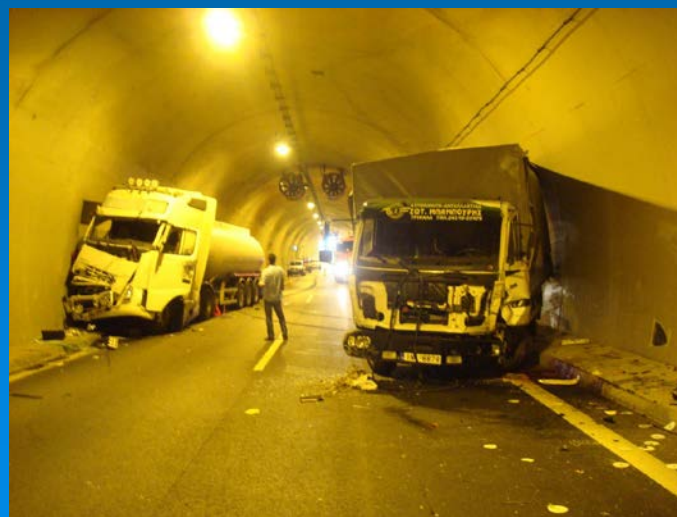


Η ΠΡΟΣΣΕΓΙΣΗ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΚΑΙ Η ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Γιάννης Μπακογιάννης



Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

1. Εισαγωγή
 2. (κάποιοι) Ορισμοί
 3. Το κανονιστικό πλαίσιο
 4. Μεθοδολογία ανάλυσης επικινδυνότητας
 5. Θέματα μελέτης και υλοποίησης
 6. Συζήτηση - συμπεράσματα
- 
- 
- 

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

➤ Οδική σήραγγα:

Οδός σε περιορισμένο χώρο με πλευρικούς και κατακόρυφους περιορισμούς.



ΕΙΔΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

- Κλειστές κατασκευές με περιορισμένο χώρο (ανησυχία, φόβος και πιο πολύπλοκη συμπεριφορά στην περίπτωση συμβάντος)
- Λιγότερες διασταυρώσεις, κόμβοι, έξοδοι, καθώς επίσης καθόλου κυκλοφορία από και προς τις παρόδιες ιδιοκτησίες
- Πεζοί και βραδυπορούντα οχήματα συνήθως δεν επιτρέπονται
- Η εγγύτητα σταθερών εμποδίων (στόμια, τοιχώματα, σήματα, οροφές)
- Συστήματα απορρόφησης ενέργειας δεν εγκαθίστανται στις σήραγγες
- ΛΕΑ δεν υπάρχουν στις περισσότερες σήραγγες
- Οι χρήστες πρέπει να προσλαμβάνουν, αναλύουν και αντιλαμβάνονται ένα διαφορετικό οδηγικό περιβάλλον.
- Οι χρήστες όταν αντιμετωπίσουν κρίσιμη κατάσταση, πρέπει να λάβουν πιο πολύπλοκες αποφάσεις σε σύντομο χρόνο.
- Αν η ποιότητα του αέρα δεν ελέγχεται επαρκώς και δεν διατηρείται εντός των επιτρεπτών ορίων, μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά των χρηστών.
- Μέσα στη σήραγγα ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες (απουσία βροχής, χιονιού, πάγου, ανέμου, ομίχλης) και λιγότερο ολισθηρό οδόστρωμα, αλλά και απότομες αλλαγές στα στόμια.
- Φωτισμός σε εικοσιτετράωρη βάση αλλά και απότομες αλλαγές στα στόμια
- Εσφαλμένη αντίληψη οριζόντιων και κατακόρυφων αποστάσεων
- Γενικώς δυσκολίες στην προσέγγιση των Υπηρεσιών Έκτακτων Καταστάσεων.

ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ (ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ & ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ)

- Βασική διαμόρφωση: μονής ή διπλής κατεύθυνσης κυκλοφορίας: υπάρχει σημαντική επίδραση όσον αφορά τον τύπο των συγκρούσεων, τις συχνότητες και τις συνέπειες
- Οριζόντια χάραξη: (ορατότητα, ουρές)
- Κατακόρυφη χάραξη: μεγάλες κλίσεις επιβραδύνουν τα βαριά οχήματα με αποτέλεσμα μεγάλες διαφορές ταχυτήτων, ενώ οδηγούν και σε εσφαλμένη αντίληψη αποστάσεων (αρμοί κάθετοι στην κλίση).
- Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας
- Πλάτος λωρίδων κυκλοφορίας (μικρό πλάτος μπορεί να προκαλέσει εμπλοκές με τη κυκλοφοριακή ροή στη γειτονική λωρίδα)
- Απόσταση μεταξύ λωρίδας κυκλοφορίας και τοιχώματος σήραγγας

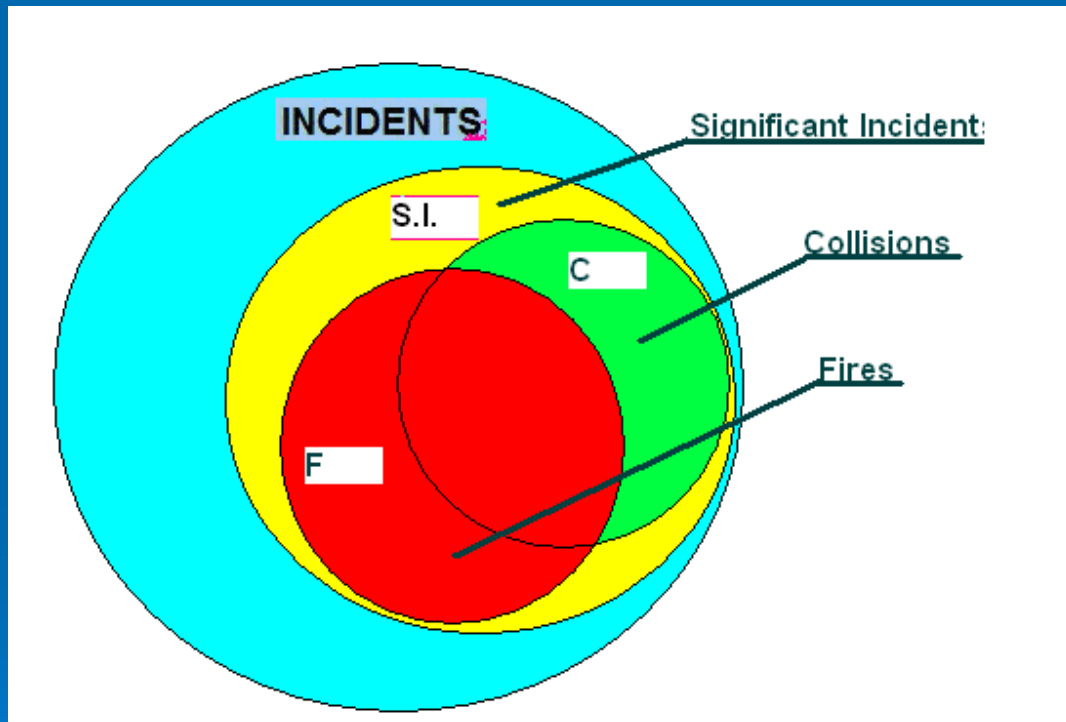
- Θέσεις στάθμευσης έκτακτης ανάγκης και ΛΕΑ.
- Μεγάλα μήκη επηρεάζουν την οδηγική συγκέντρωση
- Οι ζώνες της σήραγγας: οι συχνότητες και οι τύποι των συγκρούσεων είναι διαφορετικές στις διάφορες ζώνες
- Κυκλοφοριακός φόρτος , η σύνθεσή του και τα χαρακτηριστικά του
- Παρουσία εισερχόμενης ή εξερχόμενης κυκλοφορίας
- Ταχύτητα
- Φωτισμός
- Οπτική καθοδήγηση (π.χ. LED) έχει σημαντικά αποτελέσματα ειδικά στην περίπτωση περίπλοκων οριζόντιων χαράξεων.
- Η πληροφόρηση των οδηγών και τα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας είναι ιδιαίτερα σημαντικά σε αστικές σήραγγες.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οχημάτων επηρεάζουν τη συχνότητα και τις συνέπειες των συμβάντων
- Πολιτιστικοί παράγοντες: οδηγικές συνήθειες μπορούν να επηρεάσουν τη συχνότητα και τις συνέπειες

2. ΟΡΙΣΜΟΙ

- **Κίνδυνος (hazard):** πιθανό περιστατικό ή κατάσταση ή συνθήκη που έχει τη δυνατότητα να επιφέρει αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη ζωή και υγεία, το περιβάλλον, τις ιδιοκτησίες, την οικονομία ή συνδυασμό αυτών. Δυνητική πηγή βλάβης
- **Επικινδυνότητα (risk):** Η επίδραση της αβεβαιότητας στους στόχους (ISO 31000) Μετρητής της επικινδυνότητας ένας συνδυασμός της πιθανότητας να συμβεί μια βλάβη και της σοβαρότητας της βλάβης (ISO IEC 51).
- **Ασφάλεια:** Απουσία καταστάσεων μη αποδεκτής επικινδυνότητας (ISO IEC 51).

ΟΡΙΣΜΟΙ (συν.)

- **Συμβάν (incident)** Ανώμαλο και απρόοπτο περιστατικό που επηρεάζει αρνητικά τις λειτουργίες της σήραγγας και την ασφάλεια

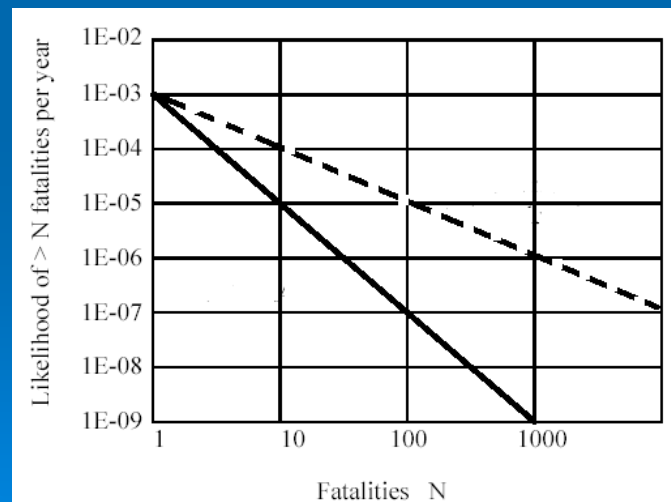
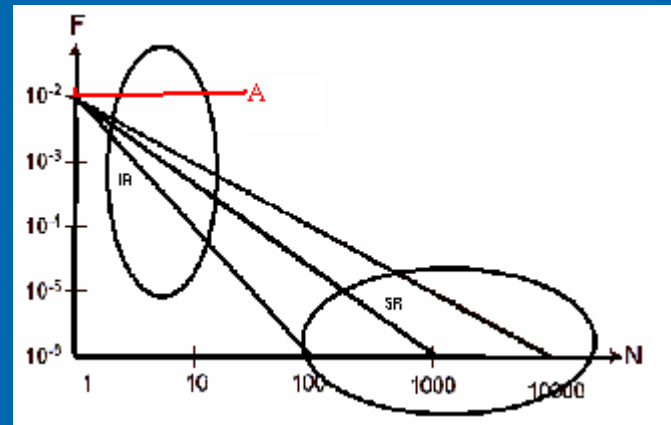


- **Ατομική επικινδυνότητα:** σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο πρόσωπο, που συνήθως εκφράζεται ως πιθανότητα να τραυματιστεί ή σκοτωθεί (τύποι: θέσης, δραστηριότητας)
- **Κοινωνική επικινδυνότητα:** σχετίζεται με την κοινωνία, συνήθως εκφραζόμενη ως ένας αναμενόμενος αριθμός θανάτων ή ένα διάγραμμα FN.
- **Αποδεκτή επικινδυνότητα (acceptable risk):**
Η επικινδυνότητα την οποία όλοι όσοι θα μπορούσαν να επηρεαστούν είναι διατεθειμένοι να αποδεχθούν, υποθέτοντας ότι δεν υπάρχουν αλλαγές στους μηχανισμούς ελέγχου αυτής της επικινδυνότητας.

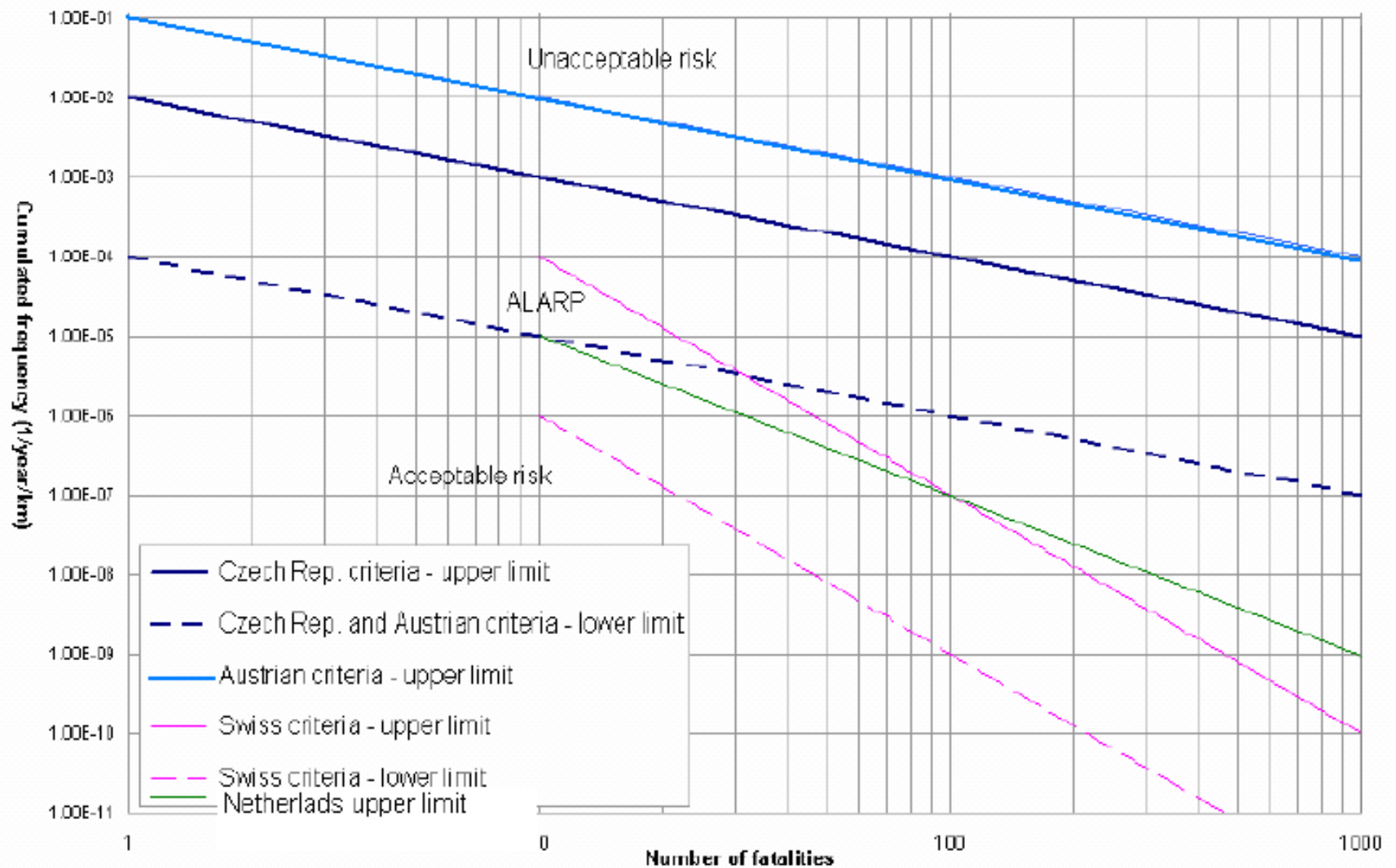


➤ **Αναμενόμενη τιμή** Μια τυπική αριθμητική έκφραση της κοινωνικής επικινδυνότητας ως το άθροισμα των συχνοτήτων/πιθανοτήτων κάθε συμβάντος ή σεναρίου πολλαπλασιαζόμενων επί τις αντίστοιχες συνέπειες

➤ **Καμπύλες FN:** καταγράφουν τη συχνότητα $F(N)$ συμβάντων ως συνάρτηση του αριθμού N ή περισσότερων θανάτων



Social risk criteria



3. ΤΟ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

- Μέχρι το 1999 οι όποιες διατάξεις αφορούσαν αποκλειστικά (και αποσπασματικά) την υποδομή και διαρρύθμιση των νέων σηράγγων
- Κυρίως κάποια “περιγραφικού” χαρακτήρα κανονιστικά κείμενα

Το 1999

**Σήραγγα Mont Blanc: 39
νεκροί**



**Σήραγγα Tauern: 12
νεκροί**

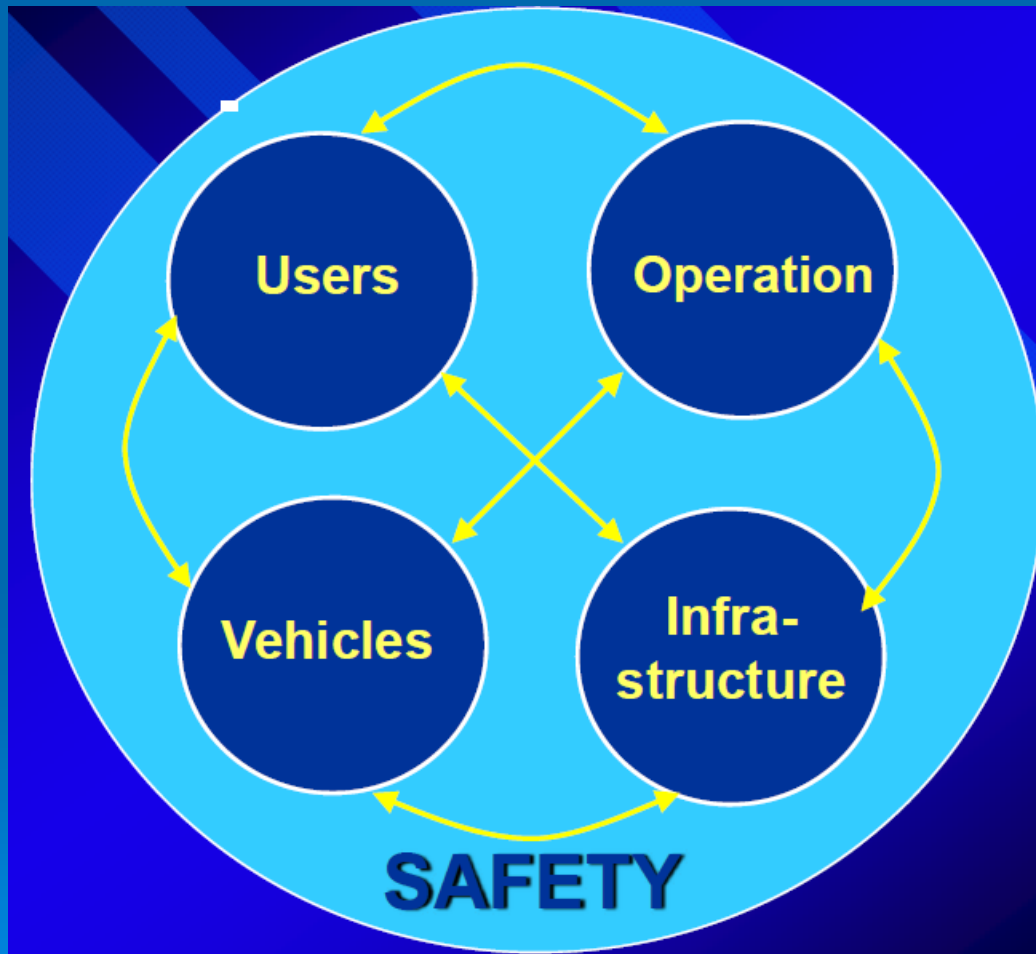


Τα πρώτα “μαθήματα”

Η ασφάλεια εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως:

- Η οργάνωση της λειτουργίας της σήραγγας
- Η συμπεριφορά των χρηστών
- Η επιχειρησιακή δυνατότητα και ετοιμότητα των Υπηρεσιών Έκτακτων Καταστάσεων
- ΚΑΤΕΠΕΙΓΟΝ: ΕΝΑ ΕΥΡΥΤΑΤΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΛΑΒΕ ΠΕΡΙΠΟΥ 8 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ (DARTS, UPTUN, SAFET, SAFE TUNNEL, ETNFiT, SIRTAKI, VIRTUAL FIRES, L-surF)

Η ΟΛΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ



Σήραγγα Gotthard 2001:11 νεκροί
Η ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ
ΚΑΘΙΣΤΑΤΑΙ ΕΠΙΤΑΚΤΙΚΗ



ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΔΙΕΘΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

- PIARC (Technical Committee on Road Tunnel Operation)
- ITA (Committee on Operational Safety in Underground Facilities COSUF)
- Ηνωμένα Έθνη (Οικονομική Επιτροπή για την Ευρώπη)

2002- Draft Οδηγίας για τις ελάχιστες απαιτήσεις ασφαλείας σηράγγων του ΔΟΔ

- Η ΕΕ πρότεινε την κατηγοριοποίηση των σηράγγων σε 5 κλάσεις, με κριτήριο αποκλειστικά δύο παραμέτρους: κυκλοφοριακό φόρτο και το μήκος κάθε σήραγγας.
- Σε κάθε κλάση αντιστοιχεί ένα σύνολο μέτρων ασφαλείας
- **Η πλειοψηφία των Κρατών Μελών τοποθετήθηκε αρνητικά σε αυτό το σχέδιο.**

ΟΔΗΓΙΑ 2004/54/ΕΚ

Στόχος: ελάχιστο επίπεδο ασφάλειας για τους χρήστες των σήραγγων με:

- πρόληψη των κρίσιμων συμβάντων που ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή, το περιβάλλον και τις εγκαταστάσεις της σήραγγας
- Πρόβλεψη προστασίας στην περίπτωση συμβάντος

Εφαρμόζεται σε: σήραγγες > 500m στο ΔΟΔ σε κάθε στάδιο

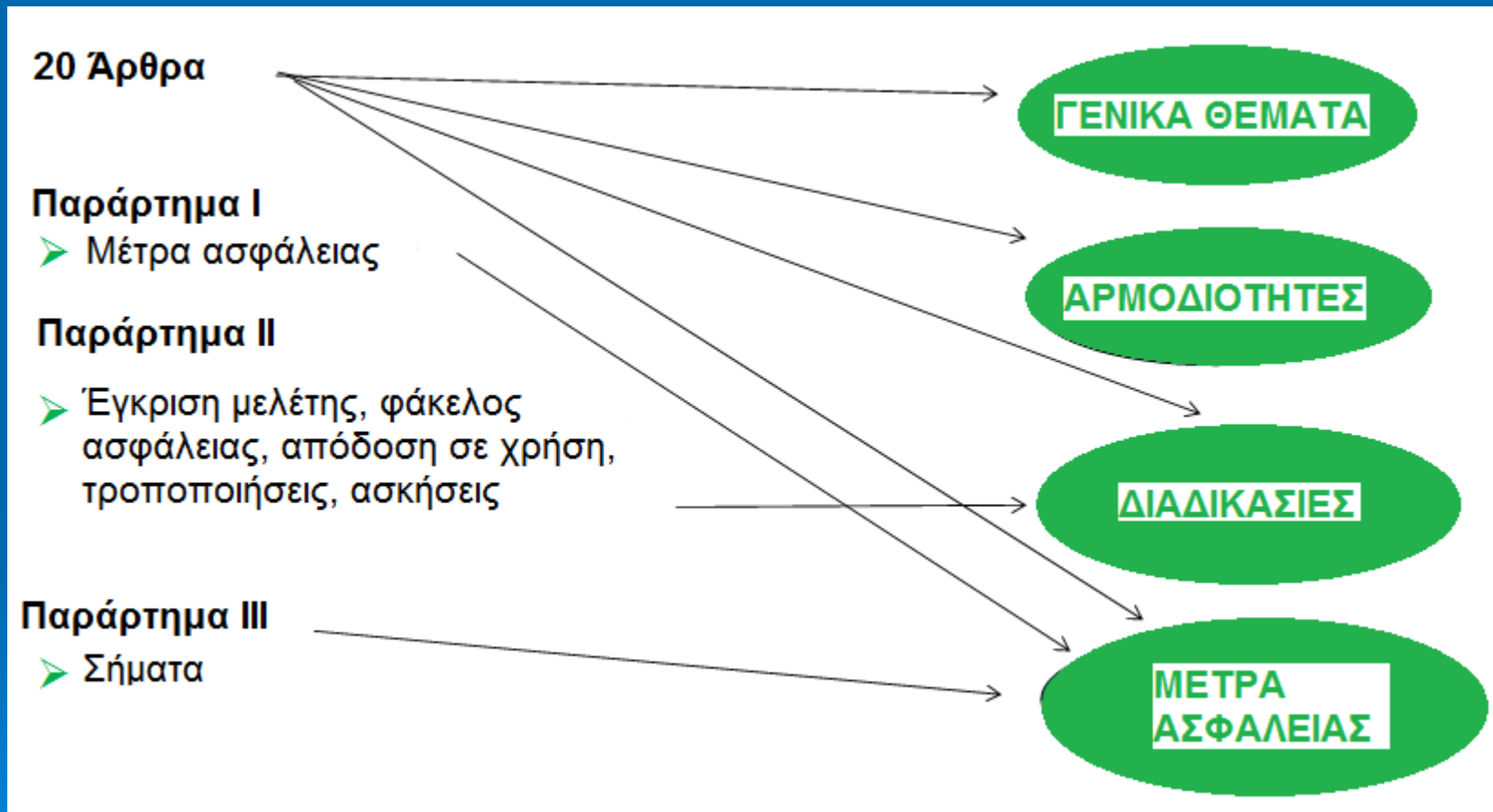
- Σε λειτουργία, υπό κατασκευή, σε μελέτη

Ενθαρρύνονται τα Κράτη Μέλη να εφαρμόζουν αντίστοιχα επίπεδα ασφάλειας

- Σήραγγες > 500 m όχι στο ΔΟΔ
- Και/ή σε μικρότερες σήραγγες

Διορία συμμόρφωσης: 30/04/2014 ή 30/04/2019

Η δομή της Οδηγίας 2004/54



ΟΔΗΓΙΑ 2004/54/ΕΚ

- Εισάγει το κύρια στοιχεία ενός Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Σήραγγας (PDCA (plan–do–check–act))
- Καθορίζει αρμοδιότητες / βασικούς ρόλους/ διαδικασίες
- Καθορίζει μια ολοκληρωμένη ολιστική προσέγγιση για τη λήψη απόφασης σχετικά με τα μέτρα ασφαλείας
- Προβλέπει προσέγγιση επικινδυνότητας (risk analysis)
- Προβλέπει ένα σύστημα ανατροφοδότησης της εμπειρίας
- Ορίζει ελάχιστες απαιτήσεις ασφαλείας (περιγραφικές)
- Διαδικασία για την εξαίρεση των ελάχιστων απαιτήσεων
- Παρέχει μια διαδικασία παρέκκλισης για καινοτόμους τεχνικές και την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο
- Υποχρέωση υποβολής έκθεσης προς τη ΕΕ

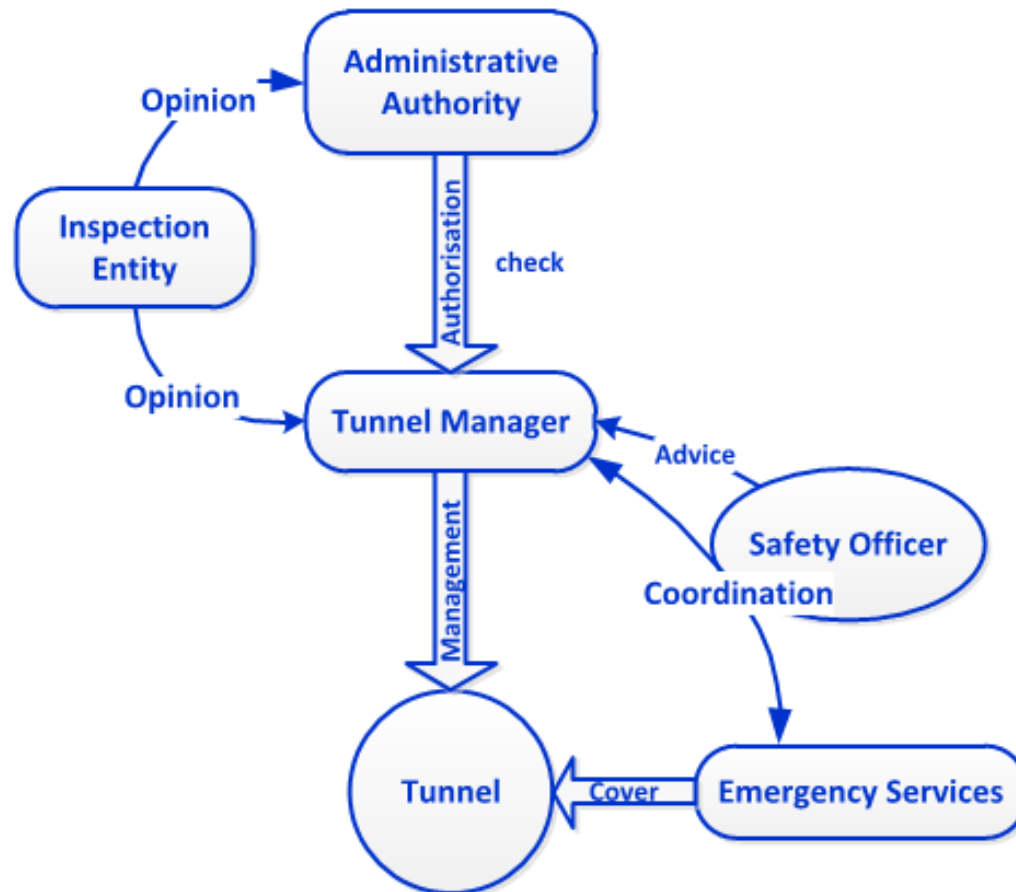
Η Οδηγία 2004/54/ΕΚ τέθηκε σε ισχύ στην Ελλάδα με το
ΠΔ 230/2007.

- 16 άρθρα: περιγράφουν τα γενικά θέματα, κατανέμουν αρμοδιότητες και καθορίζουν διαδικασίες
- Παράρτημα Ι: Μέτρα ασφάλειας
- Παράρτημα ΙΙ: Διαδικασίες: Έγκριση της μελέτης, φάκελος ασφαλείας, θέση μιας σήραγγας σε λειτουργία, τροποποιήσεις και περιοδικές ασκήσεις
- Παράρτημα ΙΙΙ: Σήμανση σηράγγων

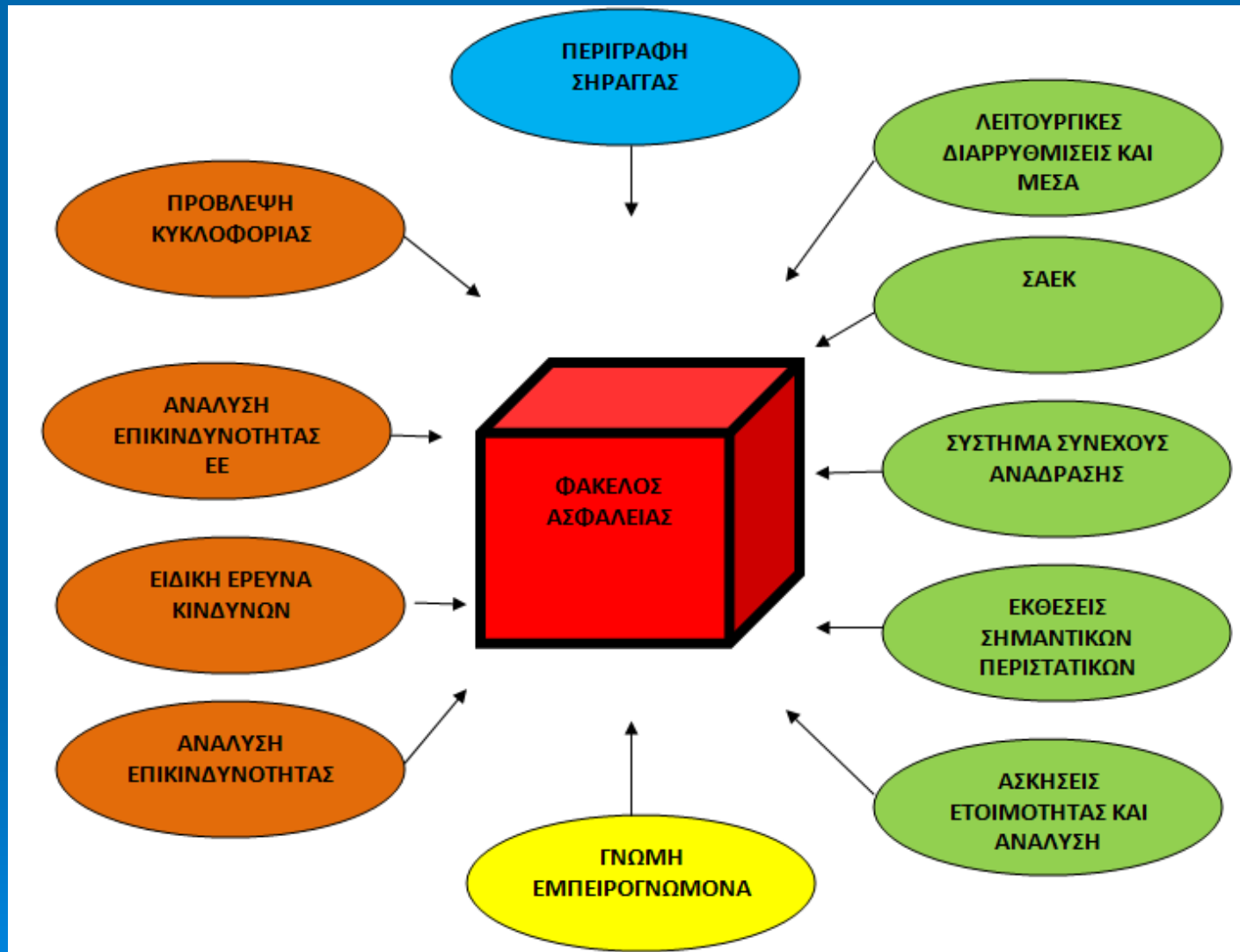
Κατανομή αρμοδιοτήτων

- Διοικητική Αρχή Σηράγγων
- Διαχειριστής Σήραγγας
- Αρμόδιος Ασφάλειας
- Υπηρεσίες Έκτακτων Καταστάσεων
- Τεχνικοί Εμπειρογνώμονες (για τεχνικές επιθεωρήσεις και γνωμοδοτήσεις)

Κατανομή αρμοδιοτήτων και διαδικασίες λήψης απόφασης



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ: Φάκελος Ασφάλειας



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ: (συν.)

- Ο Φ.Α. υποβάλλεται στη ΔΑΣ (κατά το στάδιο της μελέτης, πριν την απόδοση στην κυκλοφορία για τη σχετική αδειοδότηση και μετά από σημαντικές τροποποιήσεις
- Εκθέσεις σημαντικών συμβάντων
- Ασκήσεις ετοιμότητας (Διαχειριστής – Αρμόδιος ασφάλειας – Υπηρεσίες Ε.Κ.)
- Επιθεωρήσεις
- Πληροφοριακές δράσεις

ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ:

- Για την υποδομή, εξοπλισμό και συστήματα: για υφιστάμενες σήραγγες $\leq$ για νέες
- Για τη λειτουργία: για υφιστάμενες σήραγγες $\equiv$ για νέες

ΟΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΠΟΥ ΕΜΠΙΠΤΟΥΝ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ Π.Δ. 230/2007

ΣΤΑΔΙΟ	Διπλού κλάδου μονής κατεύθυνσης κυκλοφορίας	Μονού κλάδου μονής κατεύθυνσης κυκλοφορίας	Μονού κλάδου αμφίδρομης κυκλοφορίας
Λειτουργία	48 (μήκος μονού κλάδου 118 χλμ)		3 (μήκος 3χλμ)
Κατασκευή	13 (μήκος μονού κλάδου 42 χλμ)	4 (μήκος 2,3 χλμ)	
Μελέτη	2 (μήκος μονού κλάδου 7,2 χλμ)		3 (μήκος 6 χλμ)

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

- **Περιγραφική προσέγγιση:** Αν ικανοποιούνται κάποια σαφώς περιγραφόμενα κανονιστικά μέτρα, τότε η κατασκευή είναι ασφαλής
- **Προσέγγιση επικινδυνότητας (risk based approach):** Η κατασκευή θεωρείται ασφαλής όταν ικανοποιεί κάποια κριτήρια αποδοχής της επικινδυνότητας
- **Η προσέγγιση του Π.Δ. και της Οδηγίας:** κάτι ανάμεσα στα δύο παραπάνω

- Η ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ Π.Δ. 230 & της ΟΔΗΓΙΑΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΟΣ
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ
ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ
ΜΕΤΡΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ
ΔΙΑΡΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ



ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ Π.Δ.230/2007

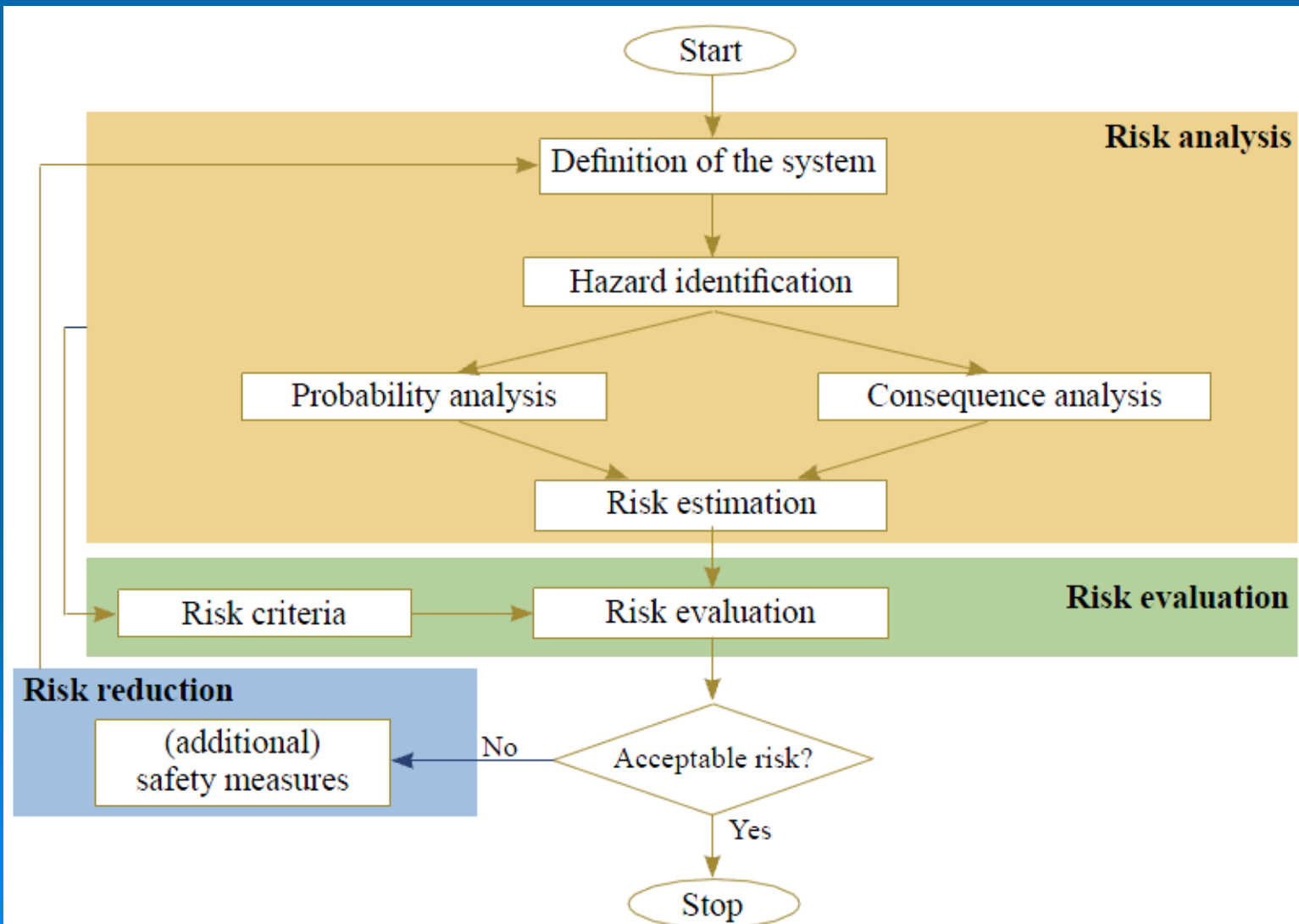
- Αιτιολόγηση εναλλακτικών μέτρων ισοδύναμου επιπέδου προστασίας
- Για την διερεύνηση της επίδρασης ειδικών χαρακτηριστικών
- Επίδραση μεγάλης κατά μήκος κλίσης
- Επίδραση λωρίδων μικρού πλάτους
- Σύστημα αποχέτευσης οδοστρώματος
- Απόφαση για Σύστημα αερισμού
- Απόφαση για την θέση των υπηρεσιών διάσωσης
- Ανάλυση επικινδυνότητας από διέλευση ΕΕ
- Διερεύνηση της δυνατότητας να επιτρέπεται στα φορτηγά το προσπέρασμα σε σήραγγες που διαθέτουν περισσότερες από μία λωρίδες ανά κατεύθυνση

ΕΙΔΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

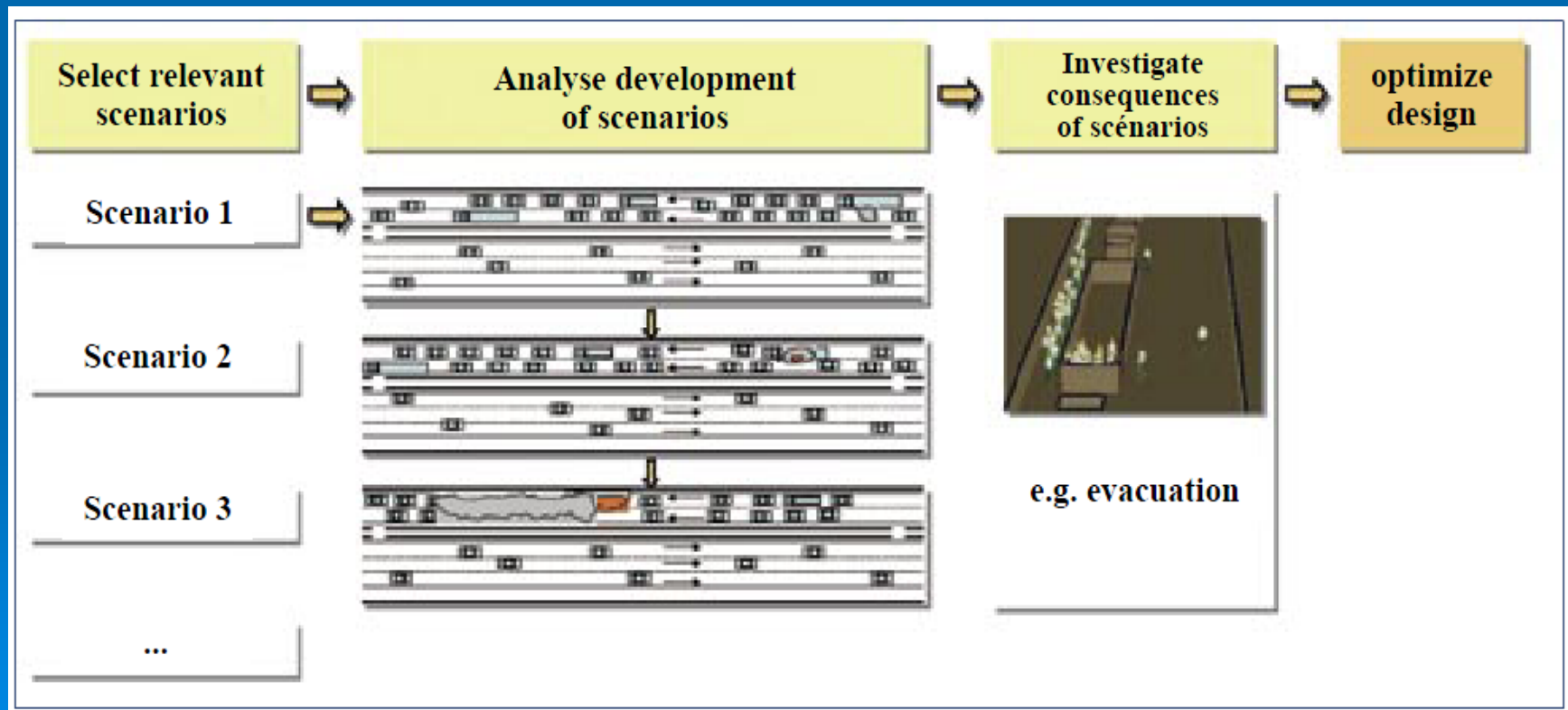
- Τυπικό στοιχείο του Φ.Α.
- Περιγράφει ενδεχόμενα ατυχήματα και η φύση και το μέγεθος των πιθανών συνεπειών τους, ενώ προσδιορίζονται και αιτιολογούνται τα μέτρα για τη μείωση της πιθανότητας ατυχήματος και των συνεπειών τους,



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (PIARC Report: Risk analysis for road tunnels)



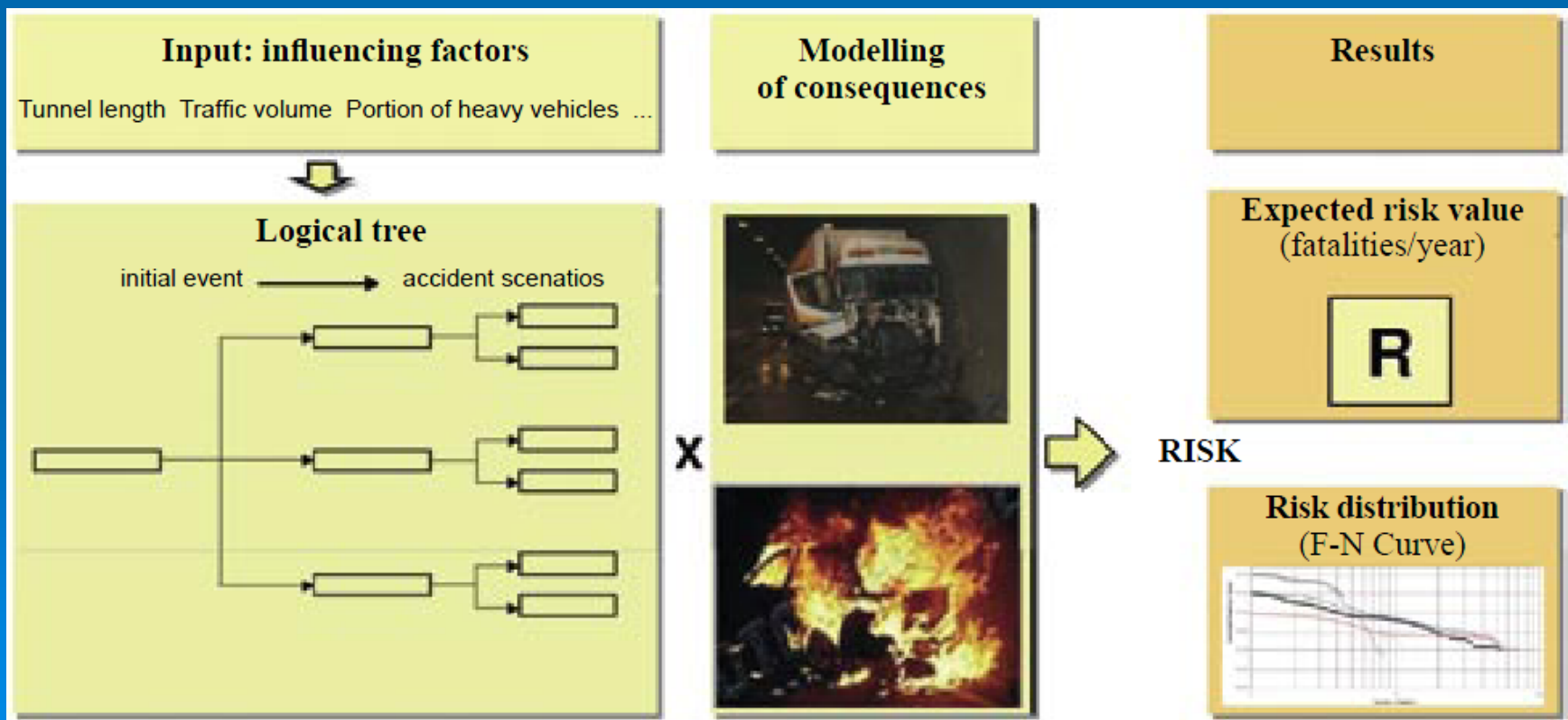
ΟΙ ΔΥΟ ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ:
ΣΕΝΑΡΙΑΚΗ (PIARC Report: Risk analysis for road tunnels)
καθορίζει ένα σύνολο σεναρίων, σε κάθε ένα ξεχωριστά υπολογισμός πιθανότητας και συνεπειών. Βελτιστοποίηση οδών διαφυγής, διερεύνηση ειδικών προβλημάτων, χρονική εξέλιξη των συνεπειών και σχεδιασμός έκτακτων μέτρων. Ανήκει στις αιτιοκρατικές μεθόδους



ΣΥΣΤΗΜΙΚΗ (PIARC Report: Risk analysis for road tunnels)

διερευνά το συνολικό σύστημα σε ενοποιημένη διαδικασία, που περιλαμβάνει όλα τα σχετικά σενάρια που μπορούν να επηρεάσουν την επικινδυνότητα του συστήματος. Αξιολόγηση διαφόρων μέτρων μείωσης της επικινδυνότητας.

Πιθανοτική μέθοδος. Μπορεί να αποδώσει τη μαθηματική έκφραση της επικινδυνότητας ($R=P \cdot C$). Ουσιώδης και βασική προϋπόθεση εφαρμογής: Η ύπαρξη στατιστικώς αξιόπιστης, επαρκούς και πλήρους βάσεως δεδομένων για ατυχήματα και συνέπειες



traffic intensity [veh/year]	collision frequency [1/veh/km]	traffic jam	lorry type	goods	leak	leak size	fire	fire type	frequency [1/year/km]	casualties	risk [1/year/km]	risk [1/year]			
2.2E+07	1E-07	yes	HGV	inflammable	0.5	n.a	n.a	yes	0.025	1.1E-03	124	1.38E-01	5.51E-01		
								no	0.975						
				flammable	0.5	n.a	n.a	yes	0.025	1.1E-03	249	2.75E-01	1.10E+00		
								no	0.975			0	0		
				liquid	0.8	yes	0.06	insignificant	0.25			0	0		
								5 m3	0.6	yes	0.13	4.7E-07	250	1.22E-04	4.88E-04
										no	0.87			0	0
								all	0.15	yes	0.13	1.2E-07	284	3.35E-05	1.34E-04
			DGV	gas	0.2	yes	0.03			no	0.87			0	0
								insignificant	0.79			0	0		
				continuous	0.2	n.a	n.a	flame	0.8	1.1E-07	265	2.90E-05	1.16E-04		
								jet	0.2	2.7E-08	403	1.10E-05	4.41E-05		
								flash	0.2	1.6E-08	521	7.68E-06	3.07E-05		
								BLEVE indirect	0.48	3.5E-08	335	1.19E-05	4.74E-05		
				all	0.11	n.a	n.a	BLEVE direct	0.32	2.4E-08	582	1.37E-05	5.49E-05		
												0	0		
				car	0.85	no	0.97					0	0		
												0	0		
			no	0.73									0	0	
											sum	1.852			

ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

➤ «ΚΑΘΟΛΙΚΗ»

Όλα τα οχήματα.
Επικίνδυνα και μη
εμπορεύματα

Πολύπλοκη, απαιτήσεις
μεγαλύτερες σε δεδομένα

➤ ΔΥΟ ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ

- ❖ **Επικίνδυνα εμπορεύματα:** μικρής πιθανότητας – μεγάλων συνεπειών γεγονός: κυρίως κοινωνική επικινδυνότητα
- ❖ **Όλα τα υπόλοιπα:** ατομική + κοινωνική επικινδυνότητα

<http://www.eesy.gr>

Ενότητα ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠ. ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ
ΓΕΝ. ΓΡΑΜ. ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΛΕΥΣΗ
ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΜΕΤΑΦΕΡΟΥΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ
ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΟΔΙΚΕΣ ΣΗΡΑΓΓΕΣ
ΠΟΥ ΕΜΠΙΠΤΟΥΝ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ
Π.Δ. 230/07

ΑΘΗΝΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2011



Δ.Α.Σ	Α.Ε.Π.	0004	2	0.2	8/2011
-------	--------	------	---	-----	--------



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠ. ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ
ΓΕΝ. ΓΡΑΜ. ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΕΜΠΛΟΚΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ
ΠΟΥ ΜΕΤΑΦΕΡΟΥΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΑ
ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΟΔΙΚΕΣ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΠΟΥ ΕΜΠΙΠΤΟΥΝ ΣΤΟ
ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ Π.Δ. 230/07
(ΣΕΝΑΡΙΑΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ)

ΑΘΗΝΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2011



Δ.Α.Σ	Α.Ε.Π.	0003	1	0.2	8/2011
-------	--------	------	---	-----	--------

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (Α.Ε.) ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΣΗΡΑΓΓΕΣ

Η Α.Ε. διενεργείται σε μια σταδιακή διαδικασία χρησιμοποιώντας το προσομοίωμα DG QRA και περιορίζοντας σε πρώτη φάση τις συνέπειες μόνο σε αυτές που αφορούν ανθρώπινες ζωές



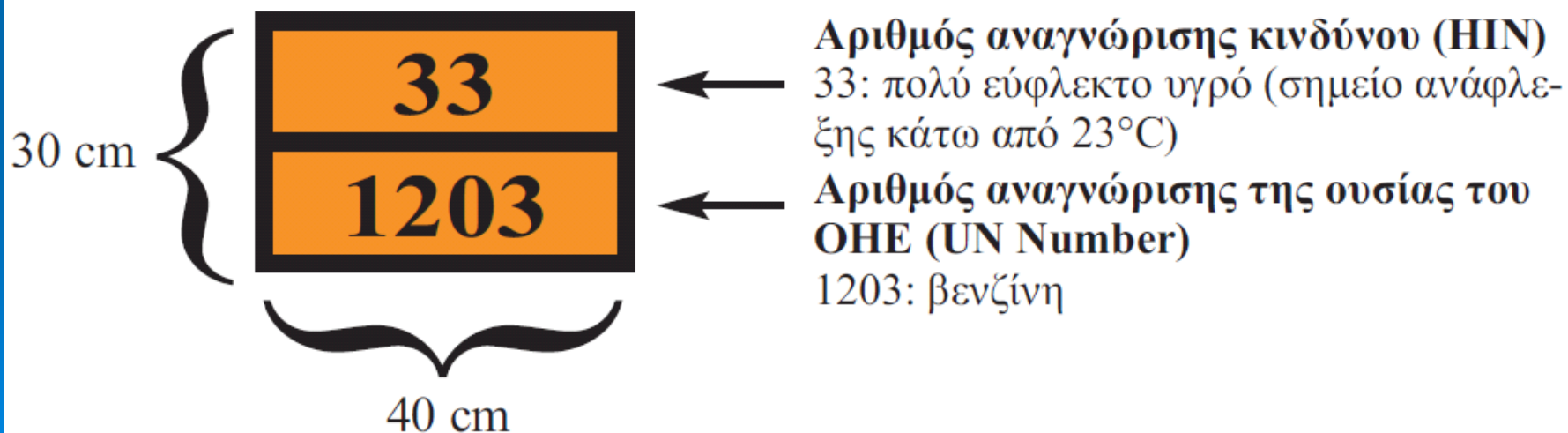
ΟΙ ΚΛΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΕ

Κλάση 1	Εκρηκτικά
Κλάση 2	Αέρια: πεπιεσμένα, υγροποιημένα ή διαλυμένα υπό πίεση
Κλάση 3	Εύφλεκτα υγρά
Κλάση 4.1	Εύφλεκτα στερεά
Κλάση 4.2	Εύφλεκτα στερεά ή ύλες που υφίστανται αυτόματη καύση
Κλάση 4.3	Ύλες που παράγουν εύφλεκτα αέρια κατά την επαφή τους με το νερό
Κλάση 5.1	Οξειδωτικές ύλες
Κλάση 5.2	Οργανικά υπεροξειδία
Κλάση 6.1	Τοξικές Ύλες
Κλάση 6.2	Απεχθείς, νοσογόνες και μολυσματικές ύλες
Κλάση 7	Ραδιενεργές ύλες
Κλάση 8	Διαβρωτικές ύλες
Κλάση 9	Διάφορες επικίνδυνες ύλες και είδη

Αναγνώριση κινδύνου: Πινακίδα πορτοκαλί χρώματος (orange-coloured plate):

- 2. Εκπομπή αερίου λόγω πίεσης ή χημικής αντίδρασης.
- 3. Ευφλεκτότητα υγρών (ατμών) και αερίων ή αυτοθερμαινόμενων υγρών.
- 4. Ευφλεκτότητα στερεών ή αυτοθερμαινόμενων στερεών.
- 5. Οξειδωτική (πυροδυναμωτική) επίδραση.
- 6. Τοξικότητα ή κίνδυνος μόλυνσης.
- 7. Ραδιενέργεια.
- 8. Διαβρωτικότητα.
- 9. Κίνδυνος αυθόρμητης βίαιης αντίδρασης.

ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ADR



Κατηγορίες σήραγγων κατά ADR

ΟΡΙΣΜΟΣ

A	Κανένας περιορισμός στη διέλευση ΕΕ
B	Απαγορεύονται τα ΕΕ που μπορούν να οδηγήσουν σε πολύ μεγάλη έκρηξη
C	Απαγορεύονται τα ΕΕ που μπορούν να οδηγήσουν σε πολύ μεγάλη έκρηξη, σε μεγάλη έκρηξη ή απελευθέρωση τοξικών
D	Απαγορεύονται τα ΕΕ που μπορούν να οδηγήσουν σε πολύ μεγάλη έκρηξη, σε μεγάλη έκρηξη, σε απελευθέρωση τοξικών ή σε μεγάλη φωτιά
E	Απαγορεύονται όλα τα ΕΕ

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΕ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Κατηγορία σήραγγας	Κωδικοί περιορισμού των ΕΕ που διέρχονται από τη διαδρομή της σήραγγα	Κωδικοί περιορισμού των ΕΕ που πρέπει να διέλθουν από την εναλλακτική διαδρομή
A	B,C,D,E	
B	B,C,D	B
C	B,C	B, C
D	B	B, C, D
E		B, C, D, E
UN numbers 2919, 3291, 3331, 3359 and 3373 ,μπορούν να διέρχονται		

Το προσομοίωμα DG QRA

- Το DG QRA βασίζεται στο Excel και μάλιστα σε παλαιότερες εκδόσεις και χρειάζεται αναβάθμιση
- Συνδυασμός φύλλων εργασίας και macro programming
- Χρησιμοποιεί για διευκόλυνση του χρήστη φόρμες καταχώρησης δεδομένων

Tunnel 1 inputs

symbol units data

cross-section geometry

effective width	W	m	10.5
effective height	H	m	4.55
open cross-sectional area	A	m2	47.775
camber	Cam	%	2

lengthwise geometry

...segments (homogeneous - ventilation, gradient)

total number of segments	Ns	-	7						
segment number		-	1	2	3	4	5	6	7
segment lengths	Xs	m	1425	1424	1157.5	1157.5	1146	1146	1146
total length of tunnel	Xt	m	8602						
segment gradient	Gs	%	0	1.65	1.65	1.65	-0.5	-0.5	-0.5

...nodes (segment start and end points)

introduce logarithmic scale and data policy										
total number of nodes	Nn	-	8							
node number		-	1	2	3	4	5	6	7	8
location of node	Xn	m	0	1425	2849	4006.5	5164	6310	7456	8602

ventilation - normal

...segments										
segment number		-	1	2	3	4	5	6	7	
volume flow rate extracted from tunnel	VsN	m³/s	0	0	0	0	0	0	0	
...nodes (segment start and end points)										
node number		-	1	2	3	4	5	6	7	8
volume flow rate along tunnel at nodes	VnN	m³/s	1.8	29.1	56.4	79.8	103.2	124.8	46	168

Dialog Boxes

OECD QRA-model --- Dialogue Box 1/4

Do you intend to use the Fortran program Rk-DG (allows to perform 2D calculations in the Open)? ☐ Yes ☒ No

Directions A & B to be described indistinctly for all periods (input is sum of both traffics)? ☒ Yes ☐ No

☒ Yes ☐ No Non-DG HGV considered? <----(

Select the scenarios you intend to study:

- ☒ Scenario 1: 20MW fire
- ☒ Scenario 2: 100MW fire
- ☒ Scenario 3: BLEVE of a 50kg propane cylinder
- ☒ Scenario 4: Motor spirit pool fire
- ☒ Scenario 5: VCE of motor spirit
- ☐ Scenario 6: Chlorine release
- ☒ Scenario 7: BLEVE of a 18 tonne propane tank
- ☒ Scenario 8: VCE of propane
- ☒ Scenario 9: Propane torch fire
- ☒ Scenario 10: Ammonia release
- ☐ Scenario 11:
- ☐ Scenario 12:
- ☐ Scenario 13:
- ☐ Scenario 14:
- ☐ Scenario 15:
- ☐ Scenario 16:
- ☐ Scenario 17:
- ☐ Scenario 18:
- ☐ Scenario 19:
- ☐ Scenario 20:

OECD QRA-model --- Dialogue Box 2/4

Enter the number of sections to consider (both for direction A and B):

Enter the name of one of the country where the route is located:

Traffic and population characteristics are entered for:

- ☐ 3 periods of time (peak, normal, quiet)
- ☐ 2 periods of time (normal, quiet)
- ☐ 1 period (normal)

Γενικές παραδοχές

- Η επικινδυνότητα χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία:
 - Την πιθανότητα ενός συμβάντος (συχνότητα εμφάνισης).
 - Τις συνέπειες του συμβάντος
- Η επικινδυνότητα εξαρτάται από τον τρόπο διενέργειας της κυκλοφορίας και το περιβάλλον:
 - Η ανάλυση του συστήματος κυκλοφορίας οδηγεί στην ανάπτυξη ενός δένδρου σφαλμάτων και ενός δένδρου γεγονότων
 - Η ανάλυση του περιβάλλοντος οδηγεί στον καθορισμό της προς μελέτη τρωτότητας
- Πλήρης αποτίμηση όλων των πιθανών σεναρίων είναι απλώς αδύνατη:
 - Καθορισμός απλοποιημένων σεναρίων που ρεαλιστικά αποδεχόμαστε ότι είναι η βάση της αποτίμησης
 -

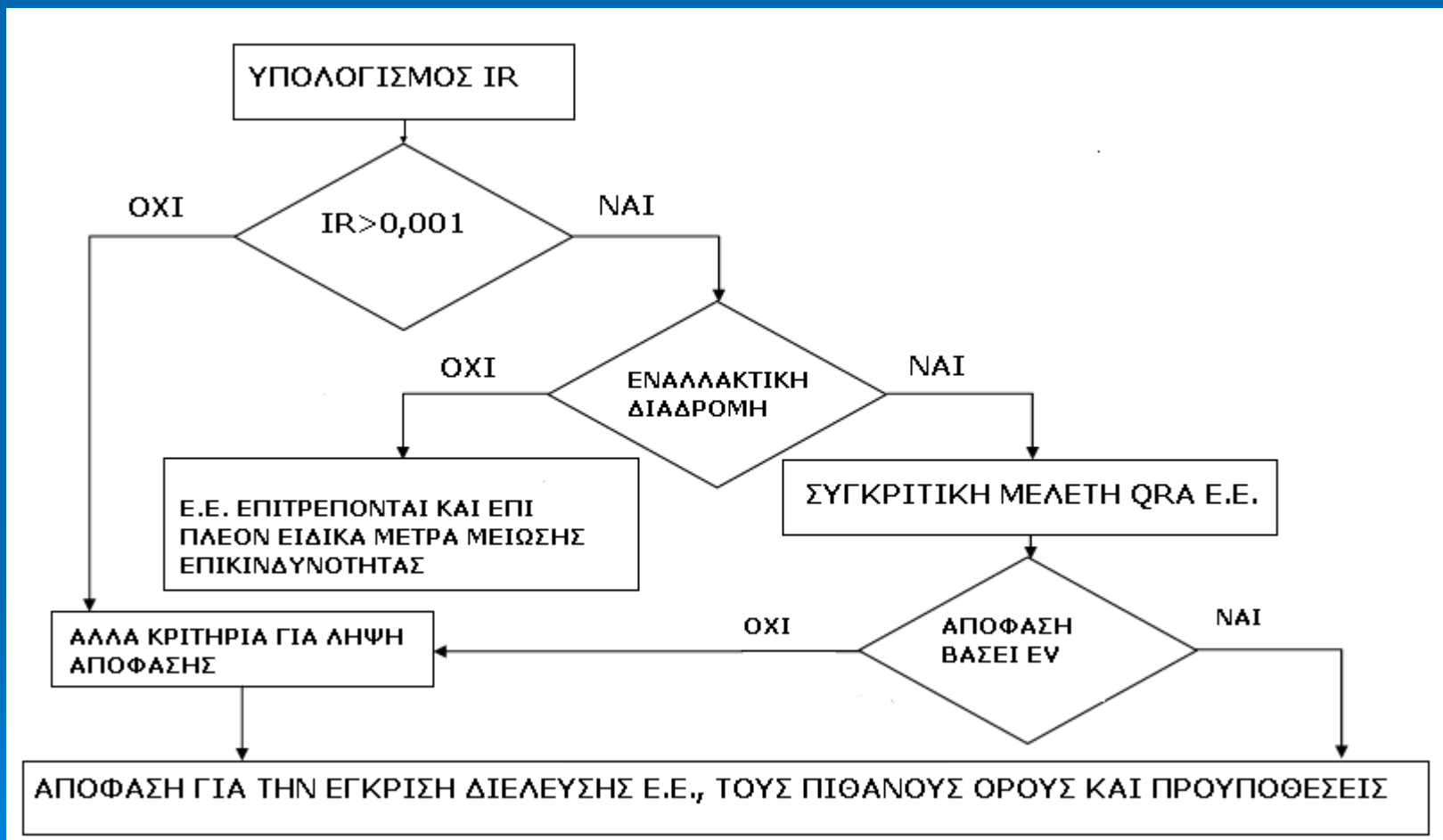
Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΑΝΟΙΓΕΚΡΟ (mm)	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥ
1	Φωτιά 20MW σε φορτηγό μη ΕΕ	-	-	Καπνός θερμοκρασία, έλλειψη οξυγόνου, τοξικά αέρια
2	Φωτιά 100 MW σε φορτηγό μη ΕΕ	-	-	Καπνός θερμοκρασία, έλλειψη οξυγόνου, τοξικά αέρια
3	BLEEVE LPG σε φιάλες	50kgr	-	Σφαίρα φωτιάς, Θερμική ακτινοβολία
4	Λίμνη φωτιάς βενζίνης σε βυτίο	28ton	100m m	Καπνός θερμοκρασία, έλλειψη οξυγόνου, τοξικά αέρια
5	Έκρηξη νέφους ατμών βενζίνης σε βυτίο	28 ton	100	Φωτιά αερίου νέφους, υπερπίεση
6	Διαφυγή χλωρίου σε βυτίο.	20 ton	50	Τοξικότητα χλωρίου
7	BLEVE LPG σε βυτίο	18 ton	-	Σφαίρα φωτιάς, Θερμική ακτινοβολία
8	Έκρηξη νέφους ατμών LPG	18 ton	50	Φωτιά αερίου νέφους, υπερπίεση
9	Πίδακας φωτιάς LPG σε βυτίο	18 ton	50	Καπνός θερμοκρασία, έλλειψη οξυγόνου, τοξικά αέρια
10	Διαφυγή αμμωνίας	20 ton	50	Τοξικότητα αμμωνίας
11	Διαφυγή ακρολεϊνης σε βυτίο	25 ton	100	Τοξικότητα ακρολεϊνης
12	Διαφυγή ακρολεϊνης σε κυλίνδρους	100 lt	4	Τοξικότητα ακρολεϊνης

Κατάταξη σηράγγων σύμφωνα με ADR 2007 (1.9.5.2 & 8.6)

Αντιστοίχιση των κλάσεων ADR στα
σενάρια

- **Κλάση A:** Σενάρια 1-13 (all)
- **Κλάση B:** Σενάρια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13
- **Κλάση C:** Σενάρια 1, 2, 3, 4, 5, 12
- **Κλάση D:** Σενάρια 1, 2, 3, 12
- **Κλάση E:** Σενάρια 1, 2

Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ



Μετρητής της επικινδυνότητας για τη σύγκριση των διαδρομών είναι η αναμενόμενη τιμή EV

- **EV1/ EV2<3:** Λόγω των αβεβαιοτήτων (δεδομένων και προσομοιώματος) η επικινδυνότητα των δύο διαδρομών θεωρείται ως ισοδύναμη και θα πρέπει για την επιλογή της διαδρομής να εφαρμοστούν άλλα κριτήρια.
- **3< EV1/ EV2<10:** απαιτείται ανάλυση ευαισθησίας για να αποφασιστεί η κατάταξη στις άλλες δύο περιπτώσεις
- **EV1/ EV2>10:** επιλέγεται η διαδρομή 2.

Άλλα κριτήρια

- Αποστροφή της επικινδυνότητας (risk aversion) Η συμπεριφορά κάποιου να αποτιμά μια επικινδυνότητα μεγαλύτερη από την στατιστικώς αναμενόμενη τιμή της
- Συνεκτίμηση των ατυχημάτων με φορτηγά που μεταφέρουν επικίνδυνα εμπορεύματα, χωρίς απελευθέρωση αυτών καθαυτών των επικίνδυνων εμπορευμάτων.
- Εξέταση άλλων συνεπειών από την υλοποίηση σεναρίου π.χ. στο φυσικό, δομημένο περιβάλλον, σε πολιτιστικά αγαθά,
- Οικονομικές επιπτώσεις σε διάφορες πληθυσμιακές ομάδες
- Εφικτότητα υλοποίησης μιας διαδρομής από διάφορους κινδύνους και βιωσιμότητά της σε διάφορες χρονικές περιόδους
- Δυνατότητα υλοποίησης ενός αποτελεσματικού ΣΑΕΚ (π.χ. απαιτούμενος χρόνος άφιξης Υπηρεσιών έκτακτων Καταστάσεων)

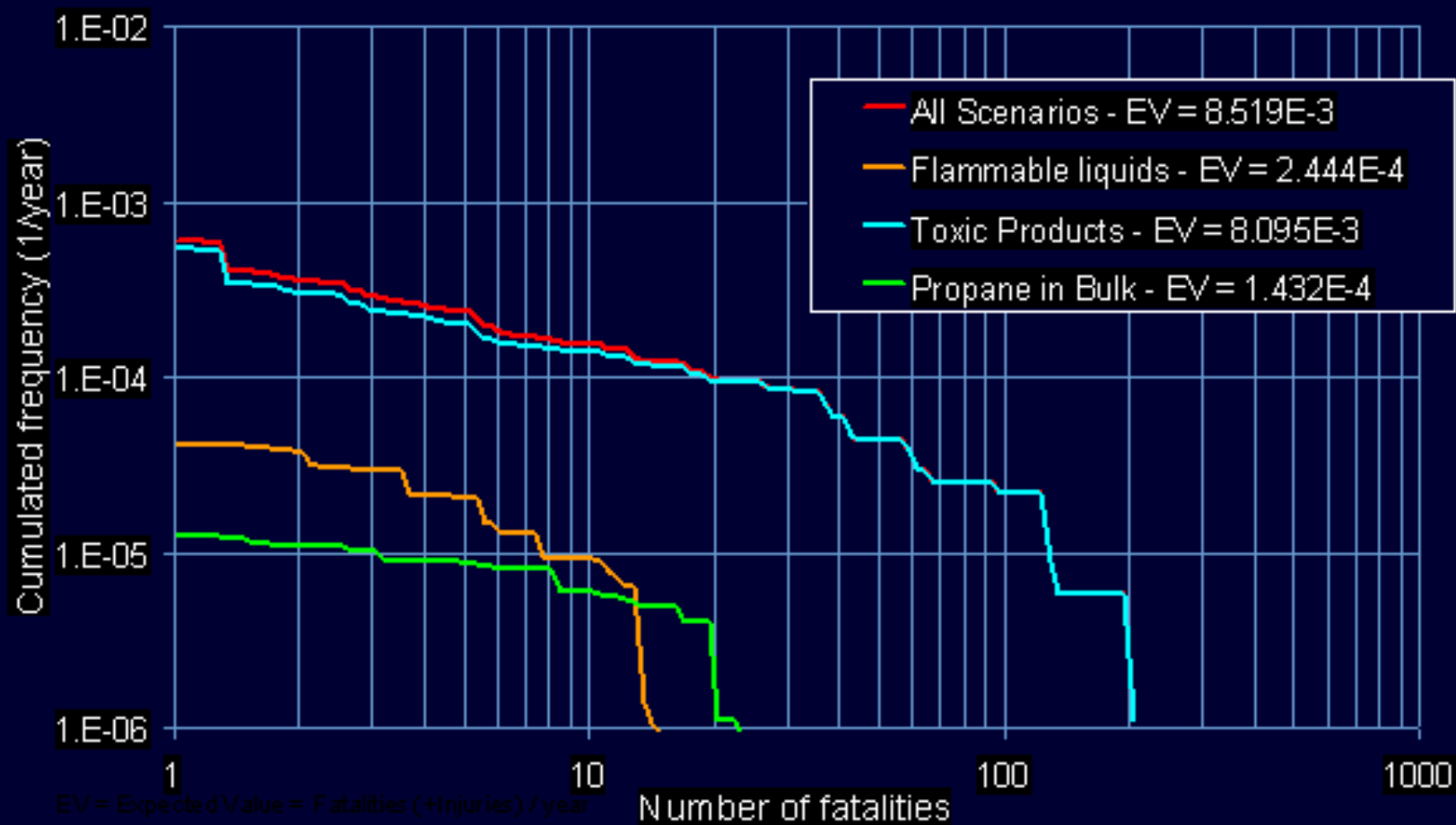
Αποτελέσματα (μορφή – τύποι)

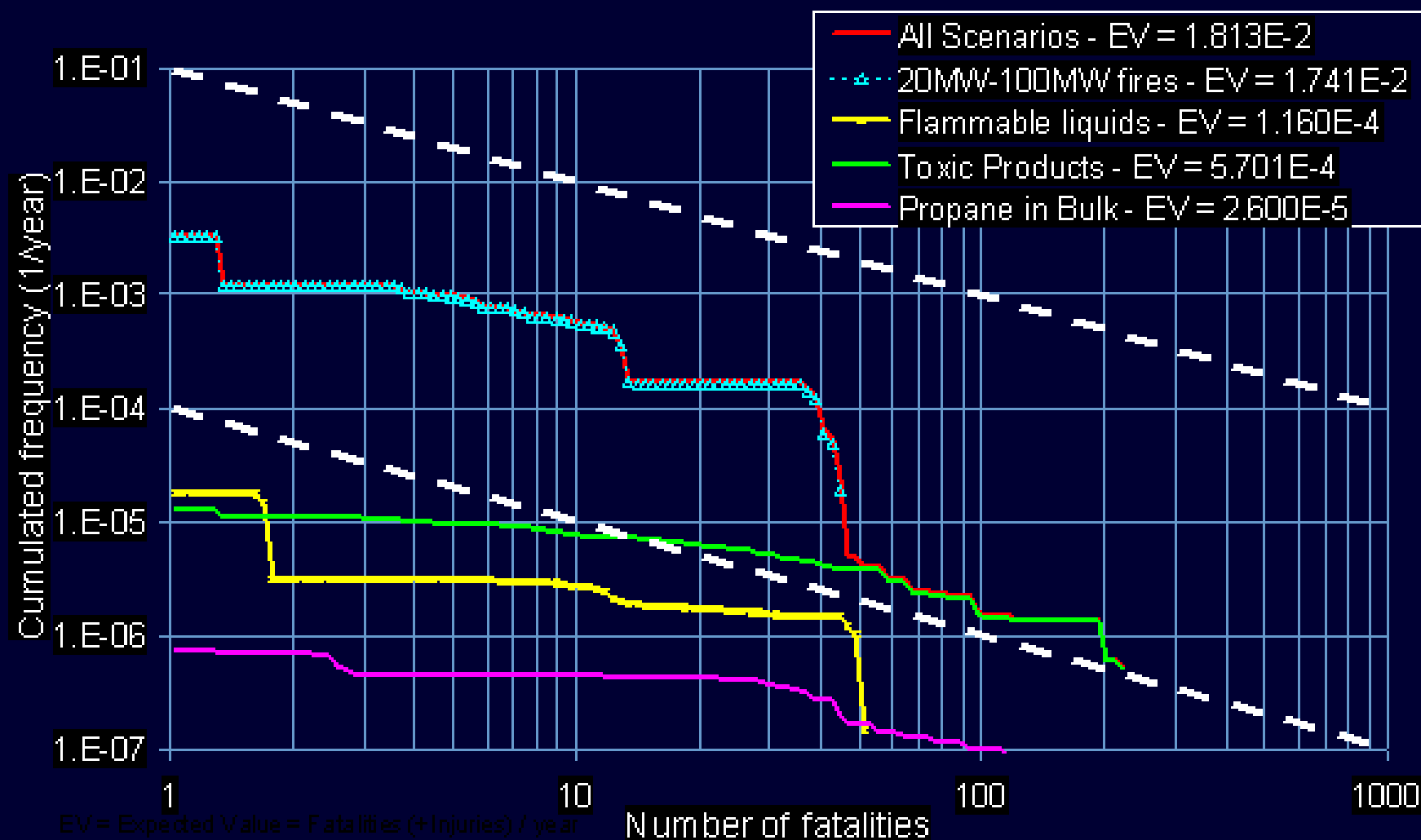
- EV που αντιστοιχεί σε όλα τα σενάρια και για όλα τα Ε.Ε.
- EV για κάθε ειδικό σενάριο ή για ομάδα σεναρίων, ή για όλα τα σενάρια που σχετίζονται με ένα ειδικό τύπο Ε.Ε.
- F-N διαγράμματα



F-N διαγράμματα – Χρήση

- Αποκάλυψη της συμμετοχής κάθε τύπου Ε.Ε. στη συνολική επικινδυνότητα.
- Εκτίμηση της συμμετοχής των ατυχημάτων με μικρή πιθανότητα και μεγάλες συνέπειες, για κάθε τύπο Ε.Ε. ή ομάδες αυτών ή για το σύνολό τους
- F-N διαγράμματα που δείχνουν για κάθε διαδρομή την επικινδυνότητα για όλα τα σενάρια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σύγκριση των διαδρομών
- Τα εξαγόμενα της ανάλυσης μπορούν να χρησιμεύσουν στη σχεδίαση σωρευτικών καμπυλών που δείχνουν την συνεισφορά κάποιων κρίσιμων σεναρίων ή γεγονότων στη συνολική επικινδυνότητα





Ο χρόνος αναφοράς (που αναφέρονται τα στοιχεία)

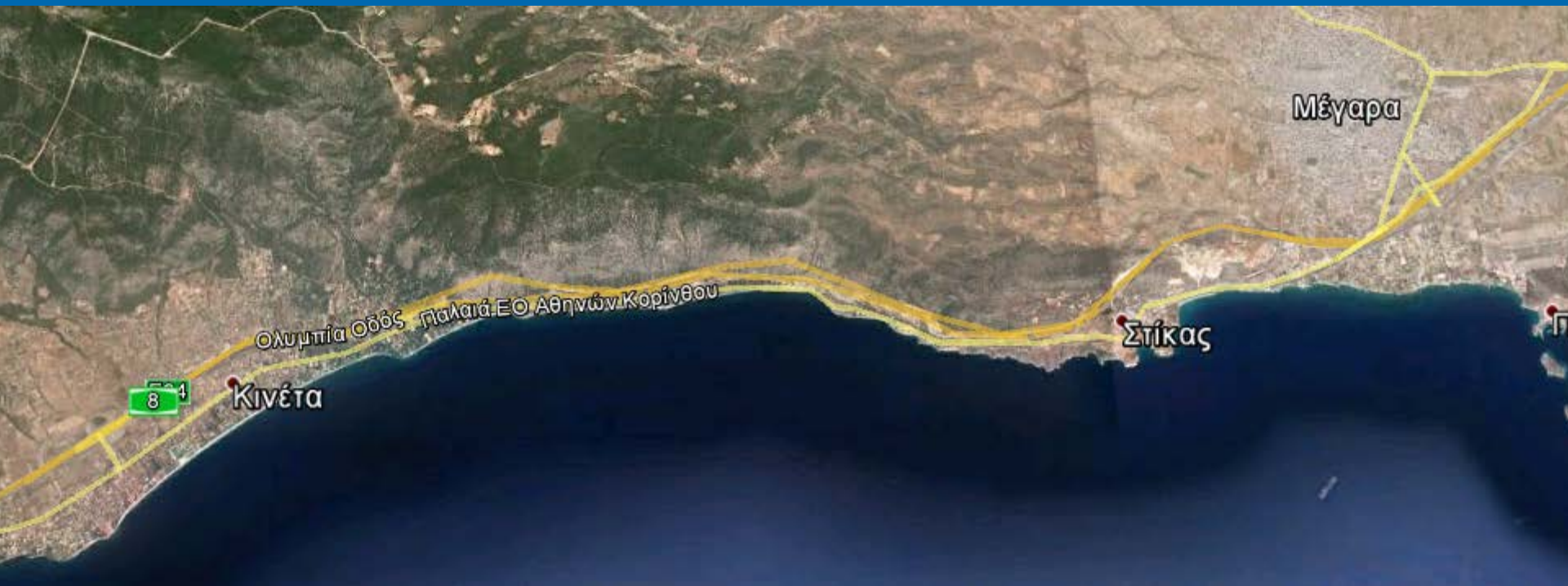
- 6 χρόνια από την σύνταξή της (κατ' ελάχιστο)
- Γιατί; Για να έχει αξία η ανάλυση για κάποιο χρονικό διάστημα.
- Τα 6 χρόνια είναι η πρόβλεψη της Οδηγίας για το διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών επιθεωρήσεων της σήραγγας,
- Παρακολούθηση των υποθέσεων και της εγκυρότητας των προβλέψεων.
- Κύριο θέμα εδώ: η πρόβλεψη του κυκλοφοριακού φόρτου και η σύνθεσή του.

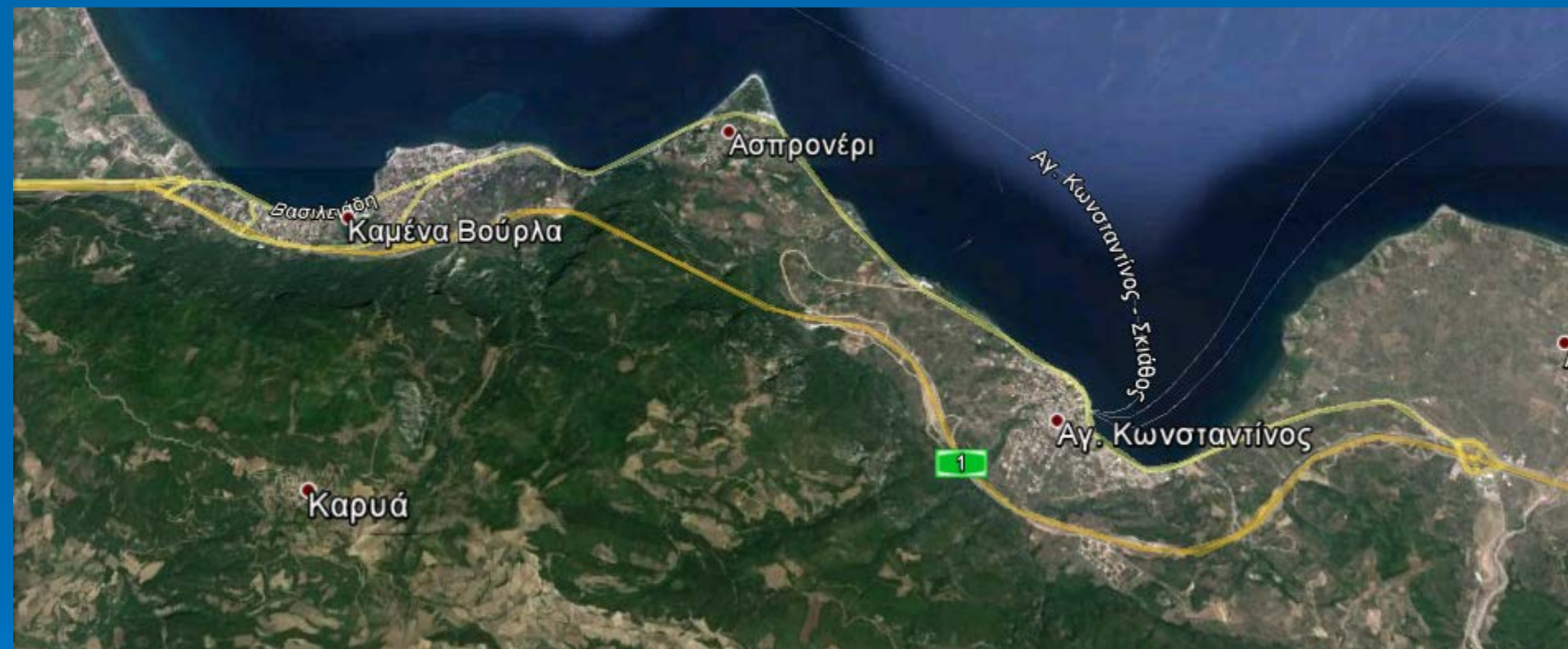
Σήραγγα	Πρόβλεψη (οχ/ημέρα)	Πραγματική	Επίδοση
Brisbane Airport Link	Στο τέλος της τρίμηνης, ελεύθερης διοδίων περιόδου:136.000 Εντός 15 μηνών από την έναρξη: 160.000 Μέχρι το 2026: 291.000	53.172 από την εφαρμογή των διοδίων	39% της πρόβλεψης
CLEM7 TUNNEL	Εντός ενός μηνός από την έναρξη λειτουργίας 60.000 Εντός 18 μηνών 100.000	26.456	26,5% της πρόβλεψης
SYDNEY'S LANE COVE TUNNEL	115.000	58.000	50,43% της πρόβλεψης
GO BETWEEN BRIDGE	Στο τέλος του 2010: 12.800 Στο τέλος του 2011: 17.000	13.835	79% της πρόβλεψης
EASTLINK MELBOURNE	Αρχική: 300.000 Αναθεωρημένη:209.000	195.000	65% της αρχικής Πρόβλεψης 93% της αναθεωρημένης
SYDNEY'S CROSS CITY	90.000	34.000	38% της πρόβλεψης

Καθορισμός εναλλακτικών διαδρομών



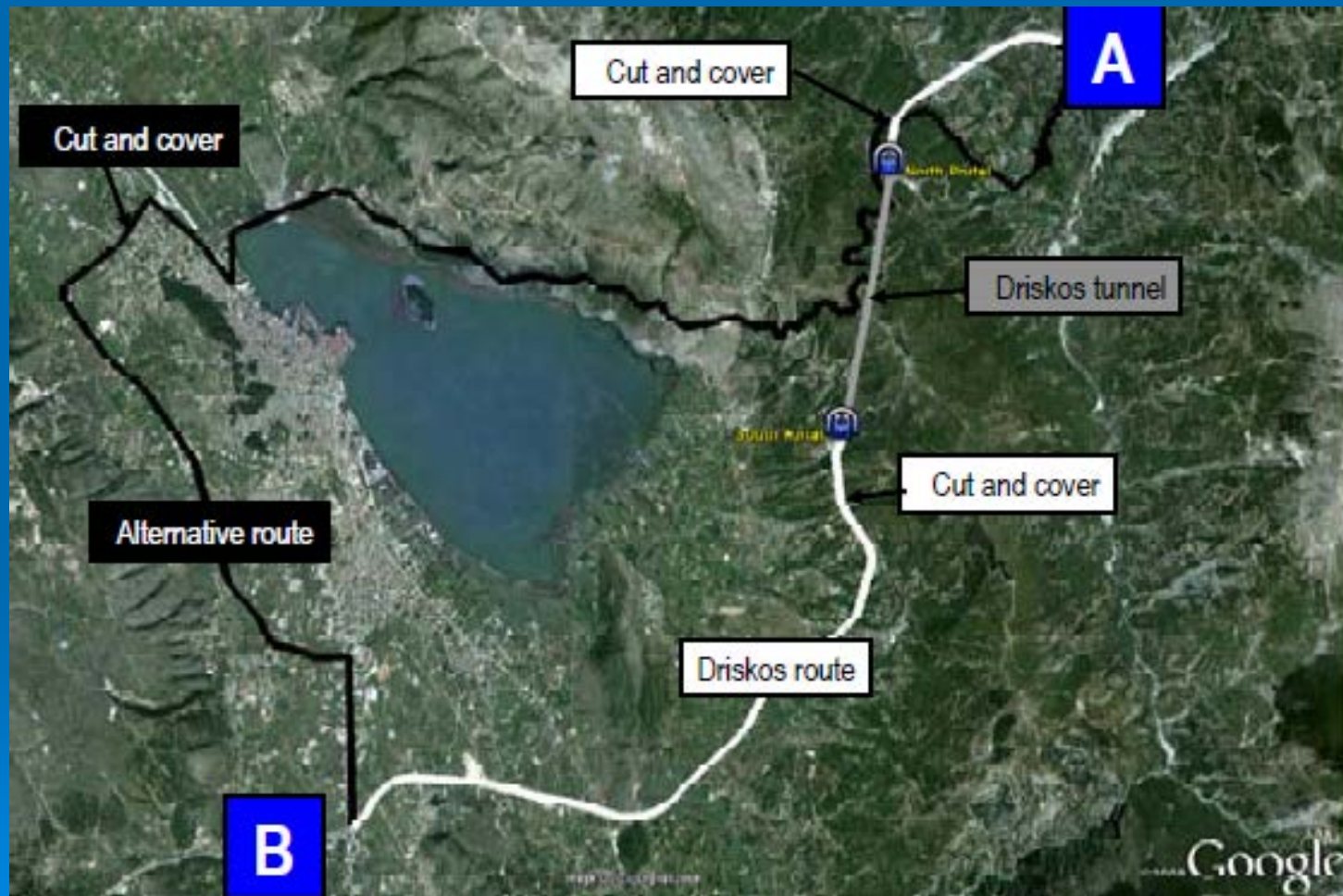
Καθορισμός εναλλακτικών διαδρομών





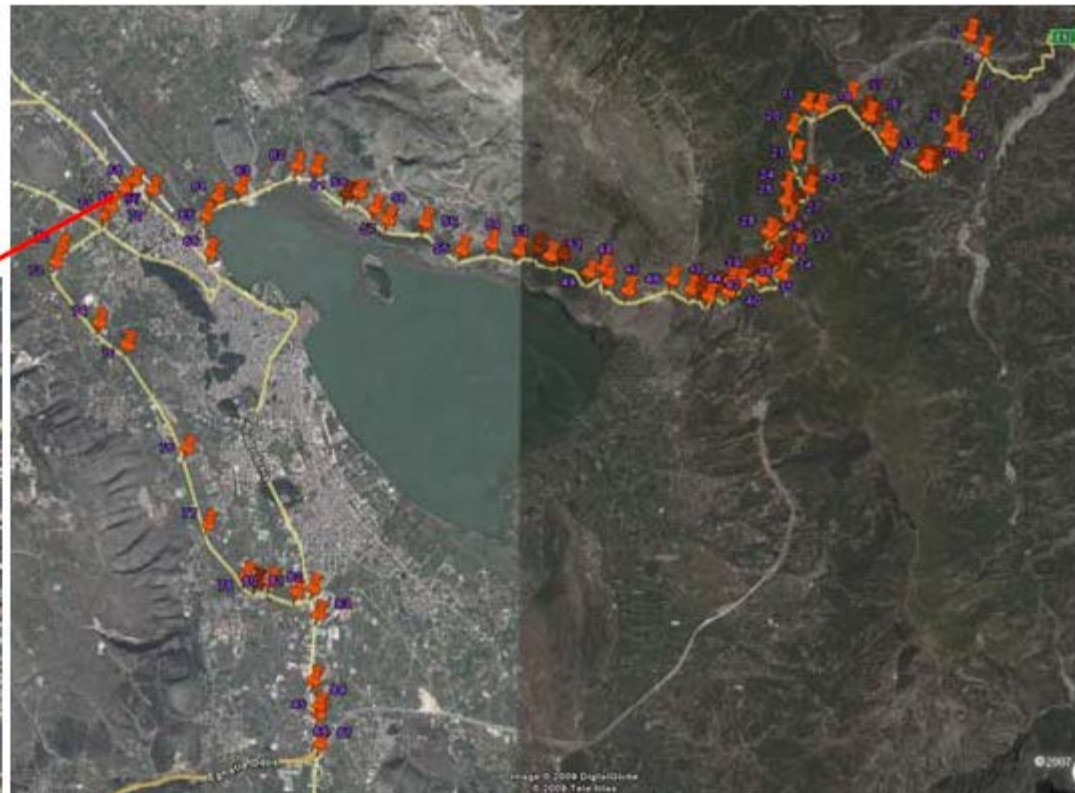
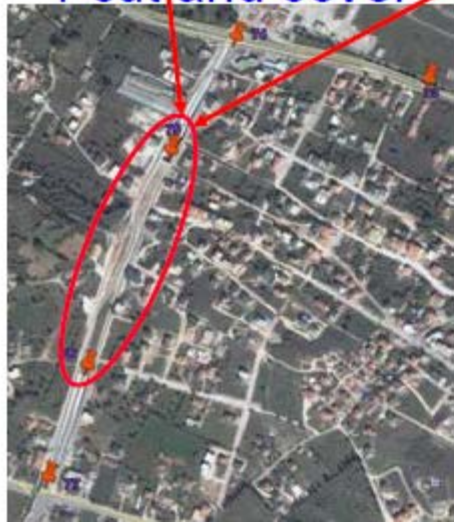






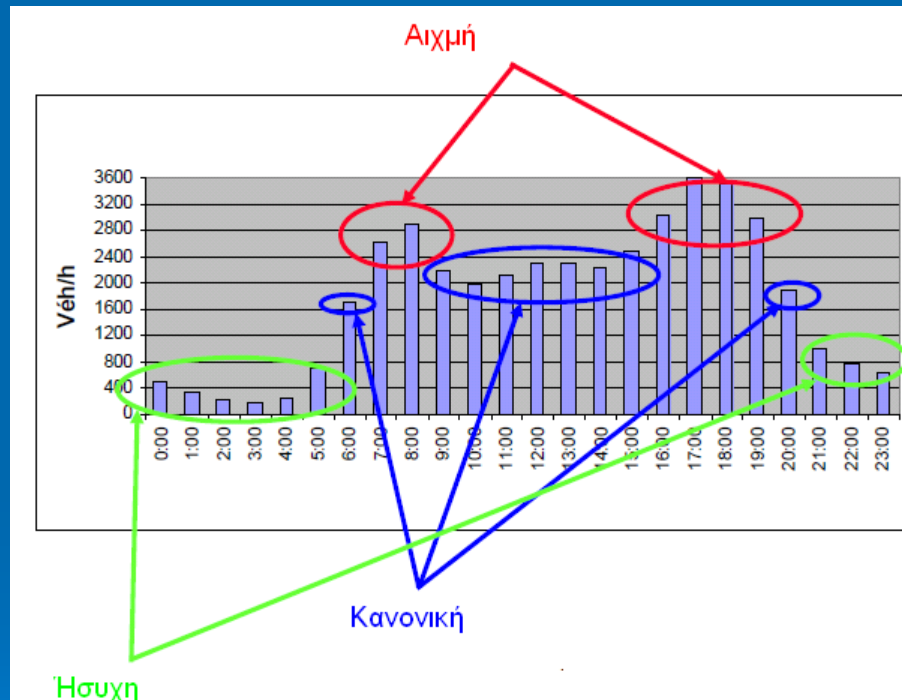
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ

- 86 ΟΜΟΙΟΓΕΝΗ ΤΜΗΜΑΤΑ
- 1 cut and cover



ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Κυκλοφοριακός Φόρτος veh/day ή veh/h (από κυκλοφοριακή μελέτη, ή συλλογή επιτόπου στοιχείων για μικρό χρονικό διάστημα και προβολή τους στο χρόνο ισχύος της Α.Ε.)
- Διακυμάνσεις (εποχιακές – ημερήσιες, καθορισμός κανονικών και “ήσυχων” περιόδων)



- Σύνθεση του Κ.Φ.: Αν δεν υπάρχουν στοιχεία μετρήσεων, προεπιλεγμένες τιμές (για HGV 0,09, για λεωφορεία 0,004), αριθμός διελεύσεων οχημάτων DG

Δείκτες ατυχημάτων

$$C_R = \frac{CWC}{365 \times L \times AADT} \times 10^8 \quad \left[\frac{\text{Collisions with casualties}}{10^8 \text{ vehicles} \times \text{kilometer}} \right]$$

Where:

AADT: Annual average daily traffic per road tunnel [vehicles/day]

CWC: Annual average collisions with casualties (injured people or fatalities occurred in tunnels) [CWC/year]

L: Tunnels' length [km]

From observation:

$$C_R = \frac{N}{L \times J \times T}$$

t : involvement rate of a vehicle in an incident

N : number of vehicles involved in the observed incidents

L : Route length

J : Number of days of observation

T : AADT

Πως εισάγονται οι ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ (η χρήση προεπιλεγμένων τιμών)



Accident rates

Bodily injury accident rates (EU statistics)

Country	Surface area (km ²)	Population (million)	Density (inhabitants/km ²)	Traffic network	Length of the traffic network (km)	Traffic	Number of vehicles for 100 inhabitants	Dead people for million inhabitants	Dead people for billion of km
Greece	132	11.1	84	6641	40164	81635	59.9	149.1	20.3
France	551	60.5	109.7	37168	1002486	552800	61.4	87.9	9.6

Material accident rates

		Type		Accident rate (per million veh.km) Default values of QRA	Correcting factor Gr/Fr	Accident rate (per million veh.km) used for this study
Open air	Example of section	Open-air EO motorway	Rural route 2x2	0.32	2.11	0.68
		Alternative route - Open air	Rural route 2x1 (or assimilated)	1.52	2.11	3.21
Tunnel		Airport cut and cover	Urban tunnel 2x2	1.15	2.11	2.43
		Driskos+cut and cover	Rural tunnel 2x2	0.73	2.11	1.54

ΠΡΟΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ

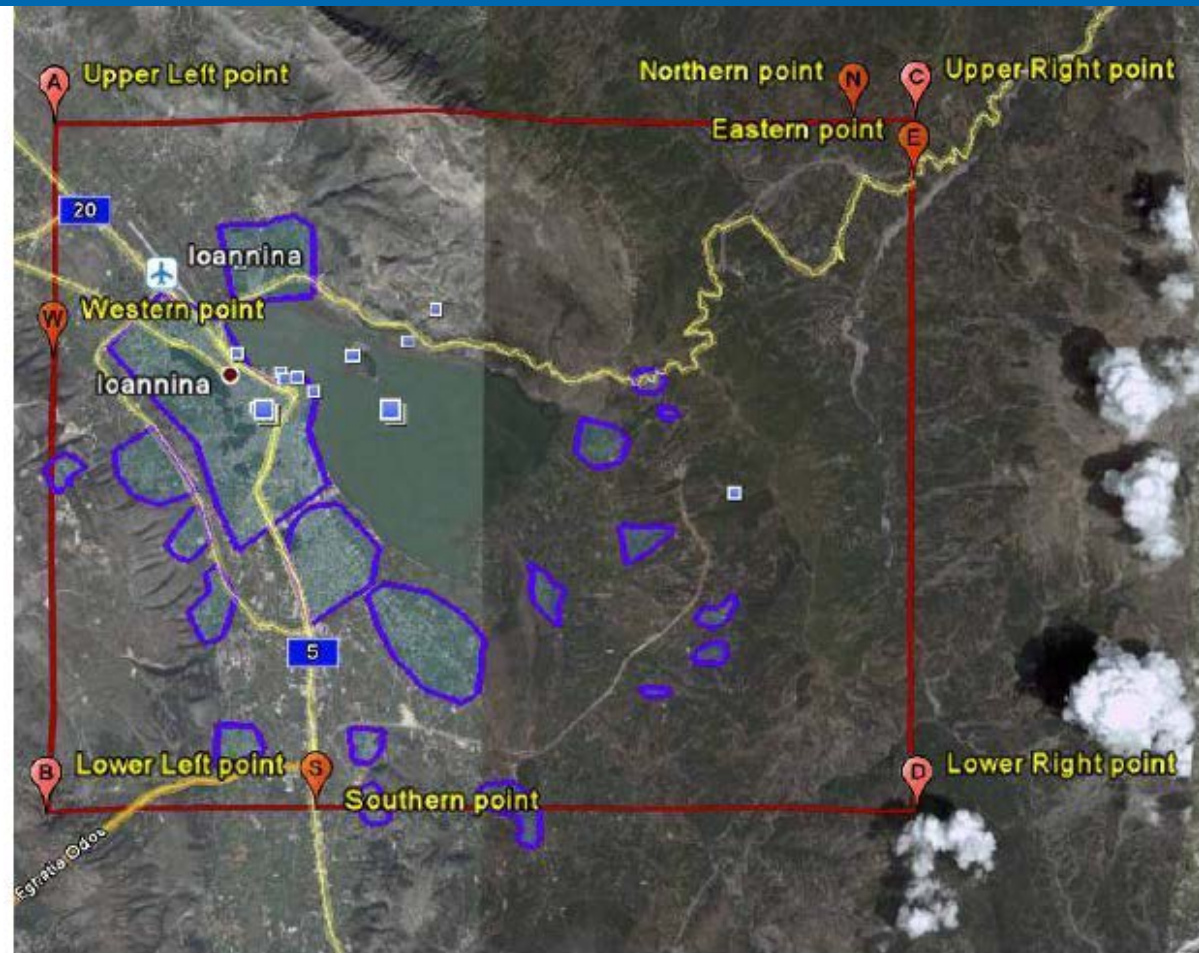
- Τα δεδομένα αφορούν καταρχάς υλικές ζημιές+ τραυματίες – νεκρούς. Η γενική σχέση είναι : Συμβάντα (με υλικές ζημιές+ τραυματίες – νεκρούς) ~ 3 έως 10 Συμβάντα με τραυματίες – νεκρούς
- Ελλείπει στοιχεία: Συνολικοί δείκτες ατυχημάτων = Δείκτες ατυχημάτων βαρέων φορτηγών
- Πόσα βαριά φορτηγά εμπλέκονται σε ένα ατύχημα; Προεπιλεγμένη τιμή: 1,1 Βαριά φορτηγά ανά ατύχημα
- Πως θα προσεγγιστεί ο Δείκτης ατυχημάτων των οχημάτων ΕΕ από αυτό των βαριών; Προεπιλεγμένη τιμή (1 έως 1/2,6)

ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ

Plan

 Towns

- | | |
|----------------|-------------|
| •Koutselio | •Katsikas |
| •Stavraki | •Ioanniton |
| •Marmara | •Perama |
| •Vasiliki | •Anatoli |
| •Platania | •Logades |
| •Neokessaria | •Spathoi |
| •Neochoropoulo | •Kastritsa |
| •Kato Marmara | •Drosochori |
| •Pedini | •Mazia |
| •Bafras | •Eliokali |



Population grid for QRA (example: day)

[illegible]

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΤΟΥ DG QRA

Αντικείμενο	Τρέχουσα εκτίμηση προτεραιότητας
Συμβατότητα με νέες εκδόσεις Excel	Απολύτως απαραίτητο
Συμβατότητα με Windows	Απολύτως απαραίτητο
Οδηγίες για την επιλογή σεναρίων	Απαραίτητο
Περιγραφή της δομής του μοντέλου	Πολύ χρήσιμο
Προσομοίωμα εκκένωσης	Το υπάρχον θεωρείται ξεπερασμένο. Ήδη στην έκδοση που χρησιμοποιεί η Ελβετία έχει γίνει μια επικαιροποίηση
Η κλάση 6.1 είναι λιγότερο επιβλαβής από την ακρολείνη	Χρήσιμο επειδή η ακρολείνη είναι πολύ συντηρητική και όχι αντιπροσωπευτική για αυτή την ομάδα προϊόντων
Σήραγγες υπεραστικές αστικές/	Στο υπάρχον μοντέλο οι προκύπτουσες ασυμφωνίες είναι πολύ σημαντικές και πρέπει να βελτιωθούν
Εκρηκτικά	Να περιληφθεί
Δημιουργία «ουρών»	Απαιτείται να προσεγγιστεί με

Τι δεν κάνει το DG QRA

- Δεν κάνει κανένα υπολογισμό αερισμού. Ενσωματώνει στοιχεία από υφιστάμενες καταστάσεις ή μελέτες
- Δεν μπορεί να διαχειριστεί την απουσία διατάξεων διάδοσης της πυρκαγιάς από διαρροή υγρών καυσίμων (φλογοπαγίδες) κατάσταση συνηθισμένη στις παλαιότερες ελληνικές σήραγγες (π.χ. Εγνατία)

ΜΕΘΟΔΟΣ Α.Ε. ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΜΕΤΑΦΕΡΟΥΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΗΡΑΓΓΕΣ

- Αντικείμενο αρχικής επιλογής:
 - Ποσοτική ή ποιοτική μέθοδος
 - Σεναριακή ή συστημική

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ

- Λίγη εμπειρία στην χρήση ποσοτικών μεθόδων
- Η χώρα δεν διαθέτει γενικά απόλυτα κριτήρια αποδοχής της επικινδυνότητας για τις διάφορες κατηγορίες της επικινδυνότητας (ατομική, κοινωνική επικινδυνότητα)
- Ποιος έχει την ευθύνη και αρμοδιότητα για την θέσπιση κριτηρίων αποδοχής
- Η ενδεδειγμένη συγκέντρωση και επεξεργασία των πρωτογενών στοιχείων ατυχημάτων δεν κατέληξε σε απόληψη επαρκούς και ποιοτικής βάσης δεδομένων θέτοντας περιορισμούς στην επιλογή συστημικής μεθοδολογίας (πιθανοτική ποσοτική μέθοδος)

ΕΠΙΛΟΓΗ:
ΣΕΝΑΡΙΑΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ
(ΑΙΤΙΟΚΡΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ)



ΓΕΝΙΚΟ ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ

Κεφάλαιο 1: Το πεδίο ορισμού στο οποίο νοείται η ασφάλεια της σήραγγας

Κεφάλαιο 2: Αποκλίσεις από ελάχιστες απαιτήσεις ασφαλείας, καθορισμός σήραγγας αναφοράς.

Κεφάλαιο 3: Καθορισμός κινδύνων και επιλογή σεναρίων

Κεφάλαιο 4: Εξέταση των σεναρίων

Κεφάλαιο 5: Περίληψη – Συμπεράσματα - Προτάσεις

Οι δυνατότητες της Α.Ε. (πέραν των όσων προβλέπονται στην Οδηγία):

- Πληροφορίες για την κατάρτιση του ΣΑΕΚ
- Διερεύνηση της επίδρασης της λειτουργικής απώλειας τμημάτων του εξοπλισμού
- Διερεύνηση διαφορετικών ανθρώπινων συμπεριφορών
- Επιλογή των οδών διαφυγής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΠΕΔΙΟ ΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Περιλαμβάνει:

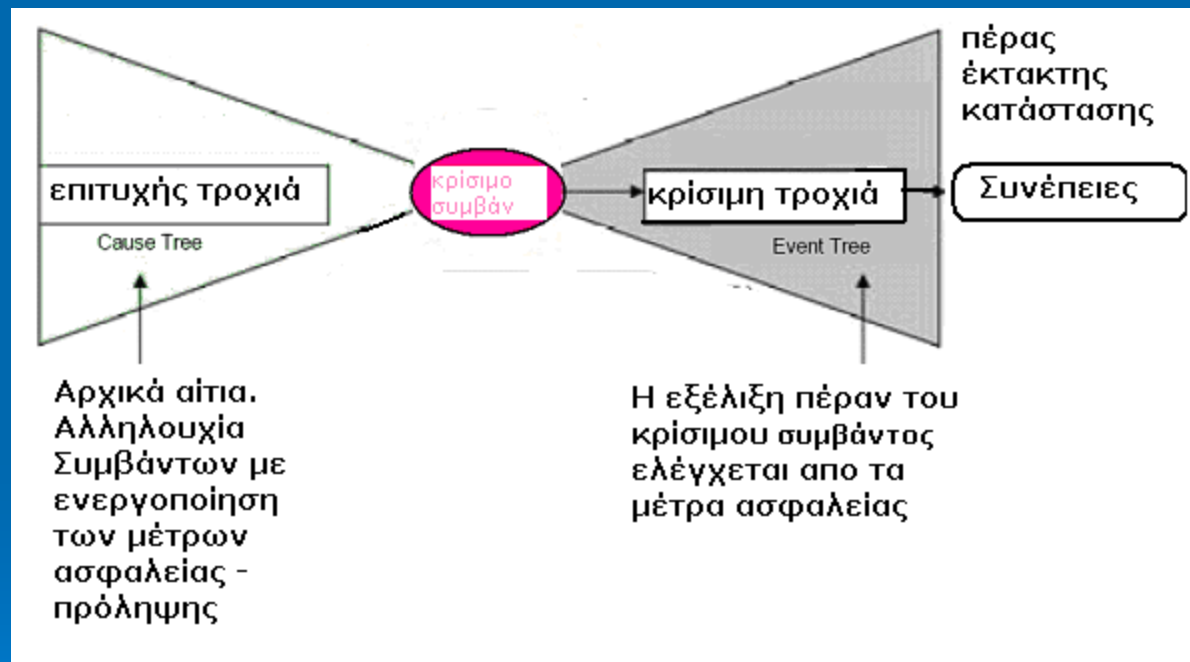
- *Τις απαιτήσεις επιτελεστικότητας της σήραγγας*
- *Την τεχνική διάρκεια ζωής της σήραγγας*
- *Την τεχνική διάρκεια ζωής των επί μέρους στοιχείων και υποσυστημάτων της σήραγγας*
- *Την χρονική περίοδο αναφοράς της ανάλυσης (όχι μικρότερη από 6 χρόνια)*
- *Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά*
- *Την θέση του κέντρου ελέγχου και των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης*
- *Τις περιβαλλοντικές συνθήκες (φυσικές και ανθρωπογενείς)*
- *Τις συνθήκες του οδικού δικτύου προσέγγισης της σήραγγας*
- *Τον κυκλοφοριακό φόρτο και την σύνθεσή του*
- *Τις λειτουργικές και οργανωτικές διαρρυθμίσεις*
- *Τις κυκλοφοριακές διαρρυθμίσεις, καταστάσεις και κανονισμούς*
- *Τον Η/Μ εξοπλισμό καθώς και τον εξοπλισμό έκτακτων καταστάσεων*

Κεφάλαιο 2: Αποκλίσεις από ελάχιστες απαιτήσεις ασφάλειας, καθορισμός σήραγγας αναφοράς

- Στο κεφάλαιο αυτό καταγράφονται οι αποκλίσεις των χαρακτηριστικών της σήραγγας από τις ελάχιστες απαιτήσεις που τίθενται με το Π.Δ. 230/2007 και την Οδηγία (αν δεν υπάρχουν τέτοιες αποκλίσεις, η εκπόνηση της ανάλυσης επικινδυνότητας δεν είναι υποχρεωτική, μπορεί όμως να γίνει για σκοπούς που αναφέρονται στο άρθρο 3 των Οδηγιών).
- Ως σήραγγα αναφοράς ορίζεται μια σήραγγα, η οποία εκπληρώνει και ικανοποιεί το σύνολο των ελάχιστων απαιτήσεων ασφάλειας του Π.Δ. 230/2007 και της Οδηγίας, ενώ κατά τα λοιπά το πεδίο ορισμού της ασφάλειάς της, κατά την έννοια του άρθρου 5, ταυτίζεται με αυτό της υπό εξέταση σήραγγας.

Κεφάλαιο 3: Καθορισμός κινδύνων και επιλογή σεναρίων

- Αιτίες (Δένδρο Σφαλμάτων) – Συμβάν – Εξέλιξη – Συνέπειες (Δένδρο Γεγονότων)



- Πρόληψη – Ετοιμότητα – Μετριάσμός – Απόκριση - Ανάκτηση

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ: ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΑΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ

➤ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ

- Φωτιά σε επιβατηγό όχημα
- Φωτιά σε αυτοκινούμενο τροχόσπιτο
- Φωτιά σε λεωφορείο
- Φωτιά σε ελαφρύ φορτηγό
- Φωτιά σε βαρύ φορτηγό
- Σύγκρουση επιβατηγού οχήματος
- Σύγκρουση λεωφορείου
- Σύγκρουση ελαφρού φορτηγού
- Σύγκρουση βαρέως φορτηγού
- Τρομοκρατική δράση
- Φωτιά στη σήραγγα από πηγή άλλη εκτός οχημάτων και εξοπλισμού
- Φωτιά σε τμήματα του εξοπλισμού της σήραγγας
- Πτώση ανηρτημένων τμημάτων του εξοπλισμού
- Κατάκλυση της σήραγγας με νερά
- Σεισμός
- Παρουσία στο περιβάλλον της σήραγγας μη διαχειρίσιμων από το σύστημα αερισμού συγκεντρώσεων αερίων
- Παρουσία μη προβλεπόμενου, στη σύνθεση του κυκλοφοριακού φόρτου, τύπου

Γενικά κριτήρια που θα πρέπει να ικανοποιούν τα σενάρια

- Ρεαλιστικά και υλοποιήσιμα, δηλαδή φυσικώς εφικτά και δυνατά. Επιπλέον σενάρια με εξαιρετικά χαμηλές πιθανότητες εμφάνισης πρέπει να επιλέγονται με πολλή προσοχή και επιφύλαξη
- Να δοκιμάζουν τις οριακές συνθήκες του συστήματος της σήραγγας, ελέγχοντας την επιτελεσματικότητα και αποτελεσματικότητα όλων των υποσυστημάτων της σήραγγας (π.χ. η επιλογή της θέσης μιας πυρκαγιάς μπροστά από μια έξοδο διαφυγής μπορεί να κρύψει τα οφέλη από την ύπαρξή της)
- Αναπαράξιμα, για αποφυγή αυθαίρετων προσεγγίσεων

Κεφάλαιο 4: Εξέταση των σεναρίων

- Τις ιδιαίτερες συνθήκες του περιβάλλοντος της σήραγγας,
- Τις συνθήκες που μπορούν να δημιουργήσουν κατά την εξέλιξη του δένδρου γεγονότων, τα συστήματα της σήραγγας με την ενεργοποίησή τους.
- Τις συνθήκες που μπορούν να δημιουργήσουν οι κινήσεις των οχημάτων.
- Την προσομοίωση του πληθυσμού της σήραγγας
- Την συμπεριφορά των χρηστών της σήραγγας
- Τις οριακές τιμές για την ορατότητα, θερμότητα, τοξικότητα, θερμοκρασία, θόρυβο,
- Η αρχή της αυτό-διάσωσης θα πρέπει να βρίσκεται στο βασικό πυρήνα των στόχων της ανάλυσης, ενώ η υποβοηθούμενη διάσωση, θα έχει επικουρικό και συμπληρωματικό ρόλο. Έτσι η δυνατότητα αυτό- διάσωσης θα πρέπει να εξασφαλίζεται τουλάχιστον όπως στη σήραγγα αναφοράς.

Η εξέταση των σεναρίων θα πρέπει να προσεγγίζει και να αποκαλύπτει:

- Τη λειτουργία κάθε συστήματος της σήραγγας και τη συνεισφορά του στην επίτευξη του ισοδύναμου επίπεδου ασφάλειας.
- Τη λειτουργία κάθε διαδικασίας της οργανωτικής δομής της σήραγγας και τη συνεισφορά της στην επίτευξη του ισοδύναμου επίπεδου ασφάλειας
- Την αποκάλυψη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διαφόρων συστημάτων και διαδικασιών.
- Τον καθορισμό των ασθενών σημείων (weak points) κάθε ανεξάρτητου συστήματος και του συνόλου της σήραγγας (δηλ. της υποδομής, του εξοπλισμού και των διαδικασιών)
- Τον εντοπισμό των περισσότερο ή λιγότερο επικίνδυνων περιοχών και του αριθμού των ανθρώπων που είναι πιθανό να βρεθούν σε κατάσταση με βλαβερές συνέπειες στην ζωή και υγεία.

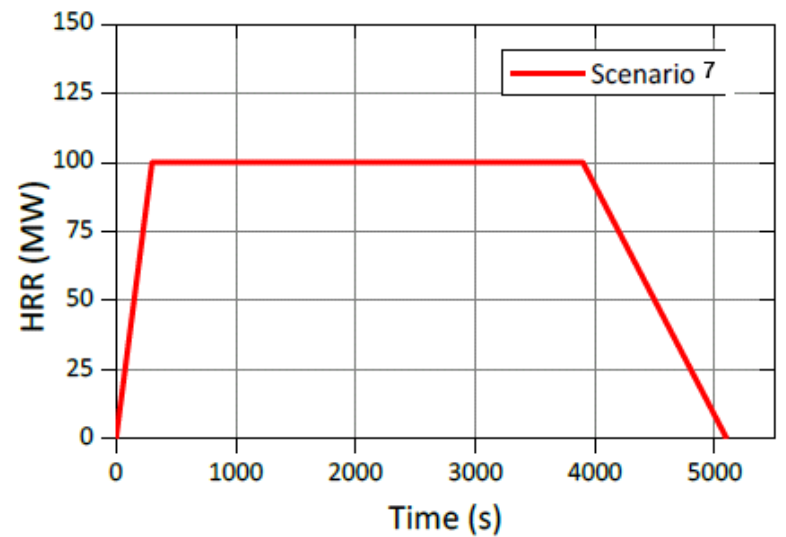
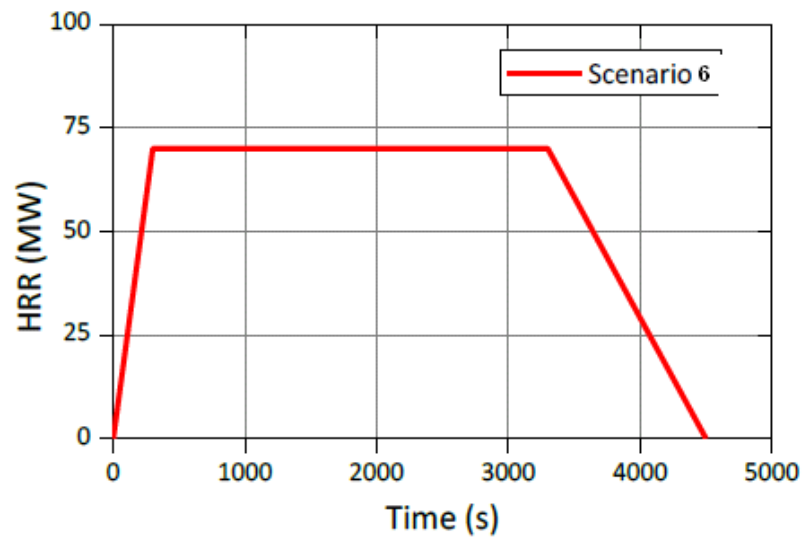
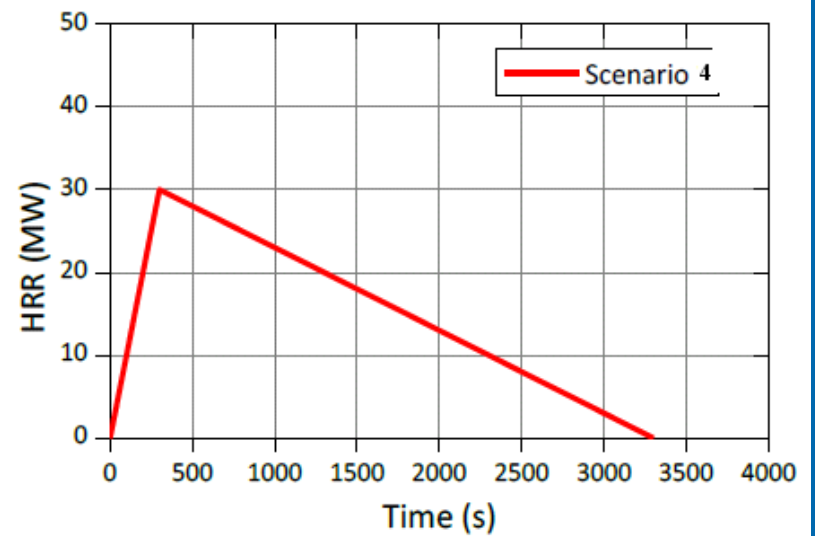
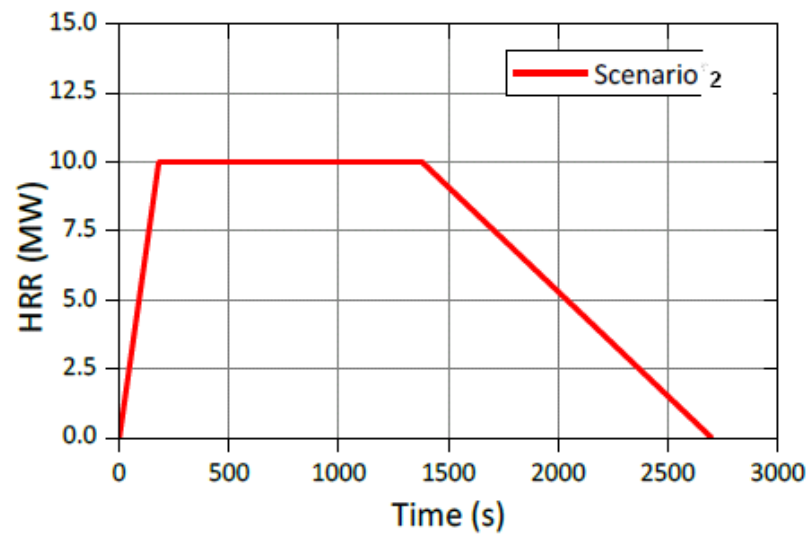
Προτυποποίηση χαρακτηριστικών

- Τα στοιχεία που εξαρτώνται από την «ταυτότητα» της σήραγγας.
- Τα στοιχεία που δεν εξαρτώνται από την «ταυτότητα» της σήραγγας. Επιλογή από καταλόγους προτυποποιημένων πυρκαγιών στα οχήματα και τη συμπεριφορά των ανθρώπων μέσα στη σήραγγα.

Προτυποποιημένες πυρκαγιές (Παράρτημα Δ)

- **Σενάριο 1.** Εμπλοκή στη φωτιά 1-2 επιβατικών οχημάτων → HRR αιχμής 5 MW,
- **Σενάριο 2.** Εμπλοκή στη φωτιά 2-3 επιβατικών οχημάτων, ή ενός μικρού ημιφορτηγού → HRR αιχμής 10 MW,
- **Σενάριο 3.** Εμπλοκή στη φωτιά ενός μεγάλου ημιφορτηγού, ή ενός λεωφορείου, ή πολλαπλών επιβατικών οχημάτων → HRR αιχμής 20 MW,
- **Σενάριο 4.** Εμπλοκή στη φωτιά ενός λεωφορείου, ή κενού βαρέως φορτηγού → HRR αιχμής 30 MW
- **Σενάριο 5.** Εμπλοκή στη φωτιά ενός φορτηγού με καύσιμο φορτίο → HRR αιχμής 50 MW,
- **Σενάριο 6.** Εμπλοκή στη φωτιά ενός βαρέως φορτηγού με καύσιμο φορτίο (περίπου 4 τόνοι) → HRR αιχμής 70 MW,
- **Σενάριο 7.** Εμπλοκή στη φωτιά ενός βαρέως φορτηγού (μέση τιμή) → HRR αιχμής 100 MW,
- **Σενάριο 8.** Εμπλοκή στη φωτιά ενός βαρέως φορτηγού με καύσιμο φορτίο (περίπου 10 τόνοι) → HRR αιχμής 150 MW,
- **Σενάριο 9.** Εμπλοκή στη φωτιά πολλαπλών βαρέων φορτηγών, βυτιοφόρο με βενζίνη, → HRR αιχμής 200 MW,

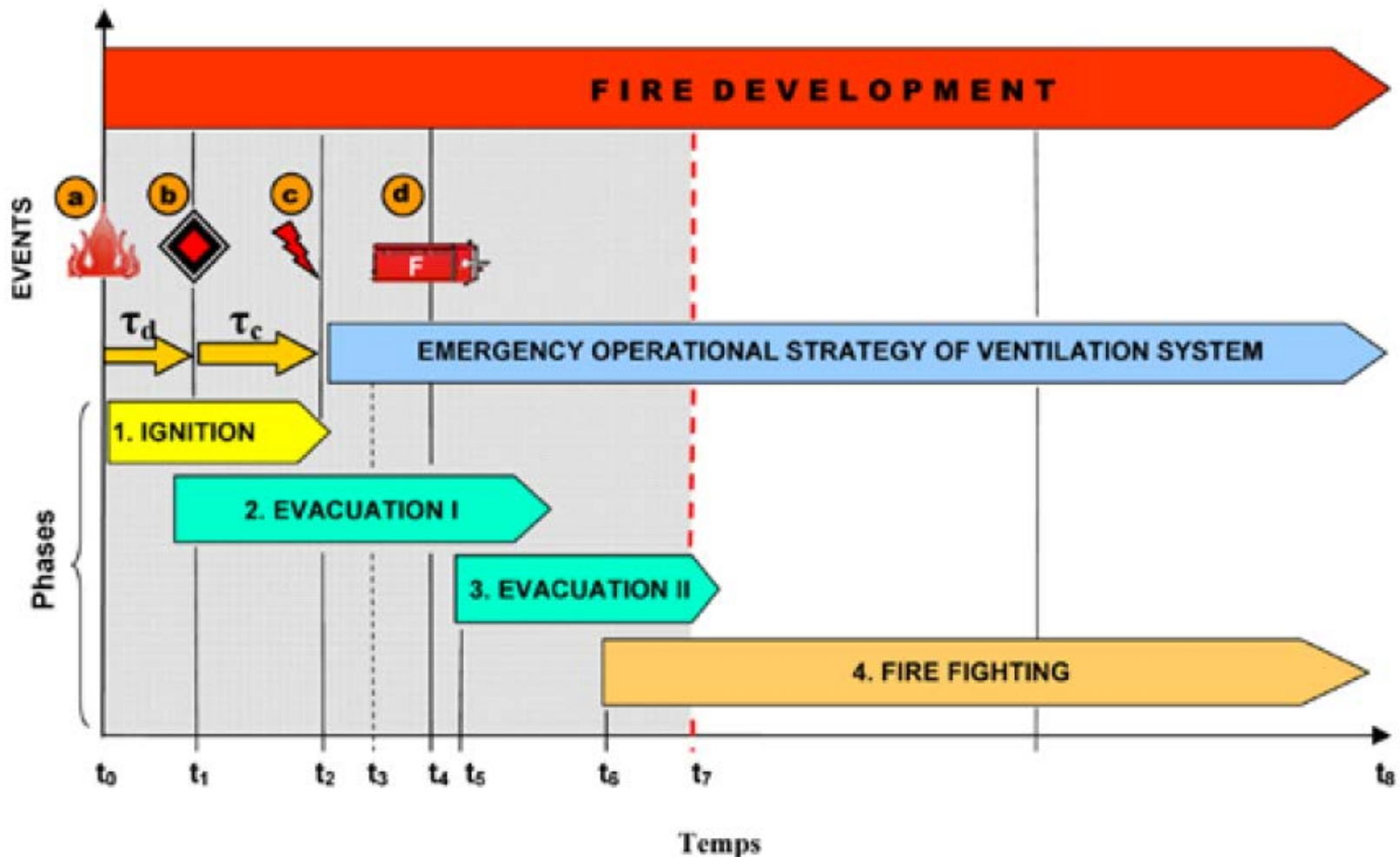
α/α Σεναρίο U	t_{max} (sec)	t_D (sec)	t_d (sec)	a_{g,L} (MW/ sec)	a_{D,L} (MW/ sec)	Q_{max} (MW)	E_{tot} (GJ)
1	180	180	2700	0,0278	0,002	5	7
2	180	1380	2700	0,0555	0,0076	10	20
3	180	1980	3000	0,1111	0,0196	20	52
4	300	300	3300	0,1	0,01	30	50
5	300	3900	4800	0,1667	0,0555	50	210
6	300	3300	4500	0,2333	0,0583	70	260
7	300	3900	5100	0,3333	0,0833	100	435
8	600	4500	6000	0,25	0,1	150	740
9	900	4800	6000	0,2222	0,1667	200	990



Η αρχή της αυτό-διάσωσης

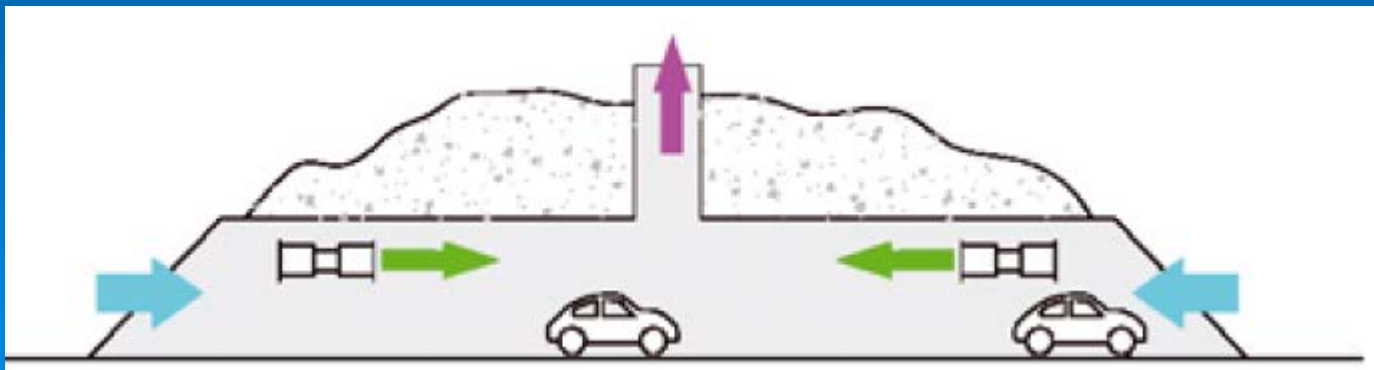
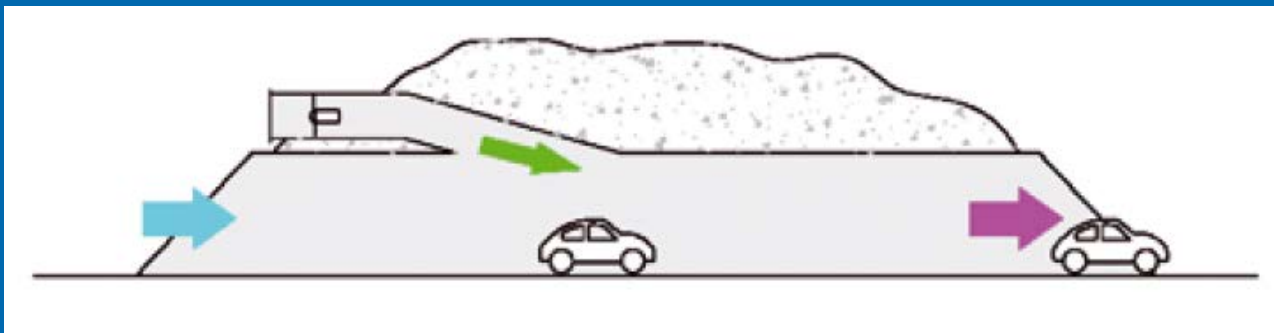
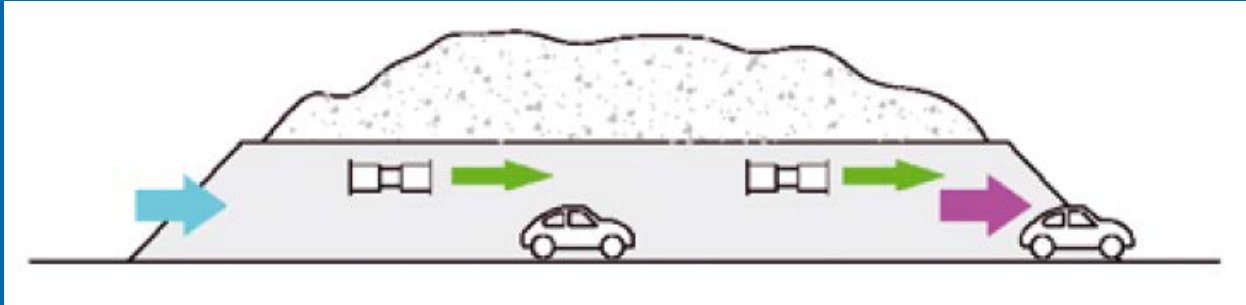
- Η αρχή της αυτό-διάσωσης αναφέρεται στους χρήστες οι οποίοι αμέσως μετά το κρίσιμο συμβάν απομακρύνονται με ίδια μέσα, προσεγγίζοντας ασφαλείς για επιβίωση θέσεις. Τα δύο χαρακτηριστικά της:
- Ενέργειες αμέσως μετά την εκδήλωση του κρίσιμου συμβάντος, από όσους βρίσκονται στη σήραγγα.
- Ο όρος “με τα ίδια μέσα” υποδηλώνει: χωρίς βοήθεια από τις Υ.Ε.Κ., αλλά και το προσωπικό της σήραγγας.
- Ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για να προσεγγίσει το άτομο μια ασφαλή θέση, που αποτελείται από:
- Την περίοδο συνειδητοποίησης του γεγονότος
- Την περίοδο απομάκρυνσης. (ταχύτητα απομάκρυνσης και απόσταση που πρέπει να διανυθεί)

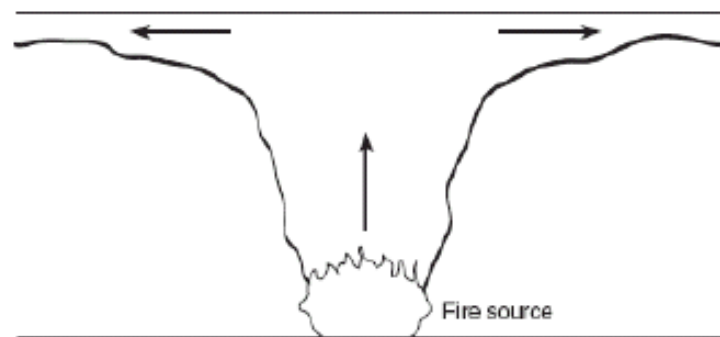
Τυπικές φάσεις έναντι των γεγονότων στην εξέλιξη πυρκαγιάς σε σήραγγα



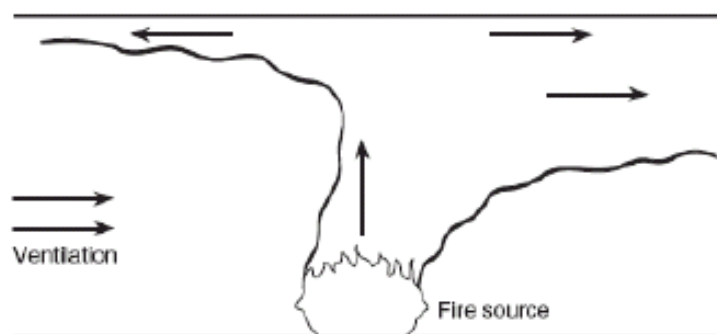
Τυπικά συστήματα αερισμού

➤ Διαμήκης αερισμός

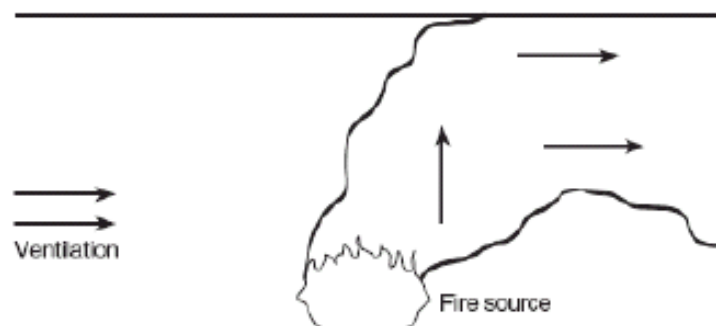




Σχήμα 1 α: πυρκαγιά σε ευθύγραμμη και οριζόντια σήραγγα χωρίς μηχανικό αερισμό.

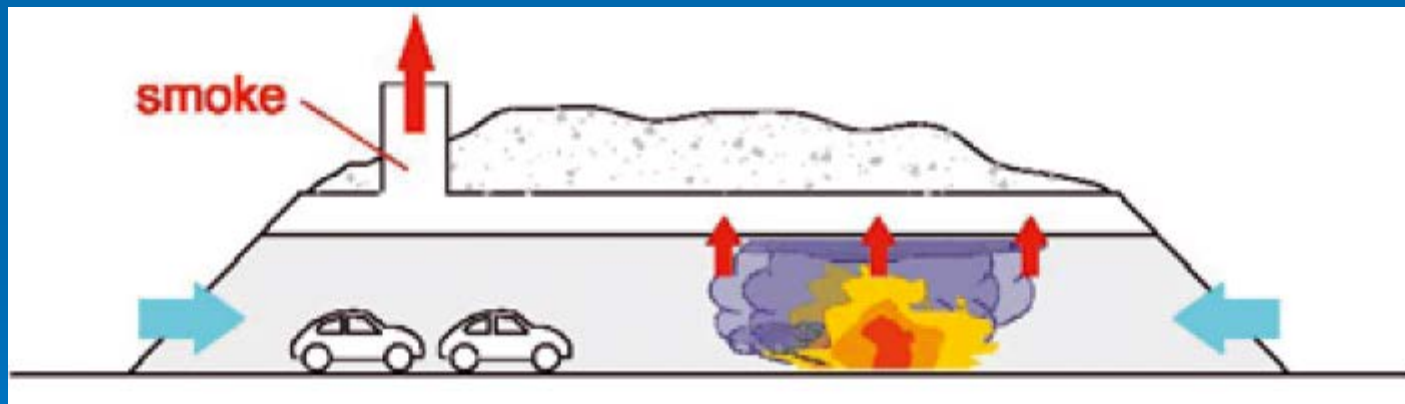
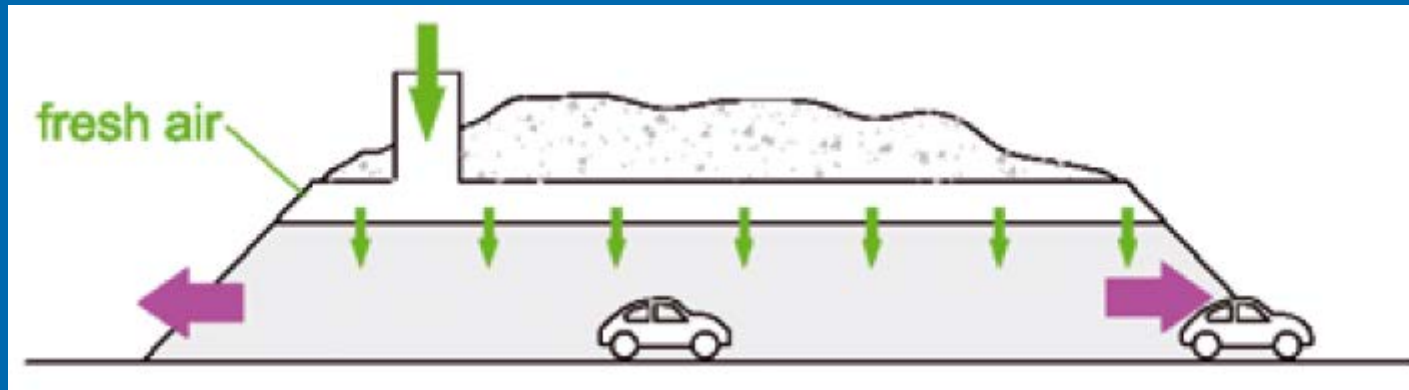


Σχήμα 1 β: πυρκαγιά σε ευθύγραμμη και οριζόντια σήραγγα με ανεπαρκή μηχανικό αερισμό

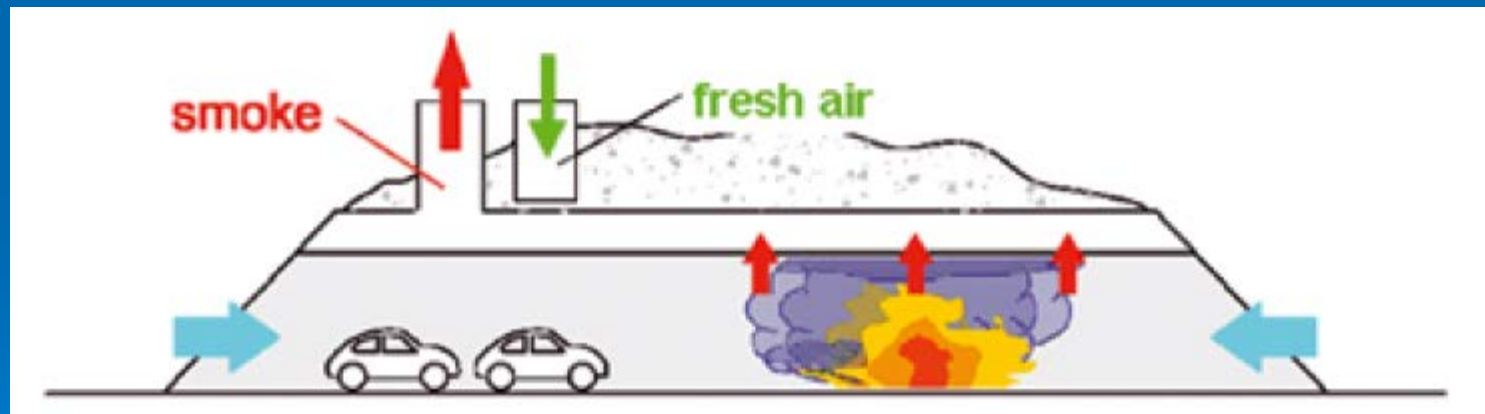
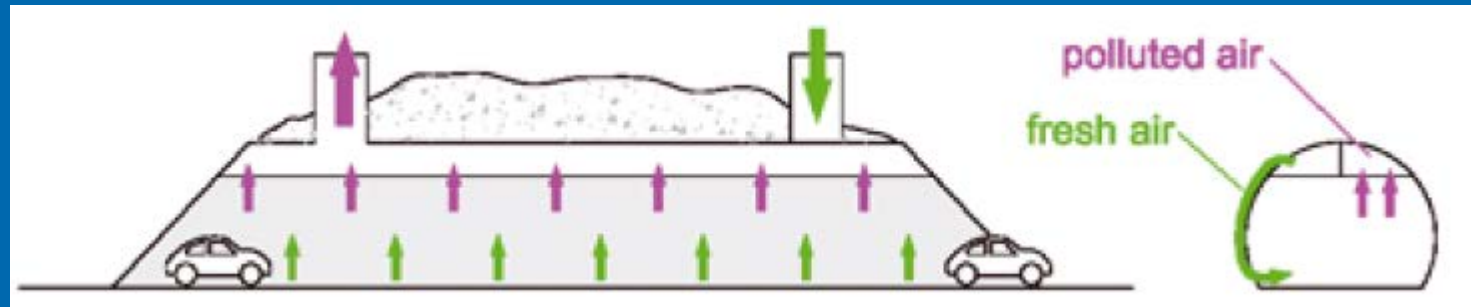


Σχήμα 1 γ: πυρκαγιά σε ευθύγραμμη και οριζόντια σήραγγα με επαρκή μηχανικό αερισμό για την αποτροπή δημιουργίας back layer

Ημιεγκάρσιος αερισμός



Εγκάρσιος αερισμός



Η συμπεριφορά των ανθρώπων μέσα στη σήραγγα. Παράρτημα Ε.

- **Ε.1. Στοίχοι οχημάτων**
- **Ε.1.1. Ομαλή κυκλοφοριακή ροή**
- **Ε.1.2. Συσσώρευση οχημάτων (ουρές)**
- **Ε.1.3. Συνθήκες μη ομαλής
κυκλοφοριακής ροής**

Ε.2. Εκκένωση χρηστών

- Χρόνος εντοπισμού του κρίσιμου γεγονότος και μεταβίβασης της πληροφορίας στους ανθρώπους που βρίσκονται στα οχήματα: 2-5 λεπτά για σήραγγες επιτηρούμενες από κέντρο ελέγχου.
- Χρόνος συνειδητοποίησης της κατάστασης και λήψη απόφασης για εγκατάλειψη του οχήματος και διαφυγή: 2-10 λεπτά, ανάλογα με τον τρόπο μεταβίβασης της πληροφορίας από το κέντρο ελέγχου και την άμεση πρόσληψη της πραγματικής κατάστασης.
- Χρόνος εκκένωσης του οχήματος (από τη στιγμή που το άτομο λαμβάνει την απόφαση να αφήσει το όχημα και να κινηθεί): 0,5 – 5 λεπτά, με τις μεγάλες τιμές να αντιστοιχούν σε λεωφορεία.
- Ταχύτητα βαδίσματος: 1 m/sec με καλή ορατότητα, 0,5 m/sec με μειωμένη ορατότητα, 0,3 m/sec χωρίς ορατότητα και για το 50% των διαφευγόντων (δεδομένου ότι το υπόλοιπο 50% κινείται προς λάθος κατεύθυνση). Η ταχύτητα μπορεί να αυξηθεί μέχρι 1,5 m/sec εφόσον υπάρχουν επαρκώς φωτιζόμενα σήματα και φωτισμός της οδού διαφυγής.

Προσομοίωση της κίνησης του καπνού

- Το κρίσιμο κριτήριο για την επίτευξη ασφαλούς εκκένωσης είναι:
 $T_{αν} > T_{re}$

όπου: $T_{αν}$ ο διαθέσιμος για εκκένωση χρόνος και
 T_{re} ο απαιτούμενος για εκκένωση χρόνος

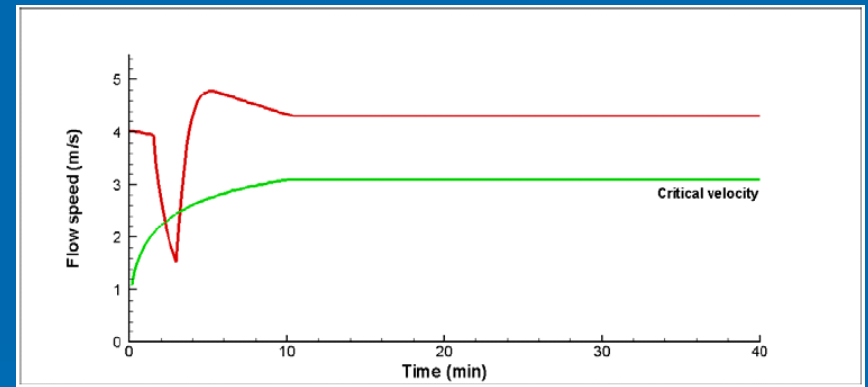
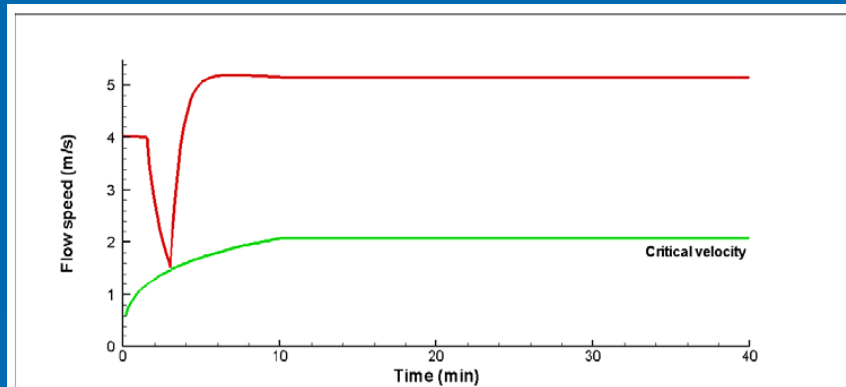
Ο $T_{αν}$, είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ της χρονικής στιγμής της έναυσης της πυρκαγιάς και της χρονικής στιγμής κατά την οποία οι συνθήκες του περιβάλλοντος των διόδων εκκένωσης, καθιστούν αδύνατη τη διατήρηση της δυνατότητας των ατόμων να συνεχίσουν την ανάληψη αποτελεσματικών ενεργειών για την συνέχιση και ολοκλήρωση της εκκένωσης. Οι συνθήκες αυτές αναφέρονται στους παρακάτω παράγοντες:

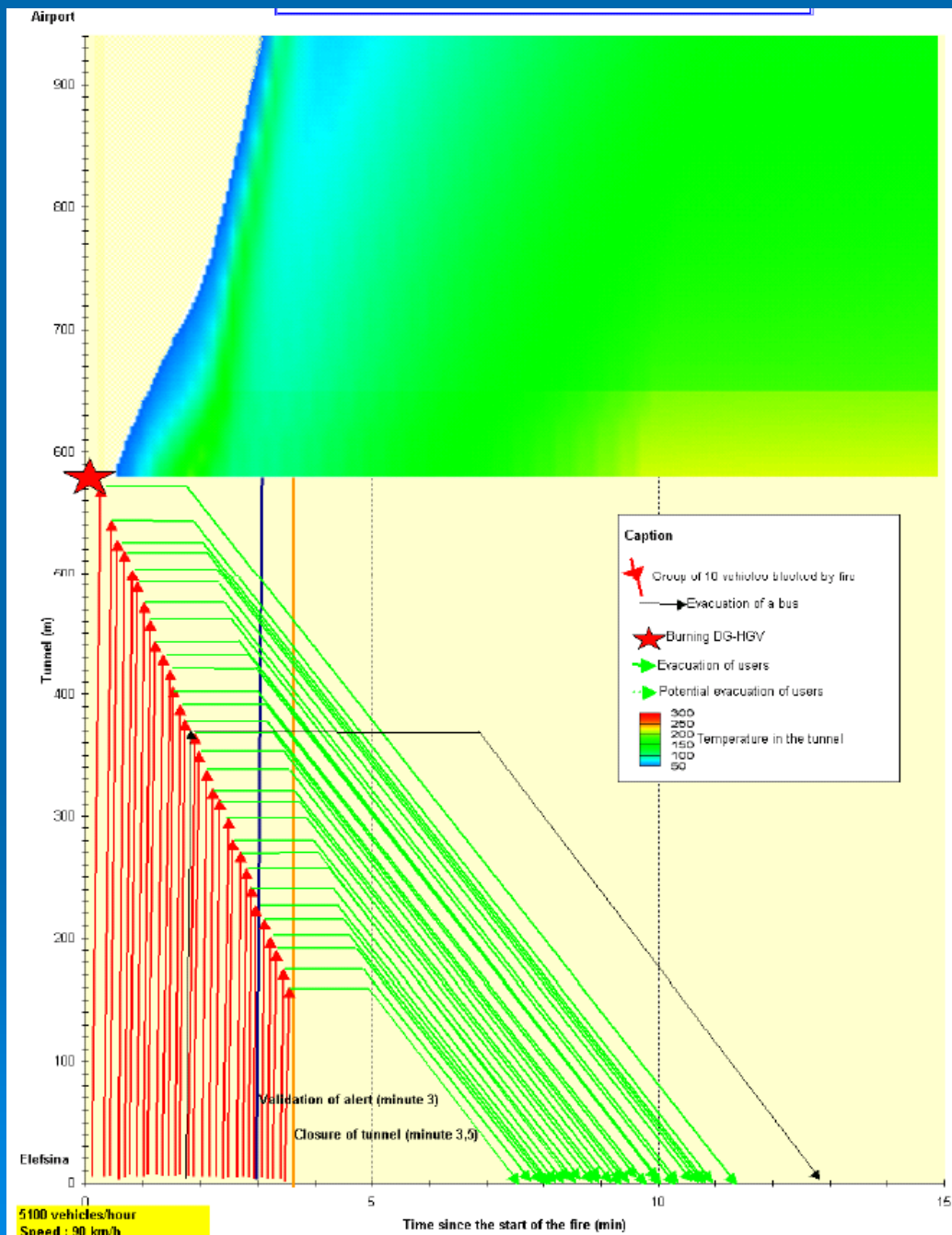
- τον περιορισμό της ορατότητας λόγω της παρουσίας καπνού
- την εισπνοή τοξικών ουσιών (ασφυξιογόνα αέρια και ερεθιστικά αναπνευστικού συστήματος)
- την έκθεση σε θερμότητα (θερμότητα από ακτινοβολία και μεταγωγή) και θόρυβο

ΣΗΡΑΓΓΑ ΒΡΙΛΗΣΣΙΩΝ (Α)		A	Σ.Γ.	E
Τύπος :	C & C			
Διάταξη :	Κλάδος μονής κατεύθυνσης			
Χ.Θ.:	A 30.5-31.4			
Μήκος :	940 m			
Όριο ταχύτητας :	100 Km/h			
Υπερκείμενος Χώρος				
Διπλή Σ.Γ. προστακτικού ανάμεσα σε κλάδους. Τοπικές οδοί, Πάρκο				
Απόσταση από προηγ. Σήραγγα				
4.700m (C&C ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ)				
Κυκλοφοριακή Υποδομή				
3Λ + Λ. εξόδου A-13-Y + ΛΕΑ (1,5μ)				
Κατά Μήκος Κλίση		Παροχή ισχύος, Υ/Σ		
A 2.00%		Υ/Σ :	TR312A + TR304E	
		Αντλιοστάσιο Πυρόσβεσης :	TB303E	
		Πρόσβαση Υ/Σ :	Από τοπικές οδούς	
		Ισχύς ΜΣ :	Πεντέλης/Πλακεντ.: 2x800 / 2x800 KVA	
		Ισχύς Η/Ζ :	Πεντέλης/Πλακεντ.: 650 / 650 KVA	
		Ισχύς UPS :	Πεντέλης/Πλακεντ.: 80 / 100 KVA	
ΜΕΣΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ		ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ TMS		
ERT	40	LCS & VSLS :	NAI	
CCTV	9	Μπάρες Αποκλεισμού :	OXI	
Ανιχνευτές CO, NO	3	Advance Warn. Gantries :	A 29.7	
Οπτικό καλώδιο πυρανίχνευσης	NAI	Exit Gantries :	A 29.7	
Πυρόσβεση		Εξαερισμός		
		21 ανεμιστήρες		
		Πυράντοχη Καλωδίωση	NAI	
ΠΣ:	20	Φωτισμός & Σήμανση		
		5 βαθμίδες φωτισμού (1 νύχτας / ασφαλείας)		
ΠΔΑ :	20	Πυράντοχη Καλωδίωση	NAI	
Πρόσβαση Πυροσβεστικής		Έξοδος Διαφυγής		
Κανονική Κίνηση : Από Κηφισίας Α-11-2. Συμφόρηση : Είσοδος από Πεντέλης Α-12-2, αναστροφή και αντίθετη κίνηση μέχρι την σήραγγα.		Τηλεπικοινωνίες		
Πυροσβεστικός Σταθμός: 4 ^{ης} Πυροσβεστικός Σταθμός Αθηνών (Μεσσηνίας 48 ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ) τηλ. 2107783589, 2107783550		Αναμετάδοση TETRA Α.Ο		
		Αναμετάδοση TETRA Σωμάτων Ασφαλείας		
		Αναμετάδοση VHF		

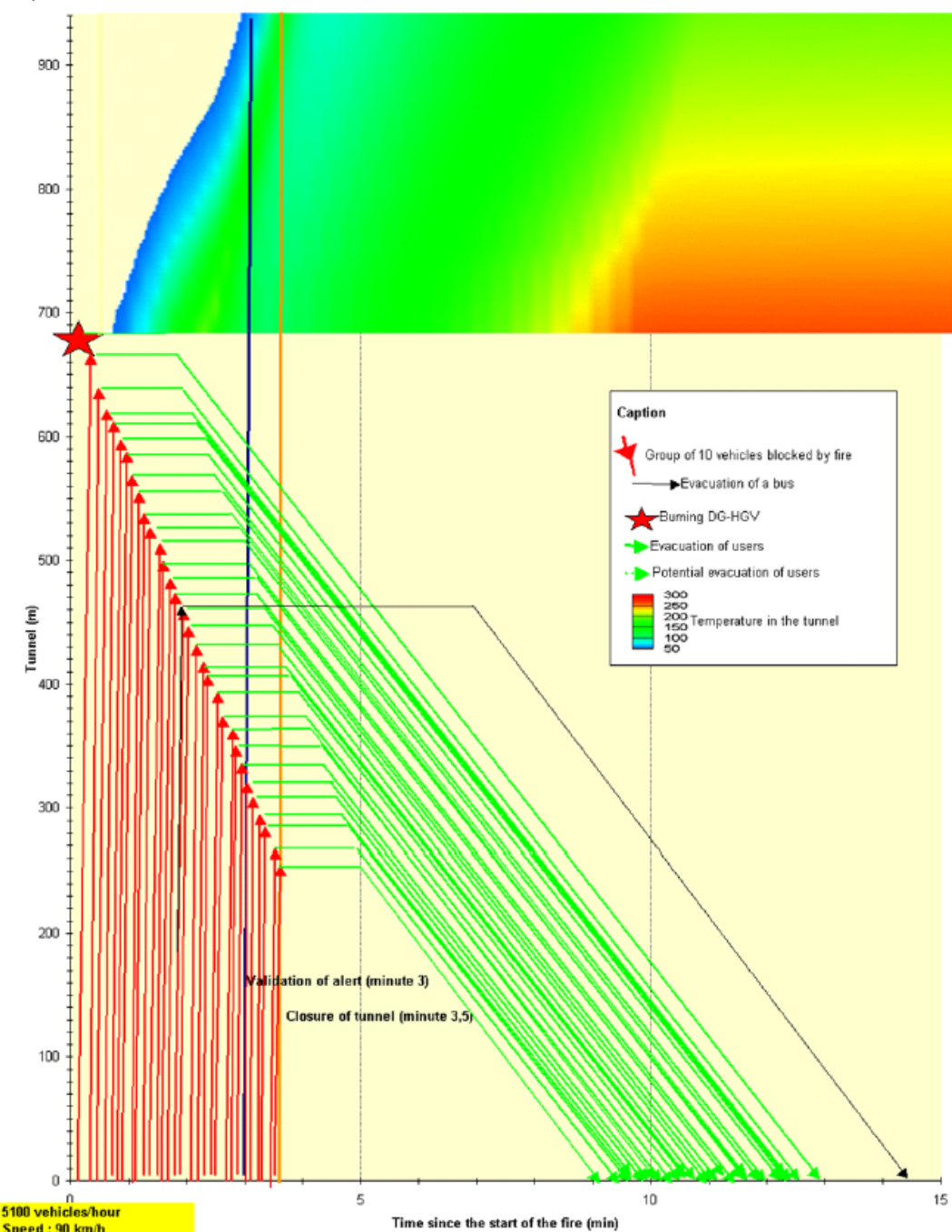
ΣΗΡΑΓΓΑ ΒΡΙΛΗΣΣΙΩΝ (Ε)		A	Σ.Γ.	E
Τύπος :	C & C			
Διάταξη :	Κλάδος μονής κατεύθυνσης			
Χ.Θ.:	E 31.2-30.5			
Μήκος :	730 m			
Όριο ταχύτητας :	100 Km/h			
Υπερκείμενος Χώρος				
Διπλή Σ.Γ. προστακτικού ανάμεσα σε κλάδους. Τοπικές οδοί , Πάρκο				
Απόσταση από προηγ. Σήραγγα				
Κυκλοφοριακή Υποδομή				
3Λ + Λ. Εισόδου Β-13-Ε + ΛΕΑ (1,5μ - 3,5μ)				
Κατά Μήκος Κλίση		Παροχή ισχύος , Υ/Σ		
E 0.70%		Υ/Σ :	TR 312A + TR304E	
		Αντλιοστάσιο Πυρόσβεσης :	TB303E	
		Πρόσβαση Υ/Σ :	Από τοπικές οδούς	
		Ισχύς ΜΣ :	Πεντέλης/Πλακεντ.: 2x800 / 2x800 KVA	
		Ισχύς Η/Ζ :	Πεντέλης/Πλακεντ.: 650 / 650 KVA	
		Ισχύς UPS :	Πεντέλης/Πλακεντ.: 80 / 100 KVA	
ΜΕΣΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ		ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ TMS		
ERT	30 + 2 εξόδου διαφυγής	LCS & VSLS :	NAI	
CCTV	7	Μπάρες Αποκλεισμού :	NAI	
Ανιχνευτές CO, NO	2	Advance Warn. Gantries :	E 31.5 & B 8.0	
Οπτικό καλώδιο πυρανίχνευσης	NAI	Exit Gantries :	B 8.0 + E 37.1	
Πυρόσβεση		Εξαερισμός		
		18 ανεμιστήρες		
		Πυράντοχη Καλωδίωση	NAI	
		Φωτισμός & Σήμανση		
		5 βαθμίδες φωτισμού (1 νύχτας / ασφαλείας)		
		Πινακίδες εξόδου στους τοίχους		
		Πυράντοχη Καλωδίωση	NAI	
Πρόσβαση Πυροσβεστικής		Έξοδος Διαφυγής		
Κανονική Κίνηση : Από Δ.Πλακεντίας Δυτικά. Συμφόρηση : Είσοδος από διόδια Πεντέλης Ε-12-2, αναστροφή και αντίθετη κίνηση μέχρι την σήραγγα.		Έξοδος κινδύνου με τρεις ανεξάρτητες πόρτες στο δεξιό πεζοδρόμιο 80m πριν την έξοδο της σήραγγας με έξοδο σε παράδρομο εκτός Αττικής Οδού.		
Πυροσβεστικός Σταθμός: 4 ^{ης} Πυροσβεστικός Σταθμός Αθηνών (Μεσσηνίας 48 ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ) τηλ. 2107783589, 2107783550		Τηλεπικοινωνίες		
		Αναμετάδοση TETRA Α.Ο		
		Αναμετάδοση TETRA Σωμάτων Ασφαλείας		
		Αναμετάδοση VHF		

Ταχύτητα αέρα στην εξέλιξη του σεναρίου (30MW και 200 MW φωτιά στον κλάδο A 50 μέτρα μετά τη διασταύρωση)

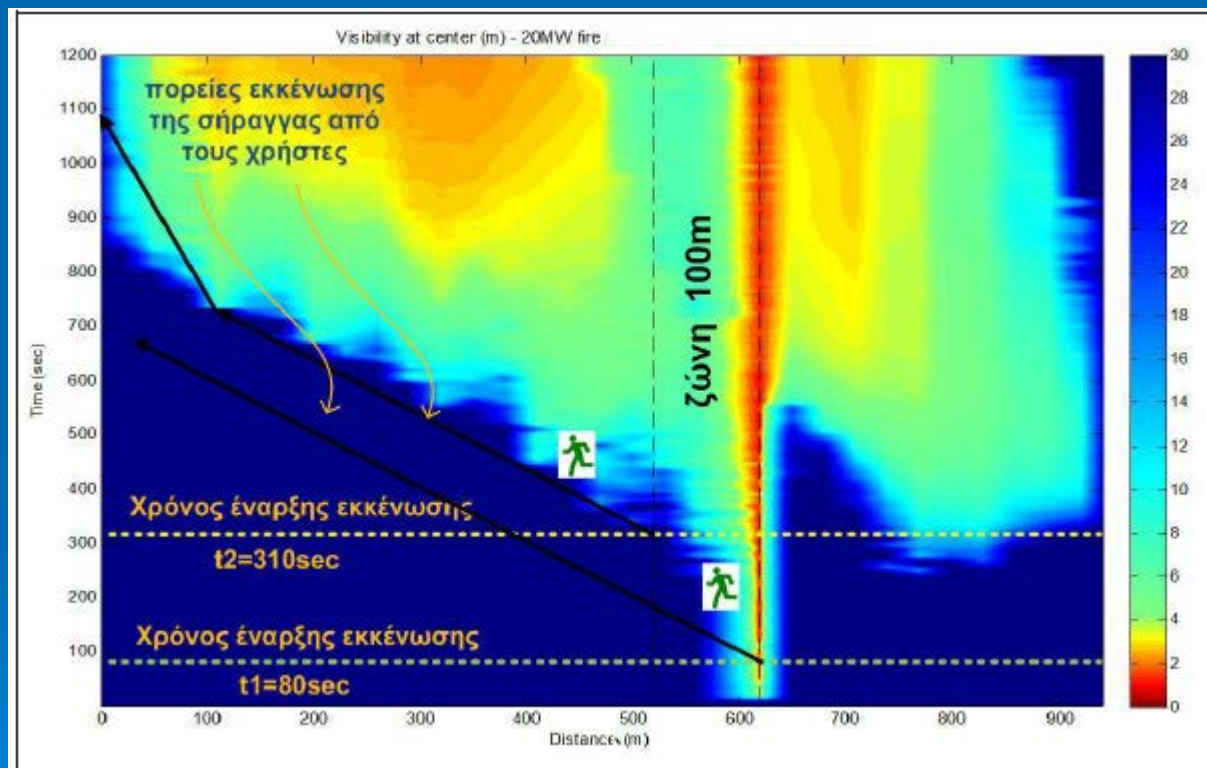


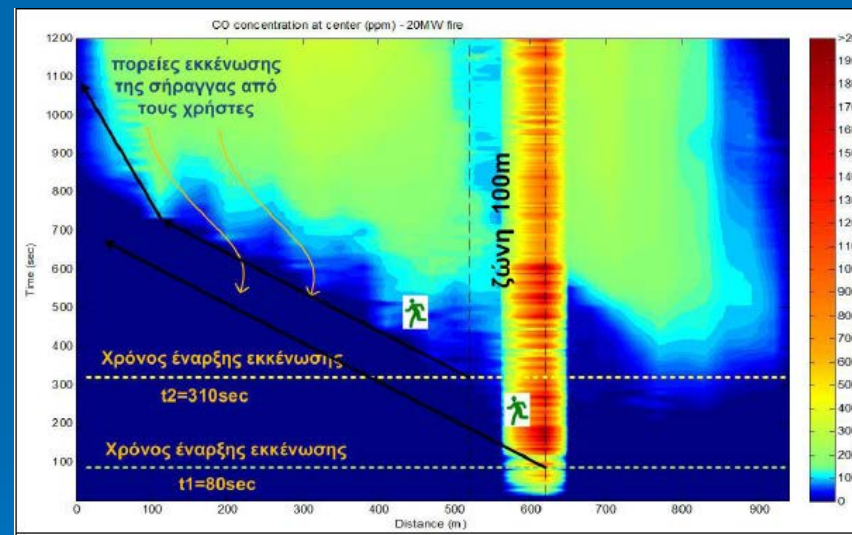
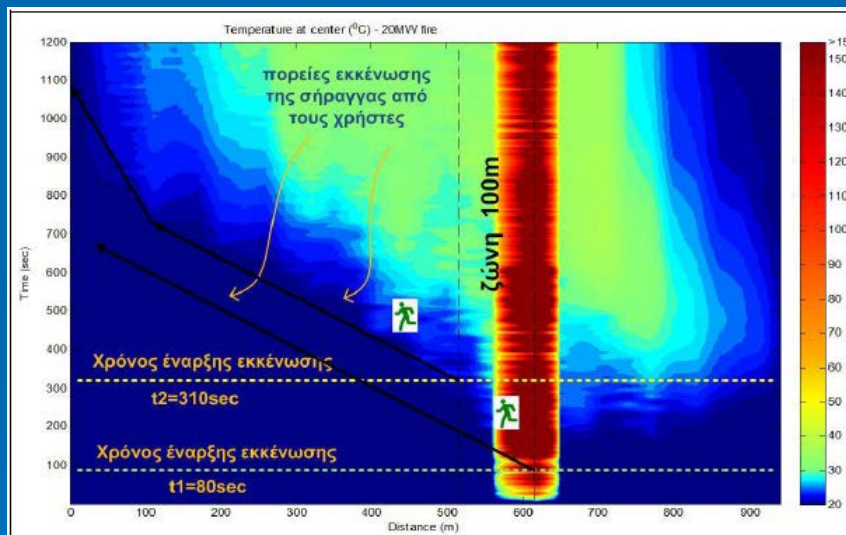


Airport

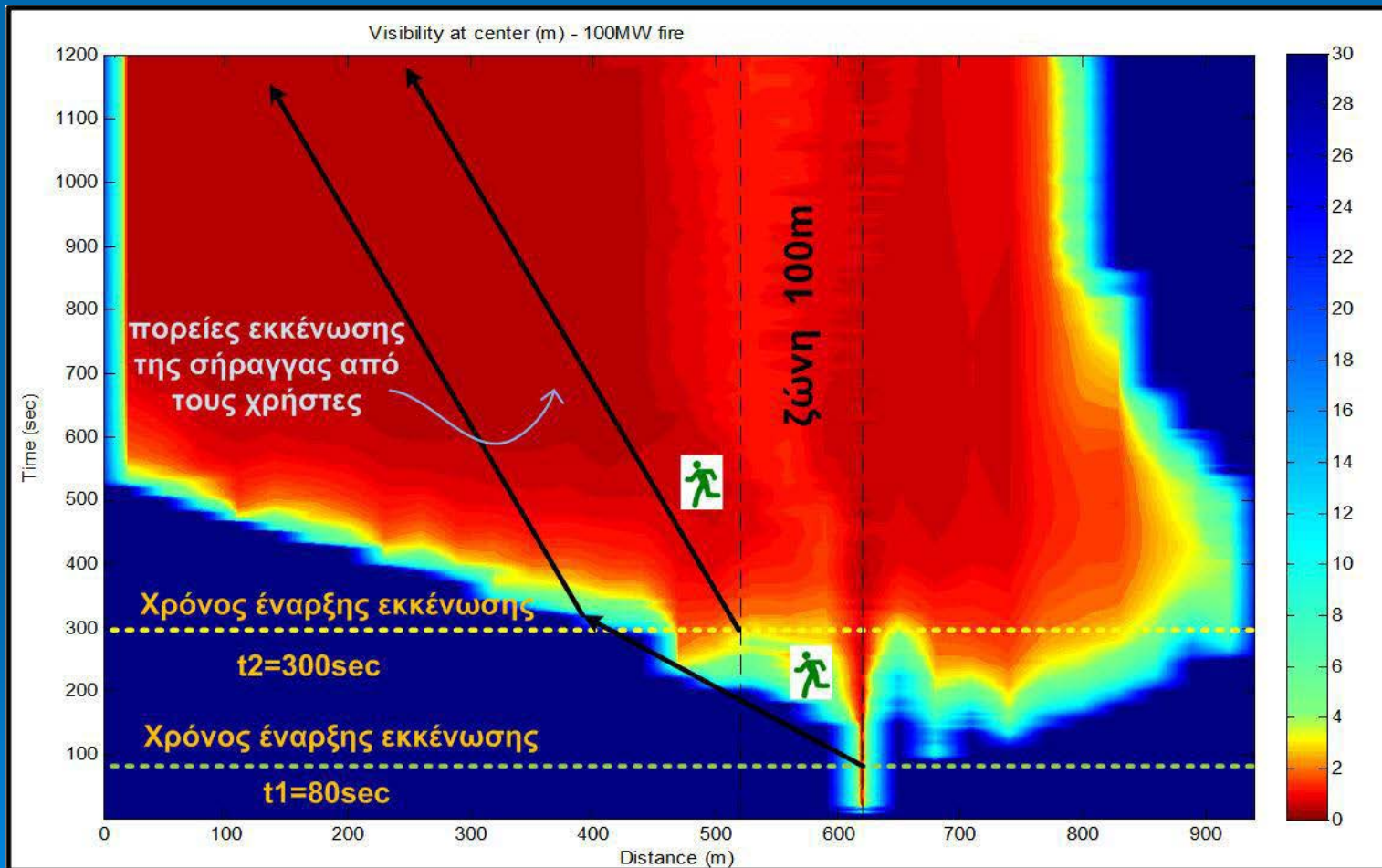


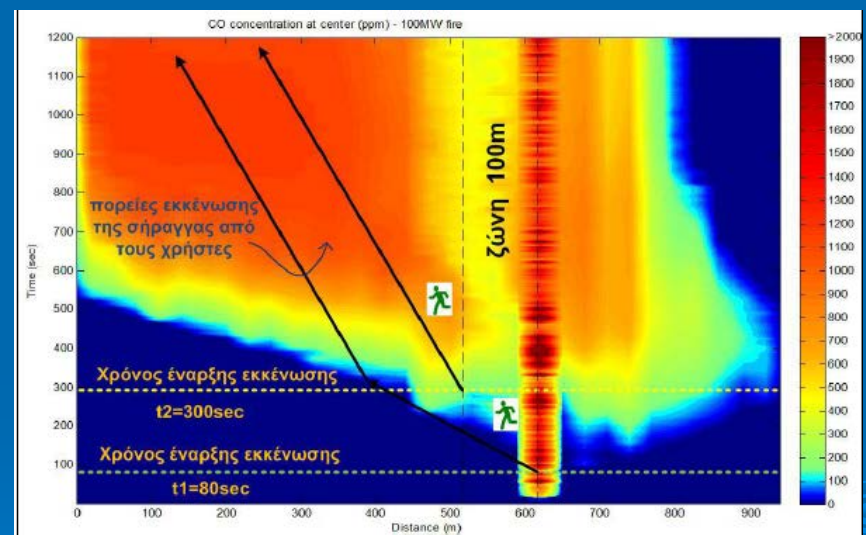
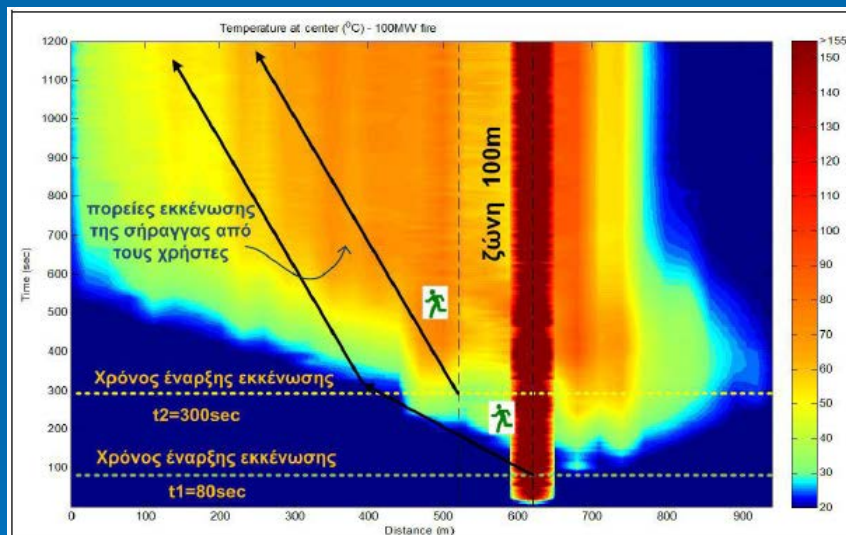
Κλάδος Α Σημείο: 660 μέτρα από την είσοδο,
Ισχύς φωτιάς: 20MW, Έναρξη αερισμού: 21 λεπτά

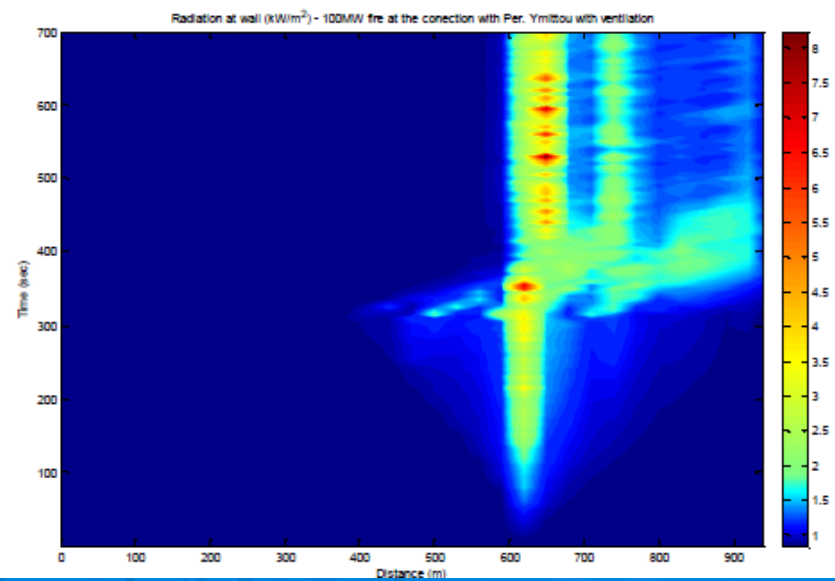
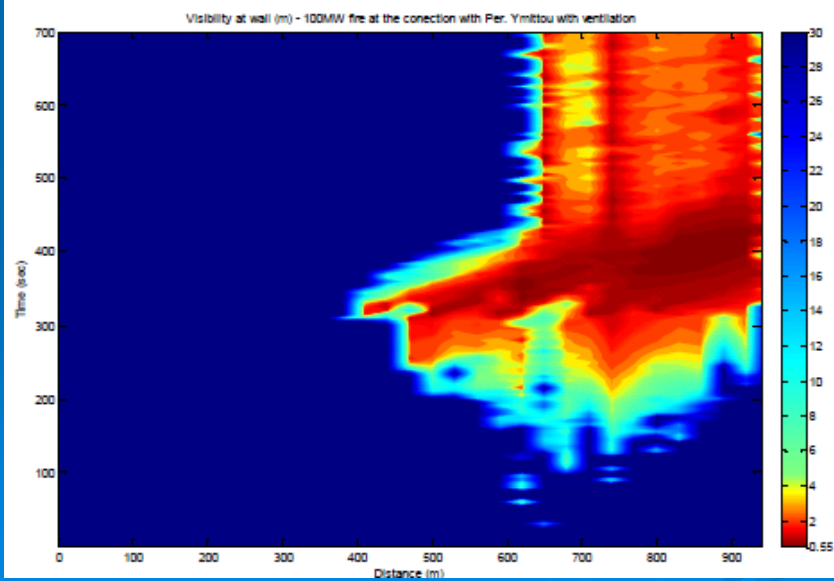
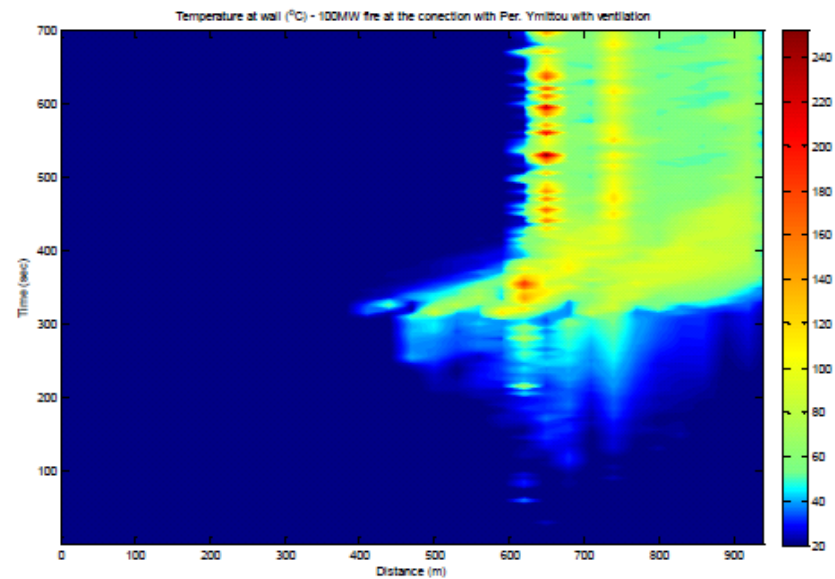
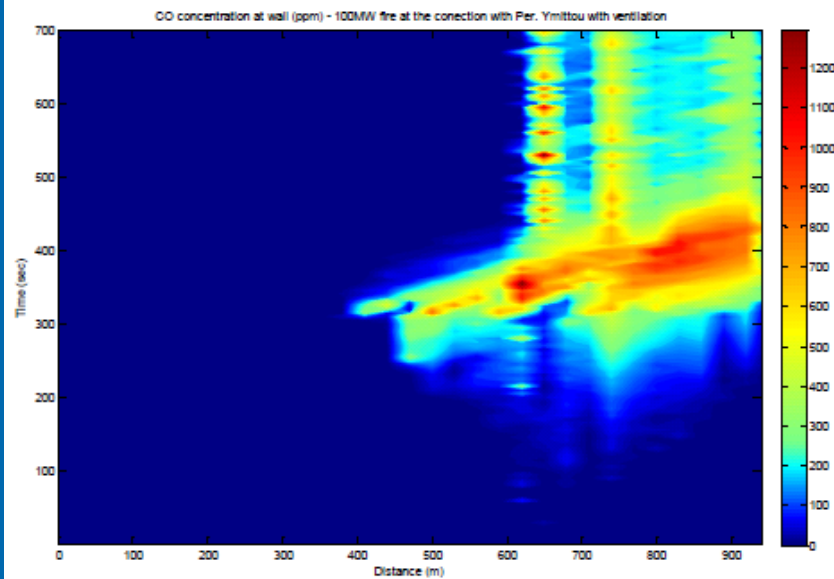




Κλάδος Α Σημείο: 660 μέτρα από την είσοδο, Ισχύς φωτιάς:
100MW, Έναρξη αερισμού: 21 λεπτά







Κεφάλαιο 5: Περίληψη – Συμπεράσματα – Προτάσεις

- Για κάθε εξεταζόμενο σενάριο θα διενεργείται μια Α.Ε. για την εξεταζόμενη σήραγγα και μια για τη σήραγγα αναφοράς και θα συγκρίνονται τα αποτελέσματα.
- Η απαίτηση ισοδύναμου επίπεδου προστασίας θεωρείται ότι επιτυγχάνεται όταν τα αποτελέσματα της Α.Ε. (π.χ. θύματα, ανθρωποώρες έκθεσης) για την εξεταζόμενη σήραγγα δεν υπερβαίνουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τη σήραγγα αναφοράς, για κάθε εξεταζόμενο σενάριο.
- Στην περίπτωση που τα αποτελέσματα υπερβαίνουν τα αποτελέσματα για τη σήραγγα αναφοράς, για κάποιο εξεταζόμενο σενάριο, θα γίνεται τροποποίηση των στοιχείων του Κεφαλαίου 1, με προσθήκη κατάλληλων μέτρων ασφάλειας και θα επαναλαμβάνεται η ανάλυση.

- Ανακεφαλαίωση των συμπερασμάτων της ανάλυσης του δένδρου σφαλμάτων. Εντοπισμός των “αδύνατων σημείων” και σχολιασμός των υφιστάμενων μέτρων που σκοπεύουν στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης του κρίσιμου συμβάντος. Διατύπωση πρότασης για πιθανή βελτίωση αυτών των μέτρων.

- Ανασκόπηση της αποτελεσματικότητας των προταθέντων στο Κεφάλαιο 1 μέτρων ασφαλείας και πρόταση για τυχόν τροποποίησή τους με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης.
- Για κάποιες μεταβλητές συνιστάται να γίνεται διερεύνηση της σημασίας και επιρροής τους με διενέργεια ανάλυσης ευαισθησίας. Τα αποτελέσματα αυτά θα δίνονται με κατάλληλο σχολιασμό σε ειδική παράγραφο και με την επιρροή των αντίστοιχων μέτρων (π.χ. η επιρροή της μεγαφωνικής εγκατάστασης στη συμπεριφορά των χρηστών με τη μείωση των χρόνων αντίδρασης)

5. ΘΕΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΣΗΡΑΓΓΕΣ

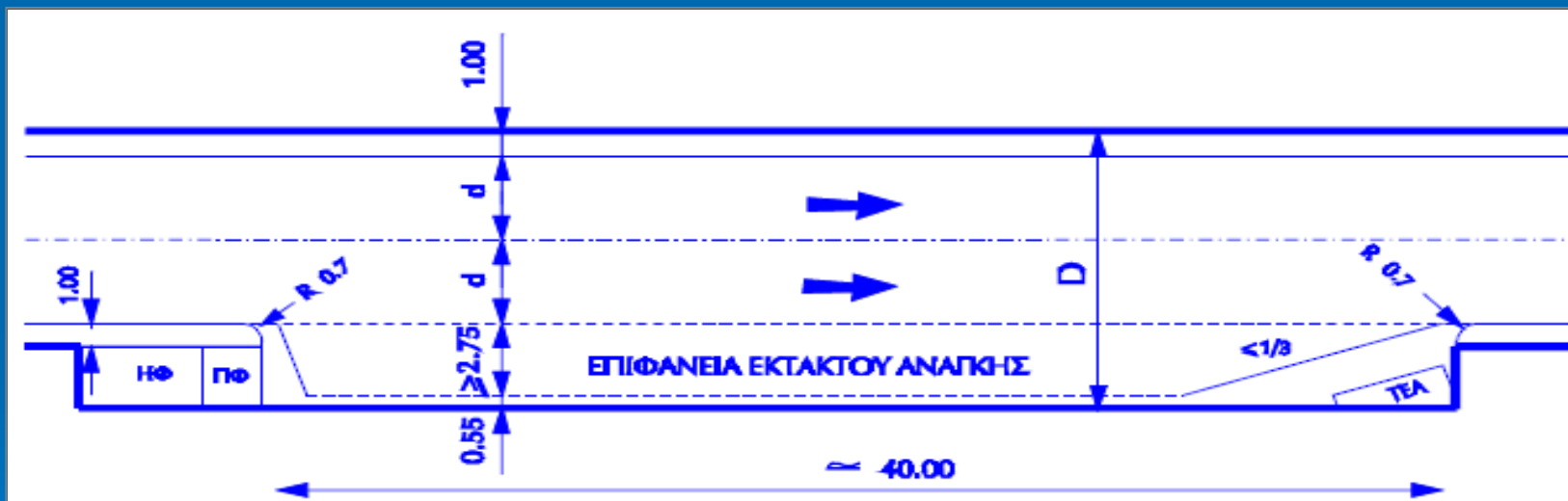
- Ένταξη των Α.Ε. στο κανονιστικό μελετητικό πλαίσιο
- Σαφές διαμορφούμενο ορθολογικό safety concept (π.χ. χρόνος ενεργοποίησης αερισμού)
- Απαιτήσεις επιτελεστικότητας της κατασκευής
- Ένταξη της έννοιας της θεώρησης της λειτουργίας – συντήρησης στην μελετητική θεώρηση

Κανονιστικό πλαίσιο (ΟΜΟΕ)

Πότε διατηρείται η λωρίδα βραδυπορούντων οχημάτων;



➤ Σχεδιασμός των χώρων στάθμευσης





Swiss tunnel crash



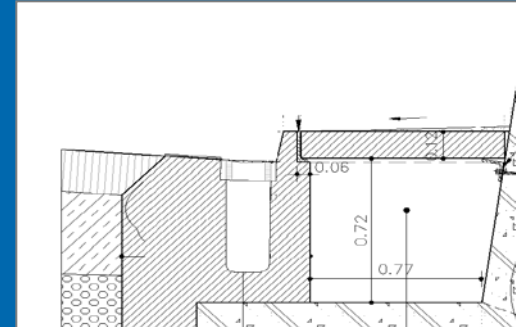
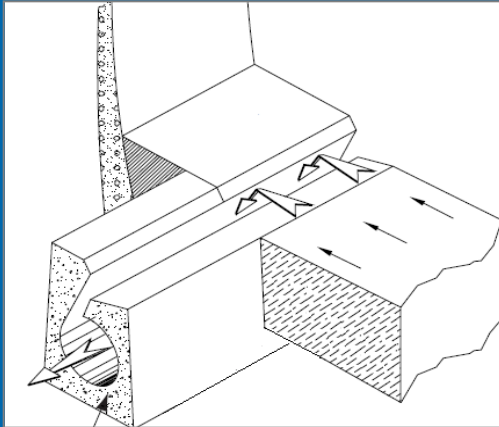
Αποχέτευση υγρών οδοστρώματος

- Απαιτήση για μη διάδοση της φωτιάς στο εσωτερικό της σήραγγας
- Χωριστό σύστημα για νερά βραχώμαζας και υγρά οδοστρώματος
- Για διέλευση Ε.Ε. συνεχής απορροή
 - ❖ Ρείθρο σχισμής
 - ❖ Ρείθρο με προκατασκευασμένες πλίνθους
 - ❖ Ρείθρο με χαλύβδινες σχάρες

➤ Κίνδυνοι

- Θραύσης
- Μετακίνησης
- Εκτίναξης (cut & cover Κατερίνης)

➤ Απαιτήσεις μεγαλύτερου χώρου



Απαιτήσεις επιτελεστικότητας για τη δομοστατική επάρκεια της μόνιμης επένδυσης

- Η αλυσιδωτή κατάρρευση πρέπει πάντα να διασφαλίζεται
- Πρέπει να διασφαλίζεται η εκκένωση των χρηστών και η ακεραιότητα των επιχειρούντων
- Αποδεκτές συνέπειες στις υπερκείμενες κατασκευές και παρεπιδημούντες
- Διατήρηση της στεγανότητας
- Τοπική αστοχία είναι αποδεκτή; Πως ορίζεται η «τοπική»
- Η έννοια της «διαθεσιμότητας» της κατασκευής

Απαιτήσεις για τη δομοστατική επάρκεια της μόνιμης επένδυσης

- Για την εξασφάλιση της δομοστατικής επάρκειας της τελικής επένδυσης της σήραγγας, μετά από έκθεση δύο ωρών σε πυρκαγιά ισχύουν τα εξής:
- Σε σήραγγες με επί τόπου έγχυτη από σκυρόδεμα επένδυση, η θερμοκρασία της επιφάνειας του σκυροδέματος δεν θα υπερβαίνει τους $380\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ η θερμοκρασία του οπλισμού τους $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ (με επικάλυψη 25 mm)
- Σε σήραγγες με επένδυση από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος θα αποκλείεται η απολέπιση (spalling)

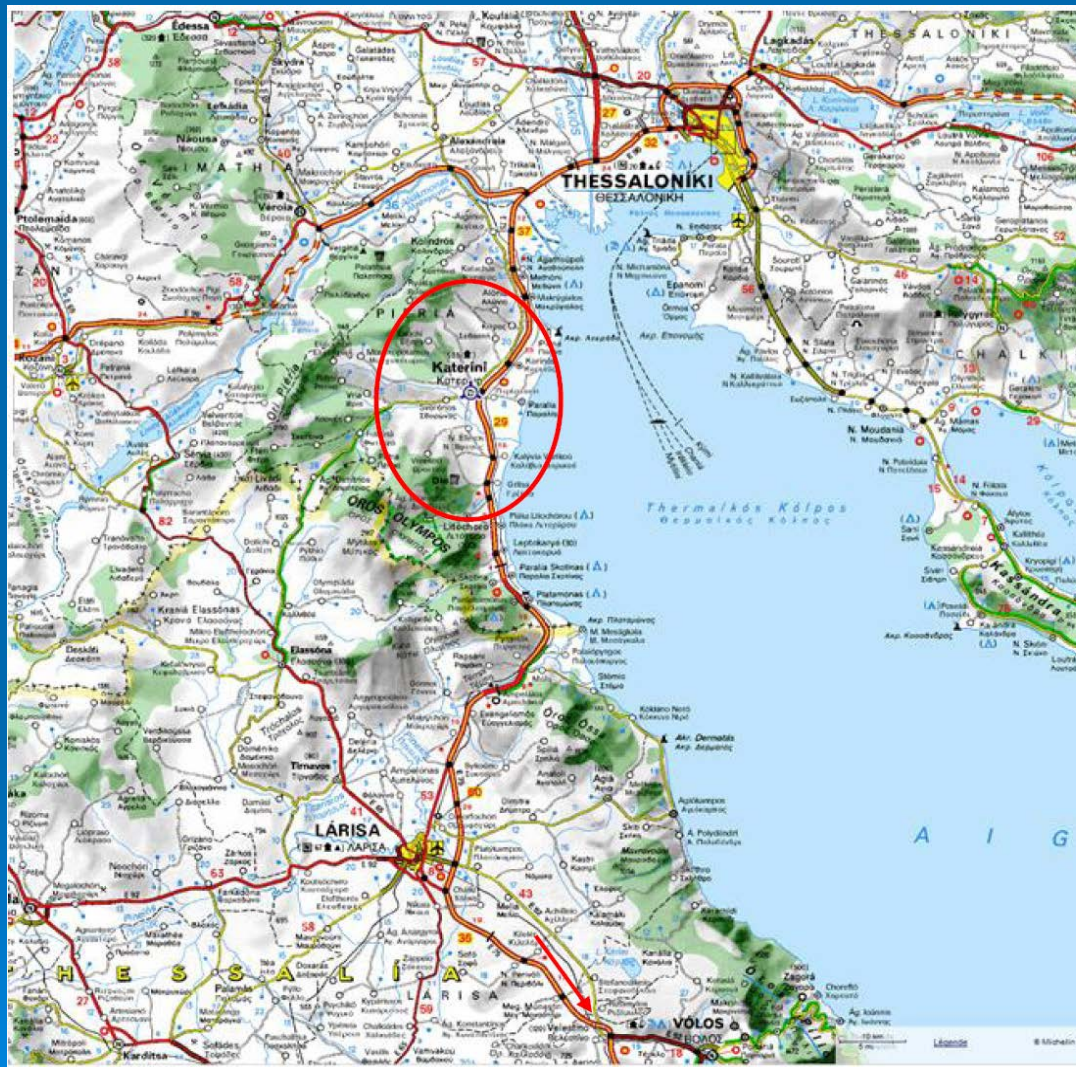
Παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή στην πυρκαγιά

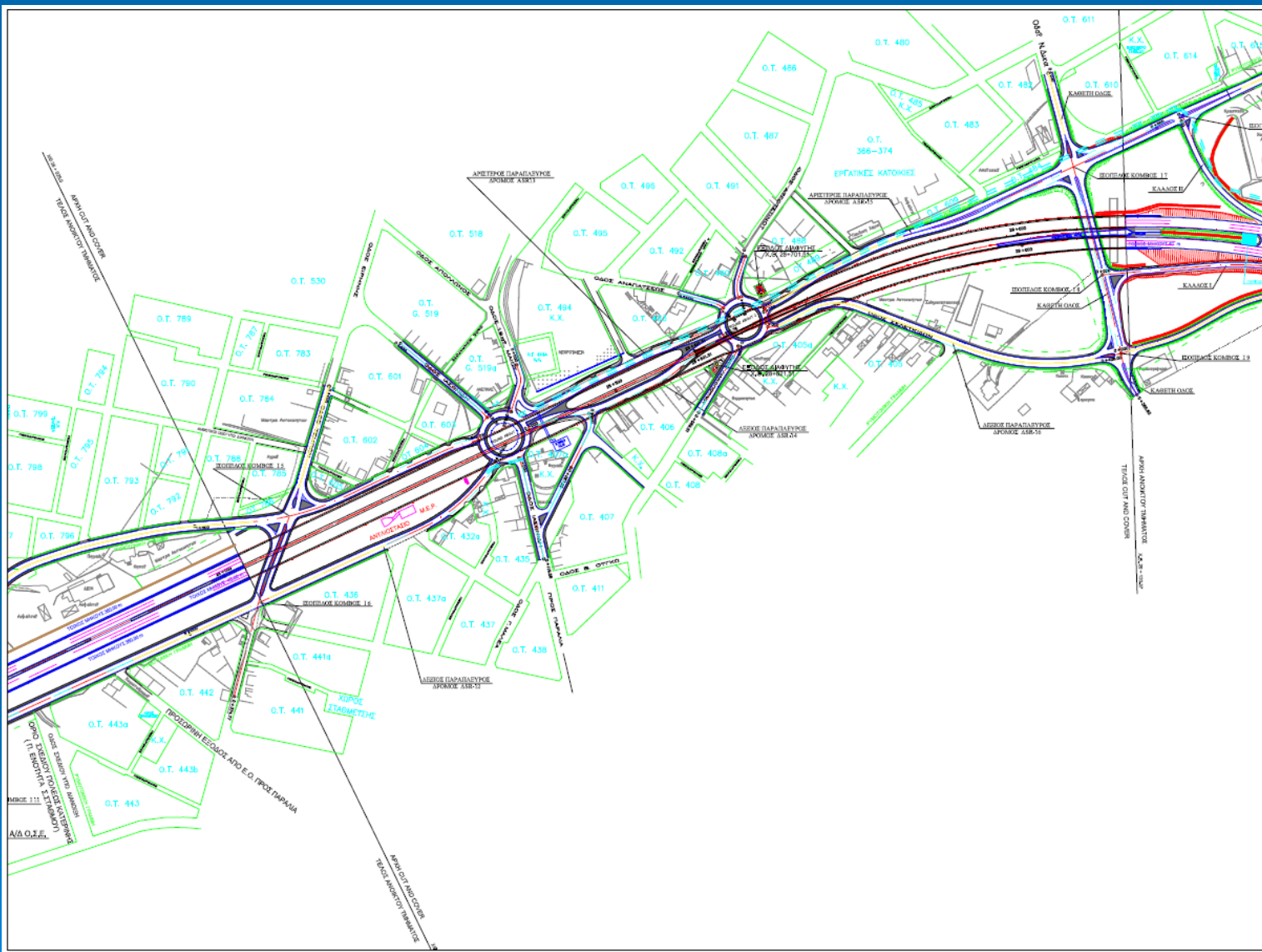
- Αντοχή σκυροδέματος, πυκνότητα, βάθος ενανθράκωσης, επικάλυψη, επιδερμικός οπλισμός, ορυκτολογική σύνθεση των αδρανών, υγρασία, πορώδες, κατασκευαστική διαδικασία, ρυθμός αύξησης θερμοκρασίας
- Α Φάση: Αποτίμηση χωρίς spalling – χάραξη ισοθερμικών καμπυλών

Απολέπιση (spalling):

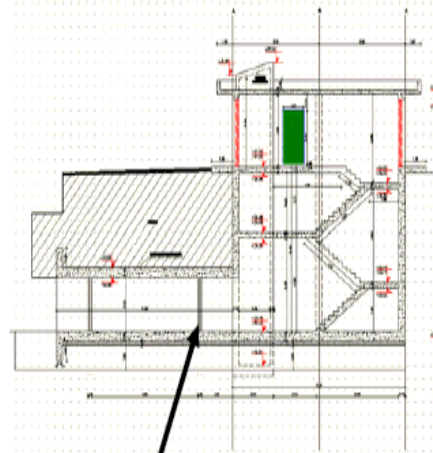
- Δεν αναμένεται όταν η υγρασία $\leq 2,5\%$ (ISO-834-fire curve).
 - Ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας στην επιφάνεια $\geq 70 \text{ K/min} \rightarrow$ αυξημένη πιθανότητα
- B Φάση: Συνυπολογισμός του spalling

C&C Κατερίνης

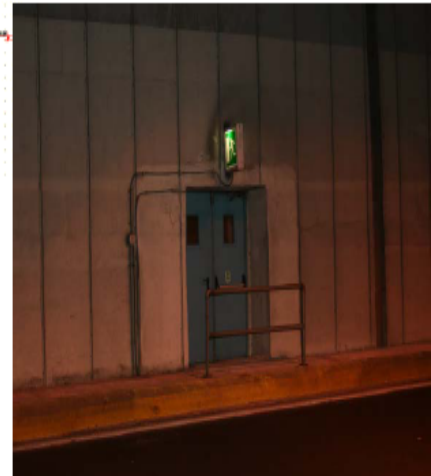








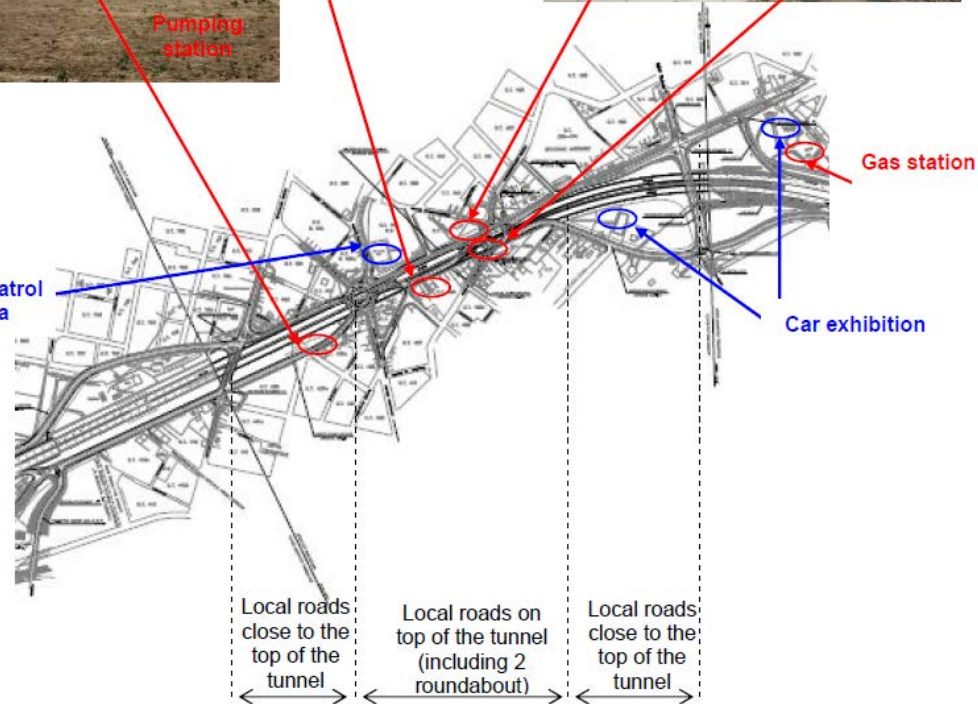
Direct emergency exit to the surface



Communication doors between two tubes



Highway patrol
of Pieria



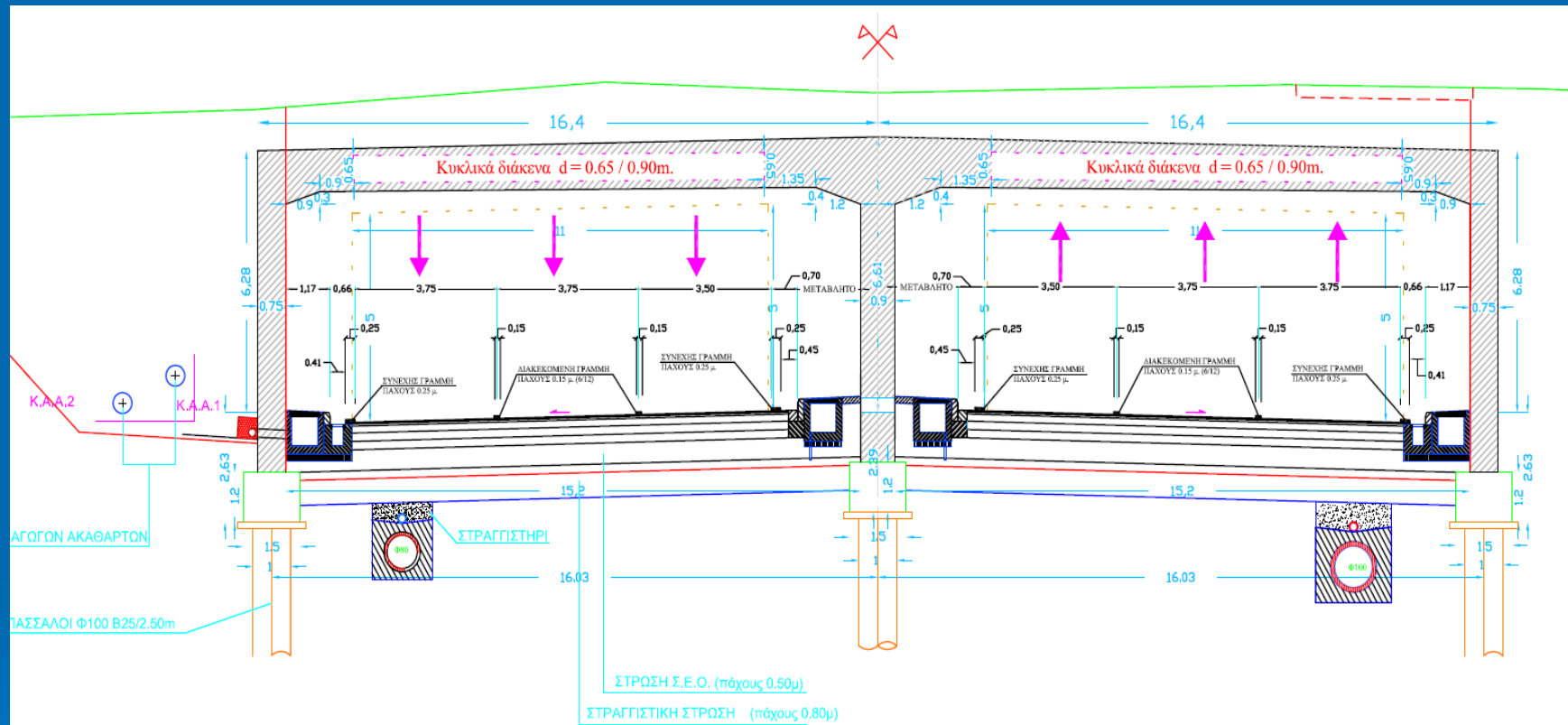
Local roads
close to the
top of the
tunnel

Local roads on
top of the tunnel
(including 2
roundabout)

Local roads
close to the
top of the
tunnel

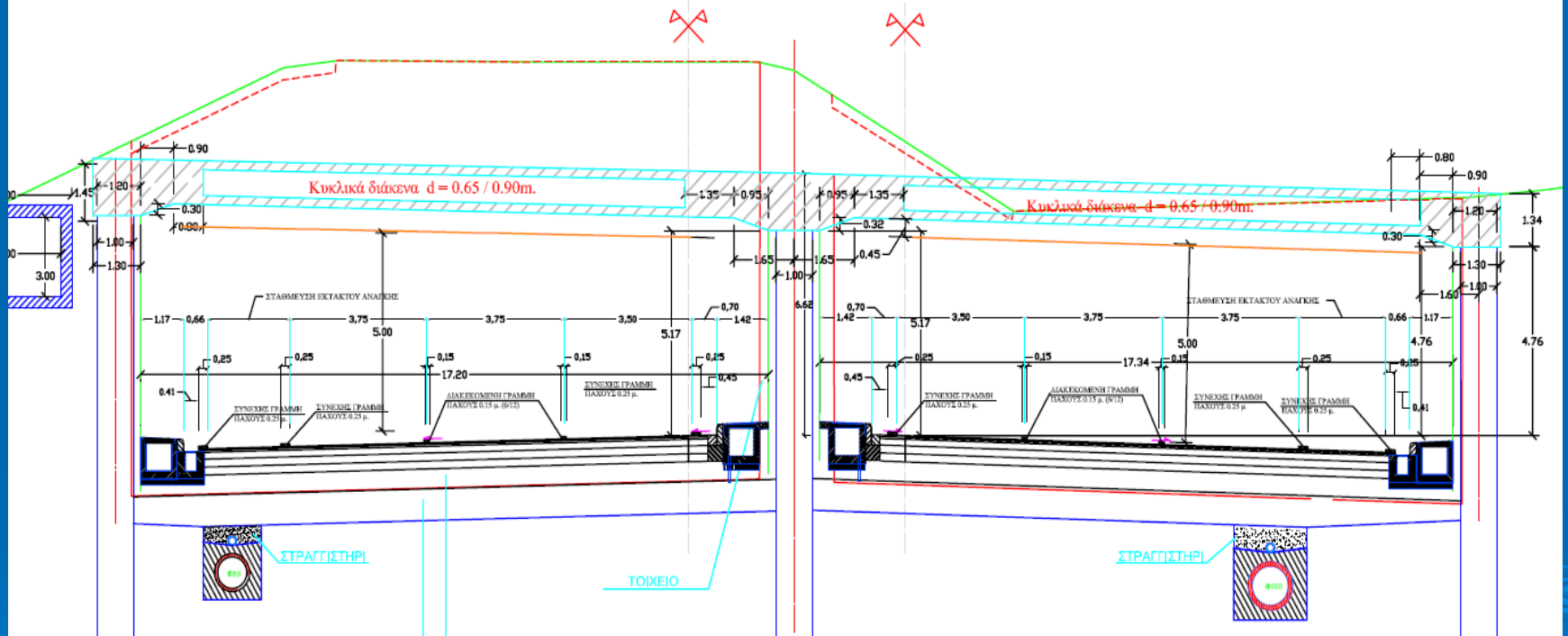
Gas station

Car exhibition



ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΚΛΑΔΟΣ

ΔΕΞΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ



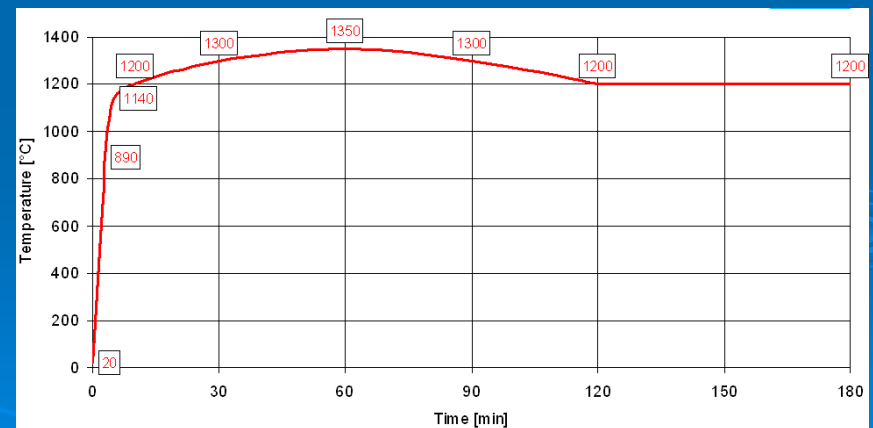
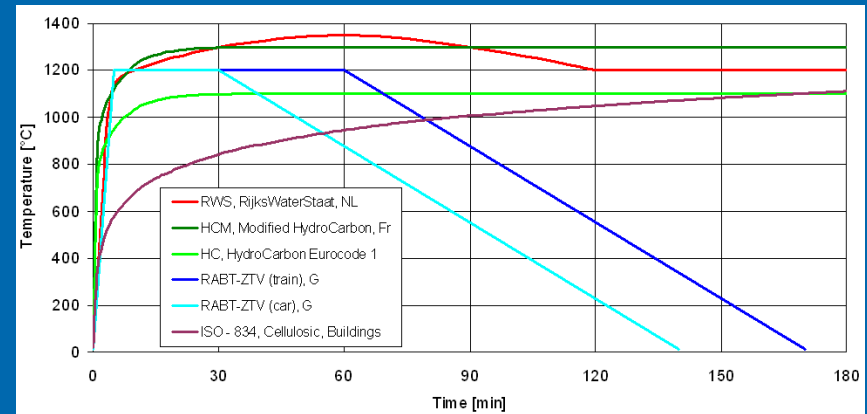
Τα κύρια σημεία της μεθοδολογίας αποτίμησης αντοχής σε πυρκαγιά

A. Πραγματικές συνθήκες σε σχέση με τη μελέτη:

- Επιβεβαίωση των σχεδίων "ως κατασκευάστηκε" του μητρώου με οπτική επιθεώρηση.
- Ιδιότητες σκυροδέματος με δοκίμια
 - ❖ Οπτική επιθεώρηση των δοκιμίων: Διαβάθμιση αδρανών, περιεκτικότητα λεπτόκοκκων, πόροι (από φυσαλίδες αέρα λόγω ανεπαρκούς συμπίκνωσης), φύση των αδρανών, η εμφάνιση των επιφανειών, ενδείξεις επεξεργασίας των επιφανειών (επίδραση από το πλύσιμο, αμμοβολές, αποσάθρωση)
 - ❖ Δοκιμές στο εργαστήριο ή επί τόπου: (μέτρο ελαστικότητας, αντοχή (EN 13791), πυκνότητα (mercury porocimetry), βάθος ενανθράκωσης (δοκιμή με διάλυμα φαινολοφθαλείνης)
- Επικάλυψη οπλισμού απευθείας από δοκίμια ή με έμμεσες NDM.Πιθανός επιδερμικός οπλισμός
- Θερμική ανάλυση για την ορυκτολογική σύνθεση και την περιεχόμενη υγρασία.

Δοκιμές απολέπισης (Spalling tests)

- Αποτίμηση καταρχήν της πιθανότητας spalling: υγρασία $\geq 2,5\%$ και ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας ≥ 70 K/min
- Επί τόπου δοκιμή spalling με κινητό φούρνο.
- RWS fire curve



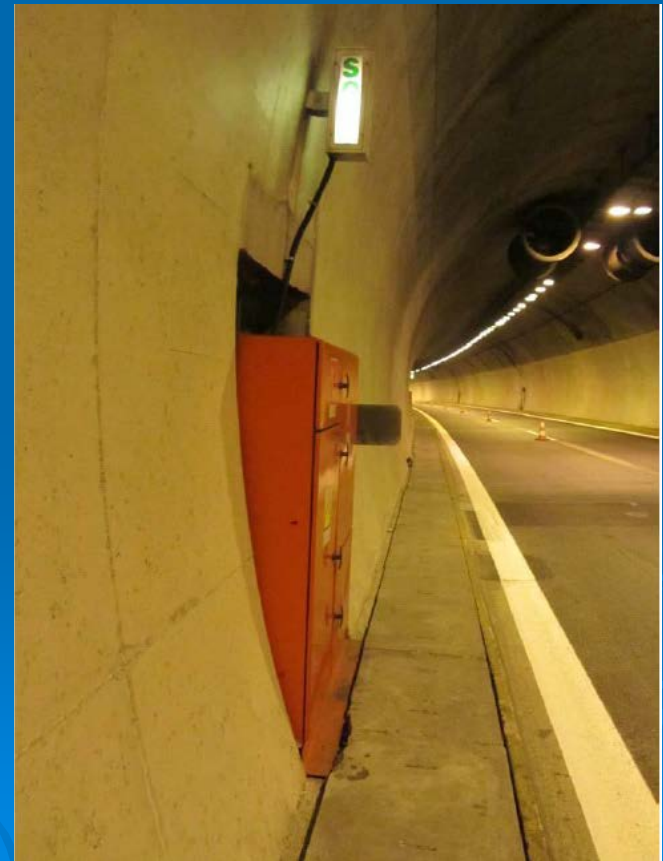
- Η μεθοδολογία θα λάβει υπόψη την κατανομή της θερμοκρασίας στη διατομή του σκυροδέματος και τα προκύπτοντα εξ' αυτής εντατικά μεγέθη (ορθή δύναμη ΚΑΙ ροπή)
- Το χρονικό σημείο στο οποίο η κατασκευή δεν αυτο-υποστηρίζεται και αρχίζει η κατάρρευση.
- Την πιθανότητα τοπική αστοχία π.χ. ενός ριχτικού να προκαλέσει αλυσιδωτή κατάρρευση.
- Εκτίμηση των ζημιών στην δομή της σήραγγας και της έκτασης αυτών με την απόσταση από τη θέση της φωτιάς και περιγραφή των αναμενόμενων ζημιών στην υπερκείμενη περιοχή

Οδοστρώματα

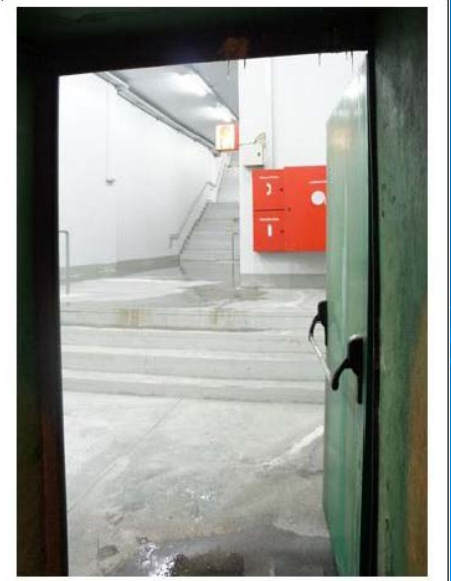
- Αποκλείονται ασφαλτικά οδοστρώματα με μεγάλο πορώδες (πόσο μεγάλο δεν είναι καθορισμένο).
- Στην Ελλάδα συνήθως χρησιμοποιούνται οι συνήθεις αντλιοσθηρού τύπου τάπητες με τροποποιημένη άσφαλτο με κενά αέρος 13% ($\pm 2\%$)

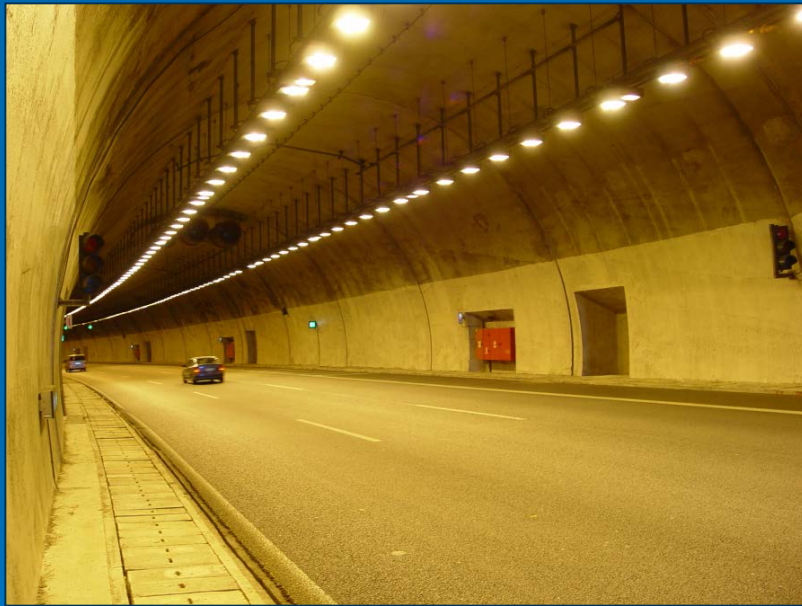
ΣΗΜΑΝΣΗ - ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ

- Ανομοιομορφία και μικρά μεγέθη στις επισημάνσεις (π.χ. οδών διαφυγής, τηλεφώνων έκτακτης ανάγκης), διαφορετικές διαρρυθμίσεις ερμαρίων έκτακτης ανάγκης



ΣΗΜΑΝΣΗ ΕΞΟΔΩΝ ΔΙΑΦΥΓΗΣ





Οι αποστάσεις μεταξύ των οχημάτων



6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Προβλήματα με την εφαρμογή του DG QRA και την επικινδυνότητα από τη διέλευση Ε.Ε.

- Η απουσία φλογοπαγίδων και κατάλληλου συστήματος αποστράγγισης των υγρών οδοστρώματος δεν μπορεί να αποτιμηθεί με τη μέθοδο αυτή και απαιτεί άλλες προσεγγίσεις
- Η σύνθεση του κυκλοφοριακού φορτίου των Ε.Ε. είναι συνήθως αποτέλεσμα παραδοχών και υποθέσεων, παρά αποτέλεσμα μετρήσιμων στοιχείων
- Η επιλογή των εναλλακτικών διαδρομών δεν είναι μονοσήμαντη διαδικασία. Τα κυριότερα προβλήματα είναι: η διαθεσιμότητα (ημερήσια ή ετήσια), διαδρομές ορεινές σε δρόμους με χαμηλά χαρακτηριστικά, άρνηση τοπικών κοινοτήτων να αποδεχθούν τη διέλευση
- Η προβολή διαφόρων τιμών και δεικτών στο μέλλον είναι αμφισβητούμενη, κυρίως στις συνθήκες της οικονομικής κρίσης
- Αν και κάποια διοικητικά μέτρα μπορούν να οδηγούν σε αποδεκτές καταστάσεις (κατανομή των οχημάτων ΕΕ σε χρονικά παράθυρα), αυτά περιορίζονται μόνο στη μελέτη λόγω αδυναμίας υλοποίησης ή επιβολής του μέτρου

Για τη Σεναριακή Μέθοδο

- Σήραγγα Αναφοράς
- Οι χρόνοι που θα πρέπει να εισαχθούν στο μοντέλο (κυρίως χρόνος ενεργοποίησης αερισμού για επίτευξη της κρίσιμης ταχύτητας στο διαμήκη αερισμό)
- Η διαστασιολόγηση του συστήματος αερισμού και η ικανότητα εξαγωγής καπνού δεν περιγράφεται στο ΠΔ
- Σε κάποιες παλαιότερες σήραγγες κάποια συστήματα δεν είναι συμβατά με τις σύγχρονες προδιαγραφές και πρέπει να εισάγονται με ιδιαίτερη προσοχή στο μοντέλο
- Τα χαρακτηριστικά του τυπικού ατόμου που διαφεύγει. Πως θα λαμβάνονται υπόψη άτομα μειωμένης κινητικότητας και ειδικές ανάγκες στη διαδικασία εκκένωση
- Ο βαθμός συμμόρφωσης των οδηγών που συνεχίζουν να εισέρχονται στη σήραγγα. Το σύστημα αποκλεισμού γενικά είναι θέμα συζήτησης διεθνώς



Οι επικινδυνότητες στην εφαρμογή Α.Ε.

- Ανεπαρκείς πόροι (χρόνος, χρήματα, πληροφορίες, γνώση) οδηγούν σε αναποτελεσματική διαχείριση
- Ακατάλληλος συνδυασμός εμπειρίας στην ομάδα μελέτης. (πρέπει να συμμετέχουν πολλές ειδικότητες)
- Εμπλοκή της ομάδας μελέτης σε ακατάλληλο χρόνο (όσο νωρίτερα είναι δυνατό)
- Ακατάλληλες διαδικασίες και μέθοδοι μπορούν να προκαλέσουν σύγχυση και να προσπεράσουν το πραγματικό πρόβλημα
- Μη επαρκώς καθορισμένες διεπιφάνειες και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών (π.χ. του κυρίου του έργου, μελετητών, λειτουργού, κατασκευαστή, συμβούλων, ελεγκτών, δημόσιων φορέων, τραπεζών κλπ)

Οι επικινδυνότητες στην εφαρμογή Α.Ε. (συν.)

- Επικινδυνότητα από υπεραπλούστευση και άκριτη εμπιστοσύνη στις υφιστάμενες κωδικοποιήσεις. Αν και αυτό κινητοποιεί τη χρήση τυποποιημένων διαδικασιών αποτίμησης της επικινδυνότητας, από την άλλη πλευρά περιορίζει το οπτικό πεδίο προσέγγισης της επικινδυνότητας. Η pro forma προσέγγιση εστιάζει σε πράγματα για τα οποία υπάρχει εμπειρία
- Μη επαρκώς καθορισμένη στρατηγική αποτίμησης της επικινδυνότητας
- Λαθεμένη εφαρμογή (εσκεμμένη ή μη) των μεθόδων ανάλυσης επικινδυνότητας για να αιτιολογήσουν ή να επιβάλλουν αποφάσεις που αφορούν κατασκευαστικές ή συμβατικές επιλογές

Δημιουργία προϋποθέσεων για υιοθέτηση στο μέλλον πλήρους πιθανοτικής προσέγγισης.

- Φάση 1: Σκεπτικισμός για την χρησιμότητα της πιθανοτικής μεθόδου
- Φάση 2: Εξοικείωση με τις τεχνικές και τεχνολογικές διαρρυθμίσεις των πιθανοτικών προσεγγίσεων και χρήση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων. Η προσοχή εστιάζεται κυρίως στην «αρνητική» γνώση και πρόβλεψη (αποκάλυψη μη εντοπισμένων τύπων αστοχίας)

ΠΟΙΟΤΙΚΟ ΑΛΜΑ

- Φάση 3: Η εμπιστοσύνη προς τις μεθόδους αυτές αποκαθίσταται και η προσοχή εστιάζεται στην «θετική» γνώση. Στη φάση αυτή είναι δυνατή η ορθολογική επανεξέταση των υφιστάμενων απαιτήσεων ασφαλείας καθώς κάποια από αυτά αποδεικνύεται ότι δεν συνεισφέρουν στην ασφάλεια ή οι αναλύσεις κόστους οφέλους δείχνουν ότι η συνεισφορά τους είναι δυσανάλογη του κόστους

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ



ΕΕΣΥΕ: 2nd EETC 2014

<http://www.eetc2014athens.org/>

ΚΥΡΙΑΚΗ 28 ΣΕΠΤΕΜΒΡΗ (14:00 έως 19:00)

ΗΜΕΡΑ ΣΤΑΔΙΟΔΡΟΜΙΑΣ ΓΙΑ (κυρίως νέους)

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΕΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ, ΥΠΟΓΕΙΩΝ

ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ROYAL OLYMPIC

**ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ EETC 2014 ΚΑΙ
ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΩΝ ΜΕΛΩΝ της ΕΕΣΥΕ**