

Η διαχείριση της ασφάλειας στο σιδηρόδρομο – Διαχείριση περιστατικών που αποδίδονται στην περίφραξη των σιδηροδρομικών γραμμών



**Χ. Πυργίδης,
Καθηγητής ΑΠΘ**



**Ν. Ιωαννίδης ,
Τοπογράφος Μηχ, Msc , ΑΠΘ**

Μέρος I

Η διαχείριση της ασφάλειας στο σιδηρόδρομο



- Ορισμός της σιδηροδρομικής ασφάλειας
- Ταξινόμηση σιδηροδρομικών περιστατικών
- Διαχείριση της σιδηροδρομικής ασφάλειας
- Case study - Ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις

Ορισμός της σιδηροδρομικής ασφάλειας (1/3)

1. Με βάση το επίπεδο επικινδυνότητας

Η εξασφάλιση μέσω των συνιστωσών και των στοιχείων του σιδηροδρομικού συστήματος ότι κατά τη λειτουργία του το επίπεδο επικινδυνότητας δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως «μη ανεκτό»

Σοβαρότητα Συχνότητα	Καταστροφικό	Σοβαρό	Μικρής βαρύτητας	Αμελητέο
Συχνό	Μη ανεκτό	Μη ανεκτό	Μη ανεκτό	Μη ανεκτό
Πιθανό	Μη ανεκτό	Μη ανεκτό	Μη επιθυμητό	Μη επιθυμητό
Περιστασιακό	Μη ανεκτό	Μη επιθυμητό	Μη επιθυμητό	Ανεκτό
Ασυνήθιστο	Μη επιθυμητό	Μη επιθυμητό	Ανεκτό	Ασήμαντο
Σπάνιο	Ανεκτό	Ανεκτό	Ασήμαντο	Ασήμαντο
Απίθανο	Ασήμαντο	Ασήμαντο	Ασήμαντο	Ασήμαντο

2. Με βάση «δείκτες» περιστατικών

Η ασφάλεια αξιολογείται από τα περιστατικά που έλαβαν χώρα σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο (π.χ. ένα έτος) και είχαν επιπτώσεις στη γραμμή, στο τροχαίο υλικό, στους επιβάτες, στα εμπορεύματα και στο περιβάλλον. Χρησιμοποιούνται κατάλληλοι δείκτες και τιμές αναφοράς (ERA) όπως :

- Δείκτης κινδύνου θανάτου : αριθμός θανάτων σε σιδηροδρομικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο συρμό-χιλιόμετρα
- Συνολικό πλήθος θανάτων και σοβαρών τραυματισμών ανά κατηγορία ατυχήματος

Ιδιαιτερότητες του σιδηροδρόμου που επηρεάζουν την ασφάλεια

- Ένας βαθμός ελευθερίας κίνησης-Μεγάλο μήκος πένδησης
- Χαρακτηριστικά που εντείνουν κατά τη διέλευση των συρμών τα αεροδυναμικά φαινόμενα
- Υποδομή που δεν είναι βατή από τα συνήθη οδικά μέσα
- Περισσότερο επιρρεπής σε ανατροπή λόγω πλευρικών ανέμων
- Μεγάλη μάζα αδράνειας
- Χρονοβόρα μετακίνηση των συρμών σε περίπτωση ακινητοποίησης
- Παρουσία γρήγορων και αργών τρένων
- Πολύ μικρή ανοχή στα σφάλματα της οδού μεταφοράς (σφάλματα γραμμής)

Ταξινόμηση σιδηροδρομικών περιστατικών (1/4)

Ατυχήματα : Κάθε μη ηθελημένο ή μη αναμενόμενο αιφνίδιο περιστατικό το οποίο έχει ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο σιδηροδρομικό σύστημα (σιδηροδρομική υποδομή, τροχαίο υλικό, εκμετάλλευση) και στο περιβάλλον.

Συμβάντα : Κάθε περιστατικό μη χαρακτηριζόμενο ως ατύχημα, που συνδέεται με τη λειτουργία / κυκλοφορία των τρένων και επηρεάζει την ασφάλειά τους. Ένα συμβάν μπορεί να αποτελέσει αιτία ενός ατυχήματος.

Αστοχίες: Κάθε τεχνική δυσλειτουργία της σιδηροδρομικής υποδομής και του τροχαίου υλικού, που επηρεάζει την ασφάλεια της κυκλοφορίας και τη λειτουργία του όλου σιδηροδρομικού συστήματος. Όπως και στην περίπτωση ενός συμβάντος, μια αστοχία μπορεί να αποτελέσει αιτία ενός ατυχήματος.



- Εκτροχιασμοί οχημάτων
- Συγκρούσεις συρμών
- Διασπάσεις συρμών
- Παρασύρσεις από το τροχαίο υλικό
- Πυρκαγιά / Έκρηξη
- Περιστατικά σε ΙΣΔ
- Εργατικά ατυχήματα
- Περιστατικά στα οποία εμπλέκονται επικίνδυνα φορτία
- Διάφορα άλλα περιστατικά
- Συμβάντα και αστοχίες που μπορούν να προκαλέσουν ένα από τα παραπάνω περιστατικά (1 έως 9)

- **Περιστατικά επί τεχνικών έργων**
- Περιστατικά στις περιοχές σταθμών / στάσεων
- Περιστατικά επί «ανοικτής γραμμής»
- Περιστατικά στις ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις (ΙΣΔ)



Αίτια ατυχημάτων

1. Η σιδηροδρομική υποδομή (γραμμή, τεχνικά έργα, εγκαταστάσεις γραμμής και λειτουργικές εγκαταστάσεις)
2. Το τροχαίο υλικό (έλκον και ελκόμενο)
3. Η σιδηροδρομική εκμετάλλευση
4. Συνδυασμός των παραπάνω
5. Αίτια εξωτερικά του σιδηροδρομικού συστήματος (παγετός, χιονόπτωση, υψηλές θερμοκρασίες, αμμοθύελλες, φυλλόπτωση, σεισμός, ισχυροί άνεμοι)

3 επίπεδα αιτιών

1. Γραμμή

1.1 Επιδομή

1.2 Σιδηροτροχιά

2. Τροχαίο υλικό

2.1 Φορείο

2.2 Τροχός

Το πρόβλημα

Ένα από τα σημαντικά ερωτήματα που απασχολούν παραδοσιακά τους σιδηροδρομικούς οργανισμούς είναι τι ποσό πρέπει να δαπανήσουν αρχικά ή και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του σιδηροδρομικού συστήματος έτσι ώστε να εξασφαλίσουν ένα συγκεκριμένο επίπεδο ασφάλειας. Η βελτίωση της ασφάλειας κοστίζει ενώ δεν είναι συχνά γνωστή η σχέση της με το απαιτούμενο κόστος. Η ποσοτικοποίηση αυτής της σχέσης είναι δύσκολη καθώς καθορίζεται από μια σειρά παραμέτρων που τα χαρακτηριστικά τους δεν έχουν ακόμη προσδιορισθεί.

Ωστόσο σε κάθε μεταφορικό σύστημα, η ασφαλής παραγωγή μεταφορικού έργου επιφέρει θετικές επιπτώσεις :

- Στο επίπεδο εξυπηρέτησης που παρέχεται στους χρήστες
- Στην οικονομική αποδοτικότητα του συστήματος
- Στο ευρύτερο περιβάλλον του συστήματος

Ορισμός

Η διαδικασία που ακολουθείται, η μεθοδολογία που υιοθετείται, ο εξοπλισμός που υπάρχει, τα «εργαλεία» που χρησιμοποιούνται, οι κανονισμοί που εφαρμόζονται, το προσωπικό που είναι διαθέσιμο, οι πόροι που διατίθενται, για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου που αφορά την ασφάλεια του σιδηροδρομικού συστήματος

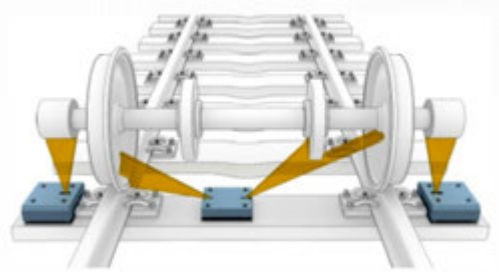
Στόχοι

- Μετάβαση από ένα επίπεδο μεγαλύτερης επικινδυνότητας σε ένα επίπεδο χαμηλότερης (είτε μειώνοντας μόνο τη συχνότητα του περιστατικού, είτε μειώνοντας μόνο τη σοβαρότητα, είτε και τα δύο ταυτόχρονα)
- Μείωση της τιμής ενός συγκεκριμένου δείκτη σε σχέση με προηγούμενη τιμή ή σε σχέση με μια τιμή αναφοράς που έχει τεθεί σαν στόχος

Και στις δυο περιπτώσεις απαιτούνται πρόσθετες επενδύσεις






Διαχείριση της σιδηροδρομικής ασφάλειας (3/4)

Ενδεικτικά μέτρα

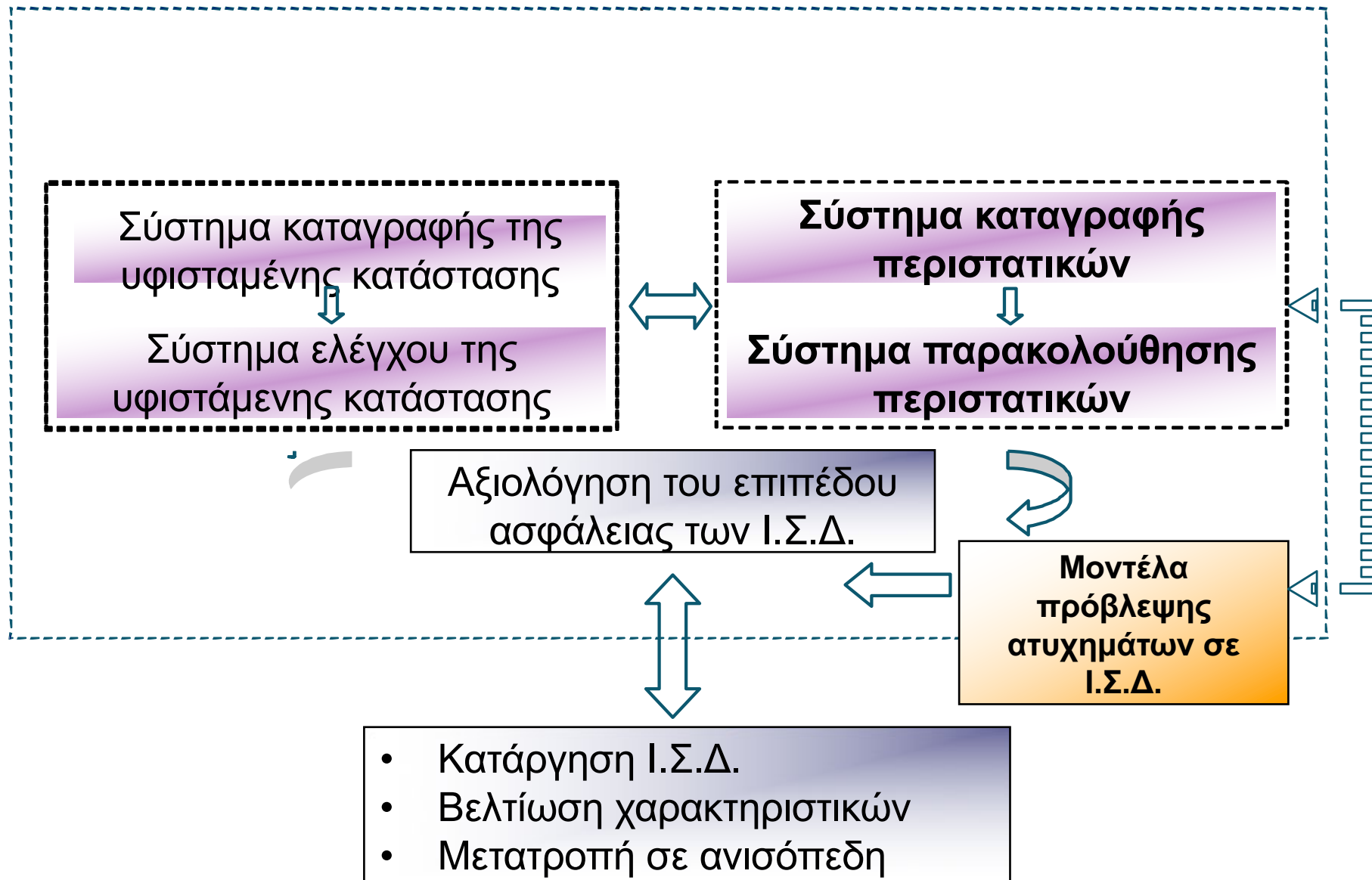


Διαχείριση της σιδηροδρομικής ασφάλειας (4/4)

Ενδεικτικά μέτρα

	Σύστημα σήραγγας	Σχετική τιμή επικινδυνότητας
	Μια σήραγγα διπλής γραμμής	100
	Μια σήραγγα διπλής γραμμής + βοηθητική σήραγγα	80
	Δύο σήραγγες μονής γραμμής	50-60
	Δύο σήραγγες μονής γραμμής + βοηθητική σήραγγα	40
	Τρεις σήραγγες μονής γραμμής	<40

Case study –ΙΣΔ (1/2)



Συγκεκριμένη αφύλακτη ΙΣΔ – Μετατροπή σε ανισόπεδη

- **Κατηγορία ατυχήματος :** Ατύχημα σε αφύλακτη ΙΣΔ
- **Ειδική κατηγορία ατυχήματος :** Σύγκρουση τρένου με οδικό όχημα
- **Αίτιο ατυχήματος :** Σιδηροδρομική υποδομή – Κακή ορατότητα
- **Δείκτης :** Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων (με έναν νεκρό) σε βάθος 25 ετών = 10
θανατηφόρα ατυχήματα = 0,40 θανατηφόρα ατυχήματα ανά έτος
- **Κόστος νεκρών:** € 836000 x αριθμό νεκρών + € 760000 ανά έτος (fixed premiums) (ERA, 2009)
- **Στόχος διαχείρισης :** Μηδενισμός του δείκτη ατυχημάτων : 0 νεκροί σε βάθος 25 ετών – 0 νεκροί ανά έτος
- **Μέτρο:** Κατάργηση- Κατασκευή ανισόπεδης διάβασης
- **Κόστος επέμβασης :** € 3200000 + € 3500 (Ετήσιο κόστος συντήρησης)
- **Αποτελέσματα cost - benefit analysis: συντελεστής κόστους – οφέλους = 1,66 > 1**
(25 year assessment period, 5,5 % discount rate)

Δείκτης εσωτερικής αποδοτικότητας = 12%