



## Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την εκπόνηση Σχεδίων Εκκένωσης κατά την εκδήλωση ατυχήματος ΒΑΜΕ σε εγκαταστάσεις Seveso III

Χριστόλης Μιχάλης, Γεωργιάδου Παρασκευή, Μαρκάτος Νικόλαος  
Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Χημικών Μηχανικών

# Εισαγωγή

Εγκαταστάσεις με μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων ουσιών

Κίνδυνος BAME

Οδηγία SEVESO III  
ΚΥΑ 172058/2016

>230  
εγκαταστάσεις  
στην Ελλάδα

Πύρινη Σφαίρα (Fire Ball)  
Φωτιά Λίμνης (Pool Fire)  
Φωτιά Πυρσού (Jet Fire)  
Κατάκαυση Νέφους Ατμών  
(Flash Fire)

Θερμική  
ακτινοβολία

Έκρηξη Νέφους Ατμών  
(UVCE)

Θερμική  
ακτινοβολία  
Ωστικό κύμα

Διαρροή

Διασπορά  
τοξικού  
νέφους



ΕΛΙΝΥΑΕ

Σενάρια  
ατυχημάτων

Ζώνες  
προστασίας  
I, II, III

Π.χ. Φωτιά  
Λίμνης,  
έκθεση  
παρατηρητή  
40 min,  
Ζώνες I, II,  
III: 15  
kW/m<sup>2</sup>, 6  
Kw/m<sup>2</sup>, 3  
kW/m<sup>2</sup>

ΜΕΛΕΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Οργάνωση  
-  
προσωπικό  
Μέσα

.....  
Σχέδιο  
Εκκένωσης

Εσωτερικό Σχέδιο Έκτακτης  
Ανάγκης

# Σκοπός - Μεθοδολογία

## Σχέδιο Εκκένωσης

- Σκοπός της μεθοδολογίας είναι η ανάπτυξη Σχεδίων Εκκένωσης για την ασφαλή απομάκρυνση μόνιμου και εργολαβικού προσωπικού σε ασφαλή τοποθεσία, εντός ή και εκτός των ορίων της εγκατάστασης, σε περίπτωση BAME
- Το Σχέδιο Εκκένωσης πρέπει να χαρακτηρίζεται από απλότητα, πληρότητα και ακρίβεια, ώστε να διασφαλίζεται η επιτυχής εφαρμογή του σε περιορισμένο χρονικό διάστημα και σε συνθήκες μεγάλης πίεσης που επικρατούν σε έκτακτες καταστάσεις.
- Η εκκένωση μπορεί να είναι γενική ή μερική ενώ σε κάποιες περιπτώσεις είναι δυνατόν να επιλεγεί η παραμονή εντός κτιρίων (sheltering in place).

Προσδιορισμός πολύ περιορισμένου αριθμού Σεναρίων Εκκένωσης με βάση τα σενάρια ατυχημάτων της Μελέτης Ασφάλειας τα οποία κατά κανόνα είναι μεγάλου αριθμού (μέχρι και 2000 σε ειδικές εγκαταστάσεις)

- Ταξινόμηση των σεναρίων ατυχημάτων ανάλογα με το είδος των επιπτώσεων και το διαθέσιμο χρόνο αντίδρασης.
- Για κάθε τύπο ατυχημάτων, ομαδοποίηση των σεναρίων ατυχημάτων με παρόμοιες χωρικές επιπτώσεις με γνώμονα τις απαιτήσεις εκκένωσης (βλ. παρακάτω Εικόνα)
- Προσδιορισμός Σεναρίων Εκκένωσης στα οποία αποτυπώνονται η έκταση επιπτώσεων και όλες οι απαραίτητες ενέργειες/ πληροφορίες.

# Πιλοτική εφαρμογή

## Εγκατάσταση αποθήκευσης υγρών καυσίμων

- Στη Μελέτη Ασφάλειας εξετάστηκαν 100 σενάρια ατυχημάτων: Φωτιά Λίμνης, Πύρινη Σφαίρα, Φωτιά Πυρσού και Ανάφλεξη/ Έκρηξη αερίου Νέφους Ατμών Βενζίνης.
- Προσδιορίστηκαν τρία Σενάρια Εκκένωσης για περιστατικά φωτιάς εντοπισμένου σημείου εκδήλωσης και
- Τρία Σενάρια για διαρροή καυσίμου Βενζίνης και συνεπακόλουθη δημιουργία νέφους ατμών λόγω εξάτμισης.
- Ο εντοπισμός του κατάλληλου Σεναρίου Εκκένωσης γίνεται με βάση το είδος ατυχήματος και τον εξοπλισμό εκδήλωσης

Με γαλάζιο χρώμα η περιβάλλουσα καμπύλη επιπτώσεων που προέκυψε από τη χωρική ομαδοποίηση των επί μέρους ατυχημάτων.



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κτίρια:

Σημεία Συγκέντρωσης Προσωπικού:

Διαδρομές:

### ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΠΡΟΣ ΒΟΡΕΙΑ ΠΥΛΗ

Περιστατικό: Φωτιά Λίμνης ή Πύρινη Σφαίρα  
Τύπος επίπτωσης: Θερμική ακτινοβολία

Εξοπλισμός Περιστατικού  
TK-601, TK-602, TK-603, TK-503, TK-604, Λεκάνες  
Συγκράτησης #10, #20, #30)

### ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Κτίρια προς Εκκένωση: A5, A8, A9, A10

Σημείο Συγκέντρωσης: Βόρεια Πύλη

Διαδρομή: Δ2

Τρόπος Εκκένωσης: Πεζή, Υπηρεσιακά Μέσα

Μέσα Ατομικής Προστασίας: Προσωπίδες  
Προστασίας Αναπνοής

### ΜΕΤΡΑ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΥ ΕΠΙΠΤΩΣΩΝ

Επηρεαζόμενος Εξοπλισμός

Αντλιοστάσιο

Μέτρα Προστασίας

Ψύξη

# Συμπεράσματα - Αναφορές

Με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε είναι δυνατός ο σχεδιασμός ασφαλούς εκκένωσης των εγκαταστάσεων Seveso III σε περίπτωση BAME, μέσω του προσδιορισμού Σεναρίων Εκκένωσης, πολύ περιορισμένου αριθμού, στα οποία καταγράφονται όλες οι απαραίτητες ενέργειες και τα αναγκαία μέσα για την απομάκρυνση του προσωπικού. Το Σχέδιο Εκκένωσης αποτελεί αντικείμενο εκπαίδευσης και ελέγχεται/ βελτιώνεται με τη διεξαγωγή ασκήσεων.

Η μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί και σε εγκαταστάσεις κατώτερης βαθμίδας, καθώς και σε εγκαταστάσεις που δεν κατατάσσονται στις επικίνδυνες εγκαταστάσεις αλλά γειτονεύουν με επικίνδυνες μονάδες που υπάγονται στην Οδηγία Seveso III.

## Αναφορές

1. Μ. Χριστόλη, Ν. Μαρκάτου (2017), Εκπόνηση Σχεδίου Εκκένωσης Διυλιστηρίου ΕΛΠΕ-ΒΕΕ, ΕΜΠ-Σχολή Χημικών Μηχανικών.
2. Μ. Christolis, Ε. Georgiadou, G. Sideris, Ν. Markatos (2008), Major accidents involving hazardous materials: occupational safety risk assessment, 4th International Conference Prevention of Occupational Accident in a Changing Work Environment, Crete, Greece.
3. Argyropoulos C.D., Sideris G.M., Christolis M.N., Nivolianitou Z. and Markatos N.C. (2010). Modelling pollutants dispersion and plume rise from large hydrocarbon tank fires in neutrally stratified atmosphere, Atmospheric Environment Vol. 44(6), pp. 803-813.
4. Georgiadou P.S., Papazoglou I.A., Kiranoudis C.T., Markatos N.C. (2010), Multi-objective evolutionary emergency response optimization for major accidents. Journal of Hazardous Materials, 178, 1-3, p. 792-803.
5. Π. Γεωργιάδου (2011), Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων Αντιμετώπισης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης με Χρήση Πολυκριτηριακών Εξελικτικών Αλγορίθμων, Διδακτορική Διατριβή, ΕΜΠ-Σχολή Χημικών Μηχανικών.
6. Ε. Γεωργιάδου (2001), Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης, Μεθοδολογικός και Πληροφοριακός Οδηγός, εκδ. ΕΛΙΝΥΑΕ