βαθμός της αραίωσης του νέφους στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η χειρότερη πιθανή συνέπεια είναι μεγάλος αριθμός απωλειών σε ανθρώπινες ζωές και καταστροφές στην περιοχή του ατυχήματος και πέρα από αυτή. Μια σημαντική πτυχή της απειλής αυτής είναι το μικρό χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στην εμφάνιση της διαρροής και την έναρξη πυρκαγιάς ή την έκρηξη, το οποίο μπορεί να είναι μικρότερο του ενός λεπτού>>.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) αριθμ. 1272/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, **Εύφλεκτο Υγρό** σημαίνει υγρό που έχει σημείο ανάφλεξης όχι πάνω από 60⁰ C. Ταξινομούνται στις εξής τρεις Κατηγορίες:

1 – Εξαιρετικά Εύφλεκτα (Σημείο ανάφλεξης < 23⁰ C και αρχικό σημείο βρασμού < 35⁰ C)

2 – Πολύ Εύφλεκτα (Σημείο ανάφλεξης < 23⁰ C και αρχικό σημείου βρασμού > 35⁰ C)

3 – Εύφλεκτα (Σημείο ανάφλεξης > 23⁰ C και < 60⁰ C)

Επίσης η επικινδυνότητα των εύφλεκτων υγρών χαρακτηρίζεται ως εξής:

H 224 – Υγρός και ατμοί εξαιρετικά εύφλεκτα

H 225 – Υγρό και ατμοί πολύ εύφλεκτα και

H 226 – Υγρό και ατμοί εύφλεκτα

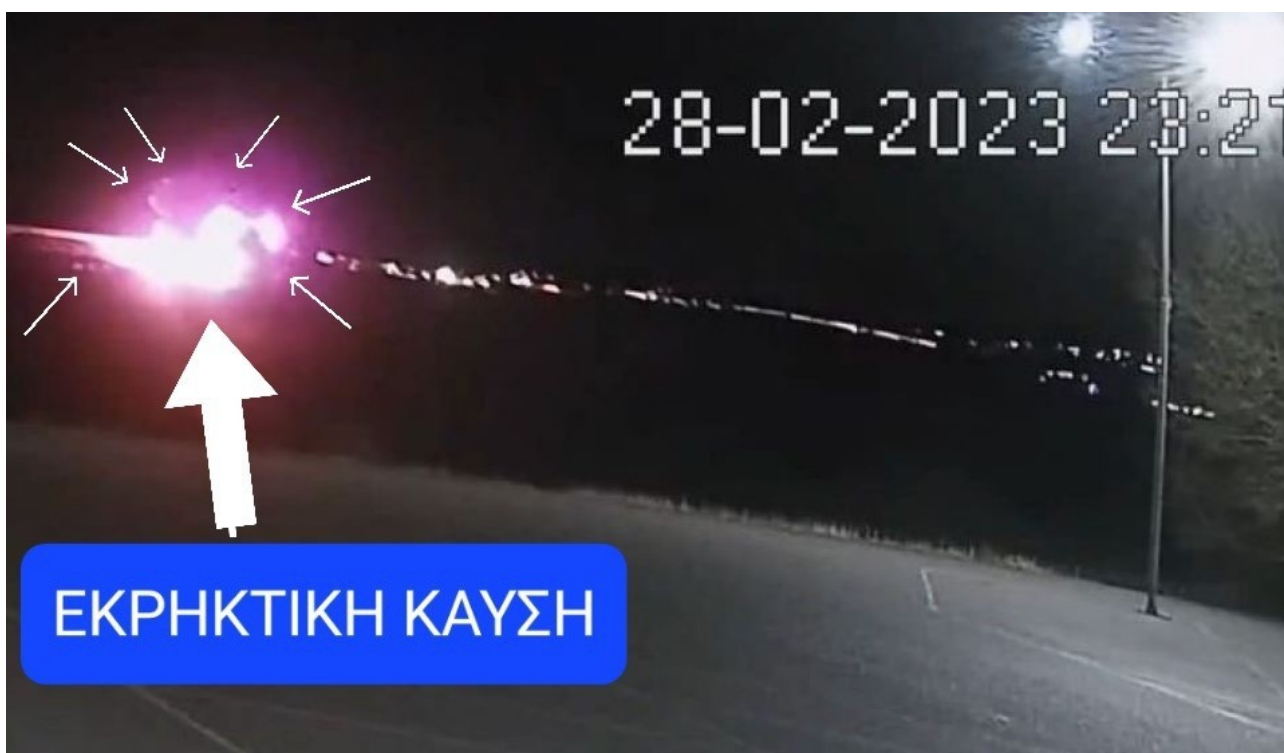
Κάθε εύφλεκτο αέριο καίγεται μόνον σε ένα περιορισμένο εύρος συγκέντρωσης στον αέρα, το οποίο είναι μοναδικό για το συγκεκριμένο αέριο. Κάτω από τη συγκεκριμένη τιμή συγκέντρωσης του εύφλεκτου αερίου, το μίγμα αποκαλείται <<φτωχό>> ή “κατώτερο όριο”, ενώ υπάρχει όριο συγκέντρωσης πάνω από το οποί το μείγμα είναι <<πλούσιο>> ή “ανώτερο όριο”.

4.2. Μηχανισμός και αίτια ανάφλεξης και πρόκλησης πύρινης σφαίρας

Κατά τον χρόνο της σύγκρουσης από την ανάλυση των βίντεο παρατηρείται μια αρχική (1η) λάμψη αμέσως και ακολουθεί μια 2η λάμψη μεγαλύτερη. Ανεξάρτητα αν αυτές προέρχονται, όπως αναφέρεται στις Εκθέσεις Πραγματογνωμόνων ή Τεχνικών Συμβούλων, από ηλεκτρική εκκένωση που προκλήθηκε από τη σύγκρουση ηλεκτράμαζας με κολώνα μέσης τάσης ή ηλεκτρικό τόξο ή βραχυκύκλωμα, είναι βέβαιο ότι προκλήθηκε σπινθηρισμός, εξ αιτίας του οποίου έλαβε χώρα

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη “Πυρκαγιές Τρένων”

ανάφλεξη του ελαίου σιλικόνης των μετασχηματιστών, που διέρρευσε από τη σύγκρουση και ξεκινά αρχικά φωτιά (1η εστία) μικρής έντασης και έκτασης στην περιοχή επαφής της πρώτης ηλεκτράμαξας της εμπορικής αμαξοστοιχίας με το τοίχιο αντιστήριξης. Από τους δείκτες φωτιάς, όπως ίχνη καύσης, θερμικές βλάβες, οι βλάβες δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές, γεγονός που αποδεικνύει ότι αναφλέγει και κάηκε πολύ μικρή ποσότητα από την συνολική χωρητικότητα των δύο μετασχηματιστών των ισάριθμων ηλεκτράμαξών ($2 \times 2.400 \text{ kg}$) = 4.800 kg. Η υπόλοιπη μεγάλη ποσότητα ελαίου διασκορπίστηκε στα πλησίον αντικείμενα (φορτίο ελασμάτων (λαμαρίνες), επιφάνεια των τριών πρώτων φορταμαξών, έδαφος κλπ).



Περαιτέρω από την παραπάνω φωτογραφία από βίντεο, που αποτυπώνεται η πύρινη σφαίρα λόγω της εκρηκτικής καύσης κατά την φάση της καύσης, προφανώς του μείγματος ατμών εύφλεκτου και πτητικού υγρού και οξυγόνου του αέρα, εντός των καθορισμένων για το συγκεκριμένο εύφλεκτο υγρό ορίων εκρηκτικότητας και την δημιουργία της ως άνω πύρινης σφαίρας (fire ball), είναι εμφανής η εκτόξευση φλεγόμενων αντικειμένων (συντριμμίων της έκρηξης). Ωστόσο τέτοια αντικείμενα / συντρίμια δεν μπορούν να εκτιναχθούν από την <<ανάφλεξη του σπρέι λαδιού των μετασχηματιστών τόσο της επιβατικής όσο και της πρώτης εμπορικής ηλεκτράμαξας εξαιτίας της δεύτερης ηλεκτρικής εκκένωσης...>>, όπως ισχυρίζονται στην οικεία Έκθεση τους οι δύο

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

διορισθέντες από την Τροχαία Λάρισας (δικαστικοί) πραγματογνώμονες. Τα αποτυπωθέντα στην ίδια ως άνω φωτογραφία εκτοξευόμενα φλεγόμενα μεταλλικά συντρίμμια μόνον από τους περιέκτες του εύφλεκτου υγρού (δηλαδή μεταλλικά δοχεία και άλλα μέρη συσκευασίας τους), που η παρούσα εργασία υιοθετεί, μπορεί να είναι. Άλλωστε και τα χαρακτηριστικά της πύρινης σφαίρας, όπως το σχήμα μανιταριού, πυκνότητα και όγκος αυτής δεν μαρτυρούν ανάφλεξη σπρέι λαδιού των μετασχηματιστών αλλά παραπέμπουν στην εκρηκτική καύση μείγματος αερίων (ατμών εύφλεκτης ουσίας και οξυγόνου του αέρα). Εξάλλου η αναφορά του Γενικού Χημείου του Κράτους στο Αρ. Πρωτ. ΕΜΠ 12 / 06-04-2023 έγγραφό του <<Με βάση βιβλιογραφικές αναφορές, στα έλαια σιλικόνης, κατά την έκθεσή τους – η αναφορά γίνεται στα έλαια σιλικόνης – σε ηλεκτρική εκκένωση με σπινθήρα⁴ παρατηρείται παραγωγή αερίων όπως υδρογόνο, μεθάνιο, αιθάνιο, αιθένιο και ακετυλένιο που είναι εξαιρετικά εύφλεκτα>> και η σχετική υπ' αριθμ. (4) παραπομπή, όταν αναφέρεται σε βιβλιογραφική αναφορά, είναι προφανές ότι γίνεται σε μια μεμονωμένη δημοσιευμένη μελέτη, η οποία μάλιστα αναφέρεται σε διαφορετικές και όχι ίδιες με το ατύχημα συνθήκες και προϋποθέσεις και βέβαια η πληροφορία αυτή του ΓΧΚ δεν αποτελεί παγιωμένη θέση / γνώση και πληροφορία της χημικής επιστήμης. Δεν πρόκειται για <<σπρέι λαδιού>>, αφού οι κηλίδες λαδιού είναι εμφανείς σε βαγόνια της επιβατικής αμαξοστοιχίας.



Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Περαιτέρω η αναφορά στην προεκτεθείσα Έκθεση Πραγματογνωμοσύνης για <<ανάφλεξη του σπρέι λαδιού των μετασηματιστών τόσο της επιβατικής όσο και της πρώτης εμπορικής ηλεκτράμαξας...>>, είναι αυθαίρετος και ατεκμηρίωτος ισχυρισμός και δεν τίθεται ούτε καν ως πιθανολογούμενος αλλά ως βεβαιωμένος. Κι αυτό γιατί δεν αποδεικνύεται ο ισχυρισμός ότι προκλήθηκε σπρέι λαδιού. Αντίθετα είναι εμφανείς οι κηλίδες ελαίου επί διαφόρων αντικειμένων, όπως για παράδειγμα στην ανωτέρω φωτογραφία, που εκτινάχθηκαν εξ αιτίας της σύγκρουσης. Επίσης είναι εμφανές και το μαύρισμα του ίδιου ελαίου, όπως για παράδειγμα στην επιφάνεια της δεύτερης ηλεκτράμαξας της εμπορικής αμαξοστοιχίας. Ως εκ τούτου προκύπτει άλλος ένας λόγος, που καταδεικνύει, ότι η πύρινη σφαίρα δεν οφείλεται στην ανάφλεξη του ελαίου των μετασηματιστών, όπως υποστηρίζεται έως σήμερα από Πραγματογνώμονες και την πλειονότητα των Τεχνικών Συμβούλων πλην ενός και συγκεκριμένα του Βασιλείου Κοκοτσάκη εκρηκτικό μείγμα δημιουργείται μόνον από ατμούς αερίων εύφλεκτου υγρού και οξυγόνου του αέρα σε προκαθορισμένα για καθένα εύφλεκτο υγρό όρια εκρηκτικότητας παρουσία πηγής ανάφλεξης / θερμότητας, όπως λχ του ξυλολίου τα όρια εκρηκτικότητας είναι 1,1% - 7% και όχι τα ίδια τα εύφλεκτα υγρά, όπως τα έλαια σιλικόνης, τα οποία να μεν ως καύσιμα, και μάλιστα με υψηλό σημείο ανάφλεξης $>300^{\circ}\text{C}$, αναφλεγόμενα καίγονται, όμως δεν προκαλούν εκρηκτικό μείγμα.



Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

ΦΟΡΤΑΜΑΞΑ Νο 4

ΠΕΙΣΤΗΡΙΟ



ΕΥΦΛΕΚΤΟ ΦΟΡΤΙΟ

Ανδριανός Γκουρμπάσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

Η φορτάμαξα Νο 4 της εμπορικής αμαξοστοιχίας, έμφορτη με εμπορευματοκιβώτιο (container), είναι ένα εκ των σημαντικότερων πειστηρίων που δεν κατασχέθηκαν. Είναι εμφανείς επ' αυτού του εμπορευματοκιβωτίου: i) η διάρρηξη της εμπρόσθιου πλευράς (ρηκτικά αποτελέσματα) από την εκτόξευση ύποπτου μεταλλικού αντικειμένου, προφανώς εκ των περιεκτών της εύφλεκτης ουσίας, που ευθύνεται για την δημιουργία της πύρινης σφαίρας και ii) η ομοιότροπη κύρτωση (κοίλωση) προς το κέντρο (βλητικά αποτελέσματα έκρηξης) της ίδιας ως άνω πλευράς του container, αλλά και η διάνοιξη οπών με έσω είσοδο (βλητικά αποτελέσματα έκρηξης) στην δεύτερη ηλεκτράμαξα (χρώματος μπλε) της εμπορικής αμαξοστοιχίας. Τα προεκτεθέντα χαρακτηριστικά (αποτελέσματα) σε συνδυασμό με το ομοιόμορφο άνοιγμα της οπισθίου πλευράς της δεύτερης ηλεκτράμαξας της εμπορικής αμαξοστοιχίας, που δεν είναι συμβατό με σύγκρουση, όπως υποστηρίζεται από τους πραγματογνώμονες στην οικεία Έκθεσή τους, αποτελούν ενδείξεις που ενισχύσουν την άποψη της παρούσης εργασίας για την παρουσία εύφλεκτης ουσίας έμπροσθεν της φορτάμαξας Νο 4., η οποία οφείλεται για την πύρινη σφαίρα. Μεγάλος αριθμός ενδείξεων και άλλων αποδεικτικών στοιχείων, κυρίως ίχνη και πειστήρια, τα οποία όμως, όπως ήδη προελέχθη, ανεπίτρεπτα δεν κατασχέθηκαν, όπως για παράδειγμα η φορτάμαξα Νο 4 με το εμπορευματοκιβώτιο (container) της εμπορικής αμαξοστοιχίας στην ανωτέρω φωτογραφία, από τις προανακριτικές αρχές για να αποσταλούν προς εξέταση από εγκληματολογικά εργαστήρια, παραπέμπουν και μαρτυρούν κατά τρόπο επαρκώς και με επιστημονικό τρόπο τεκμηριωμένο και αλλά και κατά λογική ακολουθία, στην πλέον πιθανή, έναντι άλλων υποστηριζόμενων σεναρίων, εκδοχή ότι για την δημιουργηθείσα, όπως εμφανώς αποτυπώνεται σε σχετικά βίντεο από σύστημα επιτήρησης πύρινη μπάλα (πυρόσφαιρα), ευθύνεται η παρουσία στο χώρο και ειδικότερα επί της επιβατικής αμαξοστοιχίας και πιο αναλυτικά το πιθανότερο έμπροσθεν της φορτάμαξας Νο 4 (με εμπορευματοκιβώτιο – container) μεγάλης ποσότητας, μη δυναμένης από εμένα να προσδιοριστεί, εύφλεκτου υγρού με χαμηλό σημείο ανάφλεξης και πολύ πτητικό, φορτίο πιθανόν σε παλετοδεξαμενές ή κατ' άλλον τρόπο φορτωμένο, που παραπέμπει σε υδρογονάνθρακες, όπως είναι το ξυλόλιο, τολουόλιο (ισχυροί χημικοί διαλύτες) ή άλλοι, χημικές ενώσεις που ήδη ανιχνεύθηκαν στην σκηνή του εγκλήματος από το Γ.Χ.Κ. Ωστόσο είναι θέμα της ανάκρισης να εξακριβωθεί τόσο η χημική σύσταση του όσο και ο τρόπος φόρτωσής του καθώς και άλλες σχετικές λεπτομέρειες. Βέβαιο ο χρόνος κυλάει αρνητικά για την ανίχνευση και διακρίβωση όλων αυτών των στοιχείων, δεδομένων των εξαιρετικά σοβαρών λαθών και παραλείψεων των προανακριτικών αρχών για την διακρίβωση και επιβεβαίωση της ύπαρξής τους.

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"



Σε κάθε περίπτωση η πύρινη σφαίρα δεν οφείλεται στην ανάφλεξη του ελαίου σιλικόνης των μετασηματιστών, αφού μόνον μικρή ποσότητα κάρηκε και τα εκλυόμενα σε εξωτερικό περιβάλλον αέρια δεν ήταν επαρκή για να δημιουργήσουν με το οξυγόνο του αέρα εκρηκτικό μείγμα (δηλαδή το μείγμα ήταν φτωχό, αφού η συγκέντρωση του οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα και των ατμών εύφλεκτων αερίων βρέθηκε κάτω από το κατώτερο όριο εκρηκτικότητας). Επισημαίνεται ότι για να αναφλεγούν τα καύσιμα πρέπει να έλθουν σε αέρια φάση (ατμοποιηθούν) γιατί μόνον τα αέρια καίγονται. Έτσι τα υγρά αεριοποιούνται - ατμοποιούνται από την θερμότητα και αναφλέγονται όταν φτάσουν στο σημείο ανάφλεξής τους. Ενδείκτες που ενισχύουν την θέση της παρούσης εργασίας για την παρουσία επί της εμπορικής αμαξοστοιχίας μεγάλης ποσότητας εύφλεκτης ουσίας, που ευθύνεται για την πυρόσφαιρα, εκτός των προεκτεθέντων στοιχείων, αποτελούν: i) ο τραυματισμός τεσσάρων πυροσβεστών που μετείχαν στις επιχειρήσεις κατάσβεσης της πυρκαγιάς και διάσωσης / απεγκλωβισμού από την επιβατική αμαξοστοιχίας επιβατών, η στολή των οποίων, παρόλο που η πυροσβεστική στολή (ένδυμασία) τους δεν παρουσίασε φθορά, σύμφωνα με σχετική Ιατρική Βεβαίωση – Γνωμάτευση του Λάτσειου Κέντρου Εγκαυμάτων τους διαγνώστηκαν με

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

χημικά εγκαύματα και ii) η χρήση των πυροσβεστών για την κατάσβεση της πυρκαγιάς συμπυκνώματος συνθετικού αφρογόνου πυροσβεστικού υγρού πολλαπλής διόγκωσης τύπου SF-60 (- 10° C) 3%. Εξάλλου αβάσιμος είναι και ο ισχυρισμός Πραγματογνομόνων και Τεχνικών Συμβούλων που υποστηρίζουν, ότι αιτία πρόκλησης πυρκαγιάς στην επιβατική αμαξοστοιχία ήταν ο <<φλεγόμενος>> μετασχηματιστής της. Κι αυτό γιατί δεν παρατηρήθηκε εκρηκτική καύση μείγματος του οξυγόνου του αέρα και των εκλυομένων αερίων από την καύση του ελαίου σιλικόνης. Επίσης δεν ευσταθεί ο ίδιος ως άνω ισχυρισμός, επιπλέον και γιατί δεν παρατηρήθηκαν δείκτες καύσης λχ αιθάλωση από καπνούς, εξωτερικά των βαγονιών τόσο της επιβατικής όσο και της εμπορικής αμαξοστοιχίας από τον φλεγόμενο μετασχηματιστή, όπως θα έπρεπε να είχε συμβεί, αν ήταν βάσιμος αυτός ο ισχυρισμός.



Στη συνέχεια κατά τη στιγμή της δημιουργίας αεριώδους νέφους (εκρηκτικού μείγματος) και της εκρηκτικής καύσης με την πρόκληση της πύρινης σφαίρας, εντός της οποίας μάλιστα παρατηρήθηκαν δύο αλυσιδωτές εκρηκτικές καύσεις (η δεύτερη προέρχεται από τα άκαυτα εύφλεκτα αέρια που ενυπάρχουν στον εκλυόμενο καπνός), η επιβατική αμαξοστοιχία εκτροχιαζόμενη λόγω της σύγκρουσης και με θραυσθέντα τα κρύσταλλα των παραθύρων τουλάχιστον των πρώτων επιβαταμαξών, διήλθε εντός της πύρινης σφαίρας και κατέληξε στο ανάχωμα και απόσταση 50 περίπου μέτρων. Πίδακες φλογών της πυρόσφαιρας χωρίς να αποκλείεται και εκτοξευθέντα φλεγόμενα μικρά συντρίμια, προκαλούν φωτιά εντός της πρώτης Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

επιβατάμαξας (Α1 πρώτης θέσης), η οποία προκαλεί την ανάφλεξη των εντός αυτής καυσίμων υλικών. Η φωτιά ακολούθως εξαπλώνεται και μεταδίδεται στο Κυλικείο και λόγω θέσεως που βρέθηκε το βαγόνι Β2, μεταδίδεται πυρκαγιά εντός αυτού και μάλιστα από εμπρός προς τα πίσω, όπως εμφανίζεται στην ανωτέρω φωτογραφία. Επισημαίνεται ότι η ηλεκτράμαξα, η επιβατάμαξα (Α1 – πρώτης θέσης) και η επιβατάμαξα – Κυλικείο της επιβατικής αμαξοστοιχίας μετετράπησαν, κατά την αναφορά της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας <<σε μια άμορφη ογκώδη μάζα, δυτικά των γραμμών, εφαιπόμενα στο Βαγόνι Νο 3. Πάνω από την άμορφη αυτή μάζα βρισκόταν το Βαγόνι Β2, το οποίο φλέγονταν>>. Στην ανωτέρω φωτογραφία αποτυπώνεται η στιγμή (Ω/00:10 πμ της 01-03-2023) που παρατηρείται το φαινόμενο Flashover. Δηλαδή αιφνίδια ανάπτυξη της φωτιάς σε ολόκληρο τον χώρο και ταχύτατη επέκταση της φωτιάς. Πρόκειται το στάδιο μετάβασης της πυρκαγιάς από την ανάφλεξη στην πλήρη ανάπτυξη, όπου υπάρχει γενικευμένη ανάφλεξη όλων των καυσίμων σε ένα χώρο και εν προκειμένω στο Βαγόνι Β2. Κατά το στάδιο της πλήρους ανάφλεξης των καυσίμων υλικών και αερίων πυρόλυσης οι θερμοκρασίες είναι άνω των 650⁰ C και εκτιμάται ότι εντός της επιβατάμαξας (Β2 – πρώτο βαγόνι της δεύτερης θέσης) έφτασαν το ανώτερο σε θερμοκρασίες έως 1100 C, με τα θανατηφόρα αποτελέσματα. Ισχυρισμός Τεχνικών Συμβούλων, σύμφωνα με τον οποίο υποστηρίζεται, ότι <<Η κύρια εστία της πυρκαγιάς εντοπίζεται στο βαγόνι του Κυλικείου...>> είναι αβάσιμος, αφού δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Όπως εμφανίζεται στην ανωτέρω φωτογραφία, ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας ήταν υψηλός. Ο υψηλός ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας προκαλεί υψηλές θερμοκρασίες και συνθήκες υψηλής ροής θερμότητας, η οποία μπορεί να αποδειχθεί – και αποδείχθηκε - θανατηφόρα για τους ευρισκόμενους στον καιόμενο χώρο. Οι θερμοκρασίες εκτιμάται ότι έφτασαν έως τους 1.100⁰ C Πρόκειται για πυρκαγιά με χαρακτηριστικά ελεγχόμενων καυσίμων (= δηλαδή πυρκαγιά που φτάνει στη μέγιστη τιμή έχοντας περίσσεια οξυγόνου, οπότε ο ρυθμός απελευθέρωσης θερμότητας περιορίζεται από το διαθέσιμο φορτίο πυρκαγιάς).

4.3. Θανατηφόρα αποτελέσματα – αίτια

Σύμφωνα με την με ημερομηνία Φεβρουάριος 2024, Έκθεση της Επιτροπής Διερεύνησης Ανεξάρτητων Πραγματογνωμόνων Οικογενειών (Ε.Δ.Α.Π.Ο.), και συγκεκριμένα την σελίδα 25 αυτής αναφέρονται:

<<Οι νεκροψίες και οι νεκροτομές διενεργήθηκαν από την Ιατροδικαστική Υπηρεσία Λάρισας η οποία και συνέταξε 56 Ιατροδικαστικές Εκθέσεις Νεκροψίας - Νεκροτομής για τα 56 από τα 57

θύματα (για το 57ο θύμα δεν βρέθηκε δείγμα DNA, συνεπώς δεν υπάρχει αντίστοιχη ιατροδικαστική έκθεση).

Από τις 56 Ιατροδικαστικές Εκθέσεις:

- οι 27 αναφέρουν ως αιτία θανάτου τις βαρύτατες κακώσεις ή κάποια σωματική βλάβη λόγω της σύγκρουσης
- οι 30 αναφέρουν ως αιτία θανάτου την απανθράκωση Αυτά αναλύονται περαιτέρω ως εξής: Από τα 27 θύματα με αιτία θανάτου τις κακώσεις:
 - τα 4 ανήκουν στους μηχανοδηγούς των δύο συρμών που βρίσκονταν στις καμπίνες των ηλεκτρομηχανών
 - τα 3 εντοπίζονται στο βαγόνι B3 το οποίο χτυπήθηκε στο εμπρός και στο δεξιό μέρος από δευτερογενείς συγκρούσεις με συντρίμια της ηλεκτρομηχανής και με το πίσω μέρος του βαγονιού B2
 - ακόμα 2 ανήκουν σε επιβάτες που τραυματίστηκαν θανάσιμα κατά τη σύγκρουση του βαγονιού B2 με το βαγόνι κυλικείου και πετάχτηκαν έξω, πιθανότατα από το κατεστραμμένο κουπέ Νο 2 του βαγονιού B2
 - ακόμα 2 ανήκουν σε επιβάτες του βαγονιού B2 από το κουπέ Νο 11
 - τα 12 ανήκουν στους επιβάτες της 1ης θέσης στο βαγόνι A1
 - και 4 ανήκουν σε εργαζομένους που είτε εργάζονταν είτε ταξίδευαν ως επιβάτες στη συγκεκριμένη αμαξοστοιχία.

Από τα 30 θύματα με αιτία θανάτου την απανθράκωση:

- 23 άτομα εκτιμάται ότι βρίσκονταν στο βαγόνι του Κυλικείου
- 4 άτομα εκτιμάται ότι βρίσκονταν στο εμπρός μέρος του βαγονιού B2
- 3 άτομα εκτιμάται ότι απανθρακώθηκαν εκτός βαγονιών πέφτοντας από το βαγόνι B2 σε σημείο με φωτιά μετά τη σύγκρουση

Επιπλέον, από τα 30 θύματα με αναφερόμενη αιτία θανάτου την απανθράκωση:

- για 29 θύματα η Ιατροδικαστική Έκθεση αδυνατεί να καταλήξει σε ακριβή συμπεράσματα σχετικά με τον μηχανισμό θανάτου, λόγω της μεγάλης έκτασης της απανθράκωσης.
- για 1 θύμα η Ιατροδικαστική Έκθεση Νεκροψίας-Νεκροτομής που έχει συνταχθεί από την Ιατροδικαστική Υπηρεσία Λάρισας διαπιστώνει σαφείς ενδείξεις (έλλειψη ευρημάτων τραυματισμού, εύρεση ποσοτήτων αιθάλης στην τραχεία κλπ) που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο θύμα επέζησε της αρχικής σύγκρουσης και έχασε τη ζωή του σε δεύτερο χρόνο συνεπεία της πυρκαγιάς που ακολούθησε>>>.

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

5. Συμπέρασμα

Από την επισκόπηση, ανάλυση και αξιολόγηση του συνόλου των αποδεικτικών στοιχείων που ελήφθησαν υπόψη κατά την εκπόνηση της παρούσης μελέτης, προκύπτουν συμπερασματικώς τα εξής:

Για το ανακύπτον ουσιαστικώς κατά το στάδιο της έως σήμερα ανακριτικής διαδικασίας και το μοναδικό ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα, σχετικά με ποια ήταν τα αίτια και οι συνθήκες ανάφλεξης / έκρηξης που έλαβε χώρα ευθύς με την σύγκρουση και συνεπεία αυτής των δύο αμαξοστοιχιών, δεδομένου ότι έχουν καταγραφεί στη σχετική σχηματισθείσα ανακριτική δικογραφία δύο αντιτιθέμενες θέσεις, τη μία εξ αυτών να προβάλλει, ότι για το φαινόμενο της προκληθείσης φωτιάς / έκρηξης ευθύνεται η ανάφλεξη του ελαίου σιλικόνης των μετασχηματιστών, (άποψη της Hellenic Train, των διορισθέντων κατά την αυτεπάγγελτη (αστυνομική) προανάκριση δύο πραγματογνωμόνων και Τεχνικών Συμβούλων) και την έτερη άποψη υποστηριζόμενη από Τεχνικό Σύμβουλο, να υποστηρίζει, ότι για το προεκτεθέν ίδιο φαινόμενο της φωτιάς / έκρηξης ευθύνεται η ύπαρξη επί της εμπορικής αμαξοστοιχίας εύφλεκτης ουσίας και ειδικότερα ξυλολίου πιθανόν και τολουολίου, η μελέτη για το ίδιο ως άνω ζήτημα καταλήγει πορισματικά:

Το πλέον ορθότερο σενάριο, για τον αν η ανάφλεξη και φωτιά μετά την σύγκρουση των αμαξοστοιχιών οφείλεται ή όχι στα έλαια σιλικόνης των μετασχηματιστών, δεδομένου ότι οι προανακριτικές αρχές (Τροχαία Λάρισας, για λογαριασμό της ΕΛ.ΑΣ και για την Πυροσβεστική Υπηρεσία, το Ανακριτικό Γραφείο της ΔΙ.Π.Υ.Ν. Λάρισας και η Δ.Α.Ε.Ε.), δεν ενήργησαν και δεν μερίμνησαν ως όφειλαν εκ του νόμου (λχ άρθρα 180 και 280 Κ.Π.Δ.) άμεσα και συγκεκριμένα κατά το στάδιο της αυτοψίας στη σκηνή του εγκλήματος, πέραν άλλων σοβαρών λαθών και παραλείψεων, να εντοπίσουν, συλλέξουν, κατασχέσουν χρήσιμα πειστήρια και την αποστολή τους προς εξέταση στα αρμόδια εγκληματολογικά ή κρατικά εξειδικευμένα εργαστήρια, όπως λχ του ΕΜΠ για την πιστοποίηση της μιας εκ των δύο προεκτεθέντων και αντιτιθέμενων θέσεων. Αποτέλεσμα τούτου είναι να μην υπάρχουν αποδείξεις, ει μη μόνον ενδείξεις προκαλώντας με τον τρόπο αυτό σημαντικές δυσχέρειες κατά την Ανάκριση και ουσιαστικά υπήρξε επιχείρηση αποπροσανατολισμού (παραπλάνησής) της, είναι η εμπειριστατωμένη και αρκούντος τεκμηριωμένη κατ' επιστημονικόν κατά το δυνατόν τρόπο θέση της εργασίας αυτής, σύμφωνα με την οποία γίνεται δεκτό, ότι η μετά την ανάφλεξη και εκδήλωση φωτιάς, εξ αιτίας της σύγκρουσης,

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

προκληθείσα εκρηκτική καύση αεριώδους νέφους συγκροτούμενου εκ μείγματος ατμών εύφλεκτου υγρού και οξυγόνου αέρα με αποτέλεσμα τη δημιουργία πύρινης μπάλας (πυρόσφαιρας / fireball) δεν μπορεί να οφείλεται στα έλαια σιλικόνης των μετασχηματιστών των τριών ηλεκτραμαξών. Για το ως άνω φαινόμενο ευθύνεται η παρουσία επί της εμπορικής αμαξοστοιχίας και πιο συγκεκριμένα έμπροσθεν κατά την κίνηση της 4ης φορτάμαξας (εμπορευματοκιβώτιο / container) μεγάλης ποσότητας **εύφλεκτου υλικού** και μάλιστα σε υγρή μορφή, μη δυναμένης από εμένα να υπολογιστεί, πιθανόν σε παλετοδεξαμενές (δοχεία μεταλλικά ή πλαστικά) χωρίς να αποκλείεται και άλλος τρόπος φόρτωσης αυτού του φορτίου, με εμφανή ρηκτικά και βλητικά αποτελέσματα. Λόγω της ανίχνευσης από το Γ.Χ.Κ. σε επτά (7) δείγματα της ύπαρξης ξυλολίου, το πιθανότερο η εύφλεκτη ύλη να αποδίδεται στον διαλύτη αυτό χωρίς να αποκλείεται η παρουσία και άλλων διαλυτών. Από την διάρρηξη, λόγω της βίας και σφοδρής σύγκρουσης των αμαξοστοιχιών, των δοχείων με την εύφλεκτη ουσία (ρηκτικά αποτελέσματα έκρηξης) και τον διασκορπισμό της στο περιβάλλον δημιουργήθηκε, λόγω της πτητικότητάς του, εύφλεκτο μείγμα ατμών του συγκεκριμένου υγρού με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα (νέφος αερίων / vapour cloud fires), το οποίο ευρισκόμενο εντός των ορίων εκρηκτικότητας και της προσπίπτουσας επ' αυτού της ακτινοβολούμενης θερμότητας από την ήδη αρχικώς και πλησίον του ως άνω αεριώδους νέφους προκληθείσα φωτιά μικρής έντασης και έκτασης, λόγω της καύσης του ελαίου σιλικόνης, που χρησιμοποιούνταν για την ψύξη των μετασχηματιστών των ηλεκτρομηχανών (αρχική εστία), εξερράγη δημιουργώντας πυρόσφαιρα (fireball). Διερχόμενη δε η εκτροχιασθείσα, λόγω της σύγκρουσης, επιβατική αμαξοστοιχία εντός της ως άνω πυρόσφαιρας, φλόγες εν είδη πίδακα (φωτιές πυρσού) και υπέρθερμα αέρια καπνού εισήλθαν από τα θραυσθέντα από την σύγκρουση παράθυρα εντός των πρώτων επιβαταμαξών της ή πιθανόν και την εκτόξευση φλεγόμενων αντικειμένων (συντριμμίων), το πιθανότερο αρχικά στο βαγόνι Α1, προκαλώντας την ανάφλεξη των εντός αυτού καυσίμων υλικών και αντικειμένων (υψηλού πυροθερμικού φορτίου) κι έτσι την πρόκληση πυρκαγιάς, η οποία μεταδόθηκε ακολούθως στο βαγόνι – Κυλικείο και, λόγω θέσης του, και στο βαγόνι Β2, με θανατηφόρα αποτελέσματα επιβατών.

Από τα προεκτεθέντα εκτιμάται ότι, εκτός άλλων αδικημάτων για τα οποία ήδη έχει ασκηθεί ποινική δίωξη και έχει παραγγελθεί κύρια ανάκριση, στοιχειοθετείται αντικειμενικά και υποκειμενικά η τέλεση κακουργηματικών αδικημάτων και πιο συγκεκριμένα των εγκλημάτων του εμπρησμού (άρθρο 264 ΠΚ) κατ' (αληθινή) συρροή με της έκρηξης (άρθρο 270), από τα οποία μπορούσε να προκύψει κίνδυνος ανθρώπου και είχαν ως αποτέλεσμα το θάνατο πολλών εκ των

Ανδριανός Γκουρμπάτσης, Αντιστράτηγος ΠΣ, ε.α., Μελέτη "Πυρκαγιές Τρένων"

συνολικά 57 θυμάτων. Απομένει ωστόσο να αποδειχθεί κατά την ανάκριση το μέσο τέλεσής τους (η μεταφορά του εύφλεκτου φορτίου και η ποσότητά του), γιατί ο τρόπος προκλήσεως πυρκαγιάς και εκρήξεως περιγράφεται αναλυτικά πιο πάνω. Ωστόσο δεν υπάρχουν για την απόδειξη των ως άνω αδικημάτων κρίσιμα κατασχεθέντα πειστήρια ή άλλα στοιχεία, όπως λχ βίντεο φόρτωσης της εμπορικής αμαξοστοιχίας καθώς και διέλευσης της από τους σιδηροδρομικούς σταθμούς έως την σύγκρουσή της, αλλά μόνον ενδείξεις. Κι αυτό γιατί οι αρμόδιες αρχές επέτρεψαν να υπάρξει άμεση, συντονισμένη και με την (ρητή ή σιωπηρή) συναίνεση των αρχών, χωρίς βέβαια την οφειλόμενη έγκρισή του κ. Εισαγγελέως, να γίνει εσπευσμένα εξαφάνισή τους με την πρωτοφανή για αυτής της έκτασης και σπουδαιότητας για το κοινωνικό σύνολο εθνικής εγκληματικής τραγωδίας, αλλοίωση (μόλυνση) της σκηνής του εγκλήματος και την εξαφάνιση κρίσιμων αποδεικτικών στοιχείων ακόμη και βιολογικού υλικού ταυτοποίησης των θυμάτων.