ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Ακ. Έτος 2020 – 2021
Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ

BAME ή TAME

- **Μία μικρή επανάληψη**

Τι είναι:

✓ Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων ουσιών (τοξικές, εύφλεκτες), ή

✓ πυρκαγιά, ή

✓ έκρηξη, ή συνδυασμός αυτών

με χαρακτηριστικό την μεγάλη έκταση.

Σε συνδυασμό με την ανεξέλεγκτη ανάπτυξη μιας βιομηχανικής δραστηριότητας, **προκαλούν σοβαρό κίνδυνο άμεσο ή έμμεσο**, για τον άνθρωπο, στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό της εγκατάστασης, ή/και για το περιβάλλον, και στην οποία – εγκατάσταση - χρησιμοποιούνται μια ή περισσότερες **επικίνδυνες ουσίες,** όπως αυτές ορίζονται στη σχετική οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, **SEBEZO III".**

BAME ή TAME

- **Μία μικρή επανάληψη**

Χαρακτηριστικά:

- ✓ Μεγάλος αριθμός **θυμάτων** (θάνατοι>25, τραυματίες >125)
- ✓ Μεγάλη πιθανότητα για **αλυσιδωτά ατυχήματα**
- ✓ Μεγάλη χρονική **διάρκεια** του ατυχήματος
- ✓ **Μεγάλες υλικές ζημιές** εντός/εκτός της εγκατάστασης
- ✓ Καταστροφικές επιπτώσεις στο **περιβάλλον**
- ✓ Συνεργασία πολλών **υπηρεσιών επέμβασης** (Πυροσβεστική Υπηρεσία, Αστυνομία, ασθενοφόρα, τοπικές Αρχές κ.α.)
- ✓ Πιθανή **ανάγκη εκκένωσης του πληθυσμού** σε περιοχές γύρω από την εγκατάσταση (>10.000 άτομα)

BAME ή TAME

Από τι εξαρτάται η εξέλιξη ενός βιομηχανικού ατυχήματος και οι επιπτώσεις του?

- Μετεωρολογικές συνθήκες

(ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου, θερμοκρασία, υγρασία, ύπαρξη θερμοκρασιακής αναστροφής)

- Τοπογραφία της περιοχής
- Χωροταξία
- Πληθυσμιακή πυκνότητα
- Απόσταση από κατοικημένες περιοχές

BAME ή TAME

Αιτίες Ατυχημάτων: Ενεργές Αστοχίες και Λανθάνουσες Συνθήκες

- **Ενεργές Αστοχίες:** Οι άμεσα αναγνωρίσιμες αιτίες του ατυχήματος –
  - Σχετιζόμενες συνήθως σε ανθρώπινο λάθος

  (Ο υπάλληλος αφαιρέθηκε. Εάν πρόσεχε θα είχε αποφευχθεί το ατύχημα)

- **Λανθάνουσες Συνθήκες:** Οι παθογένειες του συστήματος. Μπορεί να υπάρχουν στο σύστημα για χρόνια, μέχρι που - σε συνδυασμό με την πρόκληση ενεργών αστοχιών – «επιτρέπουν» στο σύστημα να εισέλθει σε κατάσταση αστοχίας
  - Ελλιπής σχεδίαση
  - Κακή κατασκευή
  - Αποφάσεις

BAME ή TAME

Ειδικότερα

Αιτίες BAME Μπορεί να είναι:

- ✓ **Ρωγμές σε δοχεία αποθήκευσης**, δεξαμενές ή αντιδραστήρες που μπορεί να οδηγήσουν σε διάρρηξη τους
- ✓ **Δυσλειτουργία ή ολοκληρωτική αστοχία** του εξοπλισμού ρύθμισης και ελέγχου (π.χ. ανακουφιστικές βαλβίδες, ρυθμιστικές βάνες, ενδεικτικά πίεσης, θερμοκρασίας ή στάθμης)
- ✓ **Ανθρώπινα λάθη**
- ✓ **Κακή συντήρηση και ελλιπής επιθεώρηση** του εξοπλισμού (π.χ. όργανα μέτρησης, σωληνώσεις)
- ✓ **Παραλείψεις στο σχεδιασμό** της μονάδας
- ✓ **Εξωγενείς παράγοντες** (κεραυνοί, ακραίες καιρικές συνθήκες, τρομοκρατικές ενέργειες)- **ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ**

BAME ή TAME

- **Φυσικό – Τεχνολογικές Καταστροφές (NaTECH)**

Καταστροφή (Disaster): Η σοβαρή διαταραχή της λειτουργίας της κοινωνίας, που προκαλεί σημαντικές ανθρώπινες, υλικές και περιβαλλοντικές απώλειες/επιπτώσεις, οι οποίες ξεπερνούν την ικανότητα της κοινωνίας που πλήττεται να τις αντιμετωπίσει βασιζόμενη μόνο στις δικές της δυνάμεις/πόρους.

Ο όρος καταστροφή χρησιμοποιείται για να περιγράψει το σύνολο των αρνητικών αποτελεσμάτων μεγάλης κλίμακας, ως αποτέλεσμα της εκδήλωσης ενός φαινομένου

BAME ή TAME

- **Φυσικό – Τεχνολογικές Καταστροφές (NaTECH)**

Φυσικές καταστροφές: Η γενεσιουργός αιτία έγκειται σε φυσικά φαινόμενα (π.χ. Σεισμοί, Δασικές Πυρκαγιές, Πλημμύρες, Κατολισθήσεις,)

- *Σεισμός μπορεί να προκαλέσει BAME*
- *Δασική Πυρκαγιά σε ζώνη μίξης κατοικημένης-βιομηχανικής ζώνης (WUI) μπορεί να προκαλέσει BAME*

(NaTECH)

Hazmat (Release of hazardous materials)

Ανθρωπογενείς ή τεχνολογικές καταστροφές: Η γενεσιουργός αιτία έγκειται σε τεχνολογικές δραστηριότητες, ή/και την ανθρώπινη συμπεριφορά

BAME ή TAME

- **Φυσικό – Τεχνολογικές Καταστροφές (NaTECH)**

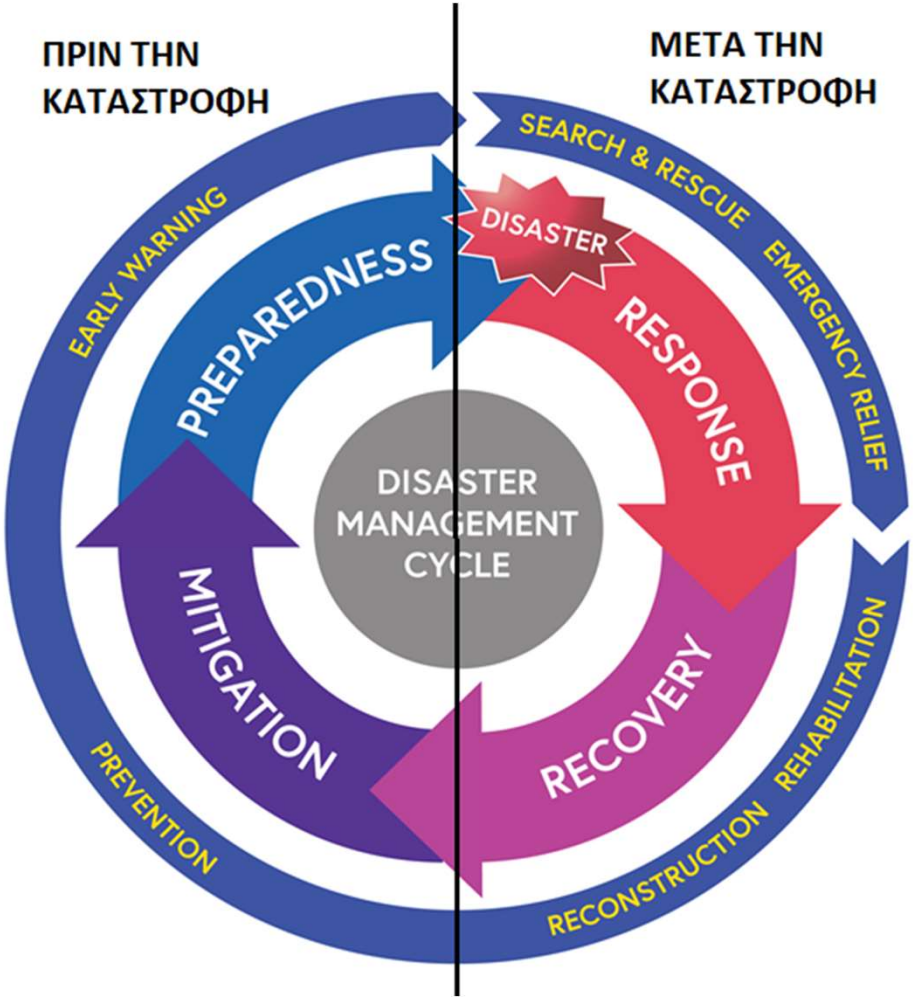
Παραδείγματα:

- **Σεισμός Τουρκίας 1999** – Ο σεισμός του 1999 στο Ismit της Τουρκίας είχε σαν αποτέλεσμα την εκδήλωση πυρκαγιάς στο μεγαλύτερο διυλιστήριο της εταιρείας Turpas, το οποίο ήταν το μεγαλύτερο της Τουρκίας.

- **Δασικές Πυρκαγιές στην Κινέτα Αττικής 2018** Η δασική Πυρκαγιά τύπου (WUI fires) προσέγγισε και απείλησε τις εγκαταστάσεις πετρελαιοειδών της MOTOROIL

BAME ή TAME

- **Κύκλος Διαχείρισης Καταστροφών**



BAME ή TAME

- **ΟΗΕ – Διεθνής Στρατηγική για τη Μείωση των Καταστροφών**
  United Nations International Strategy for Disaster Reduction - UNISDR

Ως μείωση του κινδύνου των καταστροφών (disaster risk reduction – DRR), σύμφωνα με τον επίσημο ορισμό του UNISDR, νοείται «*το εννοιολογικό πλαίσιο στοιχείων που εξετάζονται με σκοπό την ελαχιστοποίηση της τρωτότητας και των κινδύνων καταστροφών σε όλα τα τμήματα μίας κοινωνίας, έτσι ώστε να* ***αποφευχθούν (πρόληψη)*** *ή να* ***περιορισθούν (μετριασμός επιπτώσεων και ετοιμότητα)*** *οι επιπτώσεις των καταστροφών και να διευκολυνθεί η βιώσιμη ανάπτυξη*».

EUR-OPA MAJOR HAZARDS AGREEMENT
ACCORD EUR-OPA RISQUES MAJEURS

Η Ελλάδα συμμετέχει στην Ανοικτή Μερική Συμφωνία του Συμβουλίου της Ευρώπης για την Αντιμετώπιση Μεγάλων Καταστροφών (EUROPA Major Hazards Agreement), καθώς και στο Πλαίσιο Δράσης SENDAI (2015-2030), μέσω της ΓΓΠΠ ως σημείου επαφής.

Επικίνδυνες Χημικές Ουσίες

- **Ταξινόμηση Επικίνδυνων Χημικών Ουσιών**
  (Παράρτημα Ι κοινοτικής οδηγίας SEVESO III)

  ➢ **Τμήμα «Η»**

  ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ (οξεία-άμεση τοξικότητα)

  ➢ **Τμήμα «Ρ»**

  ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ (εύφλεκτα αέρια-αερολύματα-υγρά, οξειδωτικά αέρια-υγρά-στερεά, αυτοαντιδρώσες ουσίες&μίγματα- οργανικά υπεροξείδια, πυροφορικά στερεά-υγρά)

  ➢ **Τμήμα «Ε»**

  ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (οξύς ή χρόνιος κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον)

  ➢ **Τμήμα «Ο»**

  ΑΛΛΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ (ουσίες ή μίγματα που σε επαφή με το νερό, εκλύουν εύφλεκτα αέρια, ή μπορούν να προκαλέσουν καρκίνο)

Επικίνδυνες Χημικές Ουσίες

- **Εικονογράμματα & Δηλώσεις Κινδύνου** *(H- Statements)*

Dangerous Substances Directive
(Hazard Labels / Risk Numbers)

Classification Labelling Packaging
(Pictograms / Hazard Statements)

Επικίνδυνες Χημικές Ουσίες

- **Ελληνικές Βιομηχανίες & Επικίνδυνες Χημικές Ουσίες**
  - Διυλιστήρια πετρελαίου
  - Εγκαταστάσεις αποθήκευσης και εμπορίας υγρών καυσίμων
  - Εγκαταστάσεις αποθήκευσης και εμπορίας αερίων καυσίμων (π.χ. LPG- προκύπτει από μίγματα υδρογονανθράκων στα οποία περιέχονται Προπάνιο, Βουτάνιο, Ισοβουτάνιο, Προπένιο)
  - Χερσαίοι ή πλωτοί σταθμοί LNG (μίγμα μεθανίου 85-95%, προπανίου, βουτανίου, αιθανίου) για ανεφοδιασμό υγραεριοφόρων πλοίων (Ρεβυθούσα, Αλεξανδρούπολη)
  - Εγκαταστάσεις τυποποίησης και εμπορίας φυτοφαρμάκων
  - Μονάδες παραγωγής λιπασμάτων
  - Εγκαταστάσεις παραγωγής και αποθήκευσης εκρηκτικών
  - Μονάδες παραγωγής και εμπορίας χημικών προϊόντων
  - Εγκαταστάσεις παραγωγής αγαθών κοινής ωφέλειας (π.χ. Δ.Ε.Η.)

Επιπτώσεις σε περίπτωση Βιομηχανικού Ατυχήματος

- **Πυρκαγιά**
  - Έκλυση μεγάλης ποσότητας θερμικής ακτινοβολίας

    Εγκαύματα
  - Παραγωγή πυκνού καπνού-νέφους τοξικών ουσιών

    Αναπνευστικά προβλήματα-Ασφυξία-Δηλητηρίαση-Χημικά Εγκαύματα
- **Έκρηξη**
  - Παραγωγή ωστικού κύματος

    Τραυματισμοί από πρωτογενή και δευτερογενή θραύσματα
- **Διαφυγή & Διασπορά Τοξικών ή Εύφλεκτων Αερίων**
  - Έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις τοξικών ενώσεων

    Αναπνευστικά προβλήματα-Ασφυξία-Δηλητηρίαση
  - Πιθανόν Αλυσιδωτά φαινόμενα (ανάφλεξη ή έκρηξη) που ενισχύουν την ένταση και έκταση των επιπτώσεων **(severity of impact)**

Α. Πυρκαγιά σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

- **Ορισμός**
  - Πυρκαγιά: ταχεία οξείδωση, κατά την οποία λαμβάνουν χώρα οι διεργασίες της πυρόλυσης και της **καύσης** ταυτόχρονα και απελευθερώνεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας και φωτός.
    - ✓ Πυρόλυση: Θερμο-χημική διεργασία κατά την οποία αποικοδομείται οργανική ύλη σε υψηλές θερμοκρασίες υπό συνθήκες απουσίας οξυγόνου
    - ✓ Καύση: Εξώθερμη χημική αντίδραση που πραγματοποιείται κατά την ταχεία ανάμιξη ενός καυσίμου με το οξυγόνο (οξειδωτικό μέσο), με αποτέλεσμα να εκλύεται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας, η οποία ήταν αποθηκευμένη στο καύσιμο.

Α. Πυρκαγιά σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

- **Πυρκαγιά vs Φωτιά vs Ανάφλεξη**
  - Ανάφλεξη: Η έναρξη του φαινομένου της καύσης. Η φυσική κατάσταση του καυσίμου παίζει σημαντικό ρόλο
  - Φωτιά: Καύση με συνοδεία φλόγας
  - Πυρκαγιά: Ανεξέλεγκτη φωτιά που προκαλείται από μη ελεγχόμενη καύση, η οποία μεταδίδεται εκτός της κανονικής της εστίας (Εστία είναι το μέρος όπου διεξάγεται η καύση) και προκαλεί ζημία.

Το τρίγωνο της καύσης

Έναρξη και εξάπλωση μιας πυρκαγιάς

Το τετράεδρο της καύσης

Συντήρηση και εξάπλωση μιας πυρκαγιάς

Α. Πυρκαγιά σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

- **Ανάφλεξη**
  - Αέρια καύσιμα (π.χ. εκροή αερίου από δεξαμενή: Φωτιά αέριου νέφους)

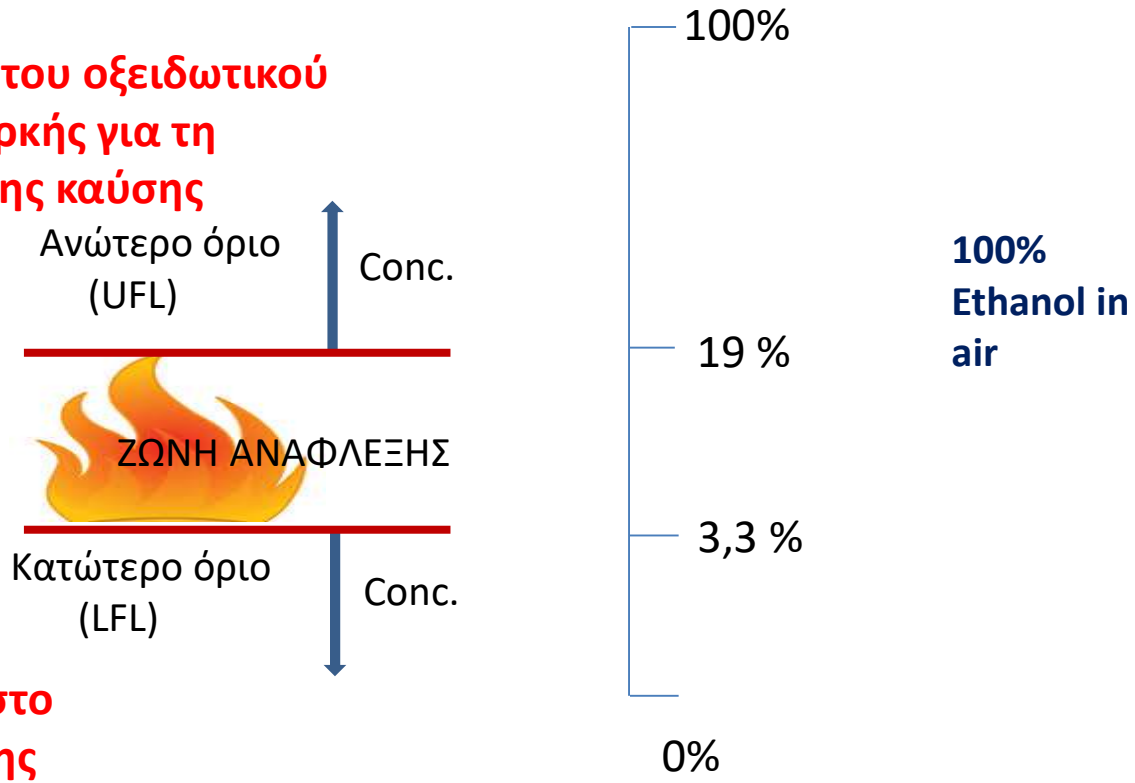
Ανάφλεξη μπορεί να γίνει όταν υπάρξει μίγμα αερίου/ατμοσφαιρικού αέρα, του οποίου η αναλογία κυμαίνεται μεταξύ ενός κατώτερου και ενός ανώτερου ορίου συγκέντρωσης του αερίου στο μίγμα (κατώτερο και ανώτερο όριο αναφλεξιμότητας), με τη συνδρομή μιας πηγής θερμότητας π.χ. σπινθήρας.

- Τα όρια αναφλεξιμότητας εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και την πίεση του μίγματος
- Η περιοχής ανάφλεξης αυξάνει σε εύρος όταν η θερμοκρασία του μίγματος αυξάνει

Α. Πυρκαγιά σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

- **Ανάφλεξη**
  - Αέρια καύσιμα
    - UFL=Upper Flammability Limit or LEL =Lower Explosive Limit
    - LFL= Lower Flammability Limit or UEL= Upper Explosive Limit

Η ποσότητα του οξειδωτικού είναι ανεπαρκής για τη διατήρηση της καύσης



Η ποσότητα θερμότητας που παράγεται δεν επαρκεί για την θέρμανση γειτονικών περιοχών στο σημείο ανάφλεξης, λόγω έλλειψης καυσίμου

Α. Πυρκαγιά σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

- **Ανάφλεξη**
  - Υγρά καύσιμα (π.χ. εκροή υγρού από δεξαμενή: Λίμνη υγρού ή φωτιά λίμνης)

Ανάφλεξη μπορεί να γίνει όταν αρκετή ποσότητα υγρού έχει εξατμιστεί (σε θερμοκρασία δωματίου ή με θέρμανση) ώστε στην επιφάνεια να σχηματισθεί μίγμα ατμού/ατμοσφαιρικού αέρα σε αναλογίες μεταξύ των UFL και LFL

Θερμοκρασία ανάφλεξης: Θερμοκρασία στην οποία πρέπει να θερμανθεί ένα καύσιμο για να ξεκινήσουν οι αντιδράσεις της καύσης

Βενζίνη	<-40°C
Ντίζελ	>62°C
Καύσιμο αεροπορίας	>38°C
Κηροζίνη	>38-72°C

Προπάνιο	-104
κ-Βουτάνιο	-60

Α. Πυρκαγιά σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

- **Ανάφλεξη**
  - Υγρά καύσιμα

Σημείο ανάφλεξης υγρών (Flash Point): Η κατώτερη θερμοκρασία στην οποία σχηματίζεται μίγμα ατμού/αέρα που αναφλέγεται παρουσία πηγής θερμότητας

Θερμοκρασία Αυτανάφλεξης: Ανάφλεξη χωρίς την παρουσία εξωτερικής πηγής θερμότητας

Αναφλεξιμότητα = f (Πτητικότητα)

Πτητικά υγρά : Υγραέρια, Βενζίνη, Αιθυλική αλκοόλη, Ακετόνη Αιθέρας

Λιγότερο πτητικά: Κηροζίνη, Diesel, Μαζούτ

Α. Πυρκαγιά σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

- **Συνοψίζοντας Είδη Φωτιάς**

Pool Fire	Καύσιμα αεροπορίας, diesel, υδρογονάνθρακες (βαρύτεροι του εξανίου), γλυκόλες, λάδια ή υδραυλικά ρευστά
Fire Ball	Υγροποιημένο αέριο
Jet Flame (Jet Fire)	Ελαφρούς υδρογονάνθρακες, φυσικό αέριο, αέρια με εύφλεκτα συμπυκνώματα, υψηλής πίεσης υδρογονάνθρακες, καύσιμα …
UVCE	Εύφλεκτα αέρια

Β. Έκρηξη σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

- **Ορισμός**
  - Έκρηξη: Φαινόμενο βίαιης εκτόνωσης αερίων, ως αποτέλεσμα ξαφνικής απελευθέρωσης εσωτερικής ενέργειας από μια ουσία ή ένα μηχανισμό, που οδηγεί στην ανάπτυξη πολύ υψηλών πιέσεων
    - ✓ Μηχανισμός διέγερσης: ηλεκτρικός, μηχανικός (π.χ. κρούση) ή χημικός (π.χ. μία ουσία), φλόγα, σπινθήρας, κλπ., που έχει ως αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του φαινομένου
    - ✓ Εκρηκτικό μίγμα μπορεί να αποτελέσει η διασπορά στον αέρα ενός αερίου (π.χ. υγραερίου), υγρού (π.χ. νέφος σταγονιδίων βενζίνης) ή στερεού (π.χ. σκόνη αλουμινίου) καυσίμου

Β. Έκρηξη σε Βιομηχανική Εγκατάσταση

Οι χημικές εκρήξεις μπορεί να προέλθουν από υλικά που είτε έχουν χαρακτηριστεί ως «εκρηκτικά», είτε αποτελούν χημικές ενώσεις που εκρήγνυνται λόγω ειδικών συνθηκών.

Εκρηκτικές ύλες: Νιτρογλυκερίνη, πυρίτιδα, TNT κλπ.

! Εκρήξεις αερίων μπορούν να προκληθούν σε χώρους που υπάρχουν εύφλεκτα αέρια και μίγματα αερίων, όπως υγραέριο (βουτάνιο, βουτένιο, προπάνιο, προπυλένιο), φυσικό αέριο κλπ.

Γ. Επιπτώσεις Πυρκαγιάς-Φωτιάς-Ανάφλεξης

- **Γενικά**

  ➢ Έκλυση μεγάλης ποσότητας θερμότητας

  Θερμική ακτινοβολία- Εγκαύματα

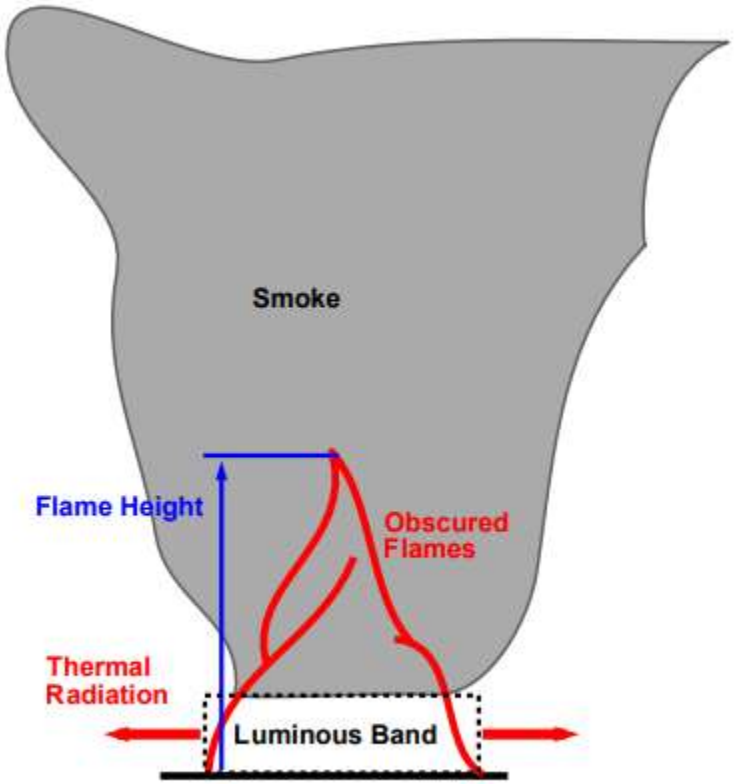
  ➢ Διαφυγή/διασπορά ουσιών υψηλής τοξικότητας

  Αναπνευστικά προβλήματα- Ασφυξία-Δηλητηρίαση-Χημικά εγκαύματα

Γ. Επιπτώσεις Πυρκαγιάς-Φωτιάς-Ανάφλεξης

- **Παράδειγμα**

  Σχηματική απεικόνιση έκλυσης θερμικής ακτινοβολίας σε Φωτιά Λίμνης (Pool Fire)



Schematic diagram of a large liquid fuel fire.

Θερμική ακτινοβολία σε Φωτιά Λίμνης

Γ. Επιπτώσεις Πυρκαγιάς-Φωτιάς-Ανάφλεξης

- **Επιπτώσεις στον άνθρωπο από θερμική ακτινοβολία**

  1. **«**Λειτουργικές**»**

     Αύξηση παλμών – θερμοκρασίας – ιδρώτα

  2. **«**Δερματικές**»**

     Εγκαύματα 1ου, 2ου και 3ου βαθμού

  Εξάρτηση από:

  - *Ένταση θερμικής ακτινοβολίας*
  - *Χρόνο έκθεσης*
  - *Ενδυμασία (αυτανάφλεξη ή όχι)*

! Η εκτίμηση των επιπτώσεων σε ένα πληθυσμό ατόμων από ένα επικίνδυνο παράγοντα στην Ελλάδα γίνεται με τη μέθοδο της ατομικής διακινδύνευσης και τη χρήση μίας "συνάρτησης δόσης - απόκρισης" (Dose-Response)

Γ. Επιπτώσεις Πυρκαγιάς-Φωτιάς-Ανάφλεξης

- **Επιπτώσεις στον άνθρωπο από θερμική ακτινοβολία**
  3. **«**Πιθανότητα θανάτου**» ενός ανθρώπου**

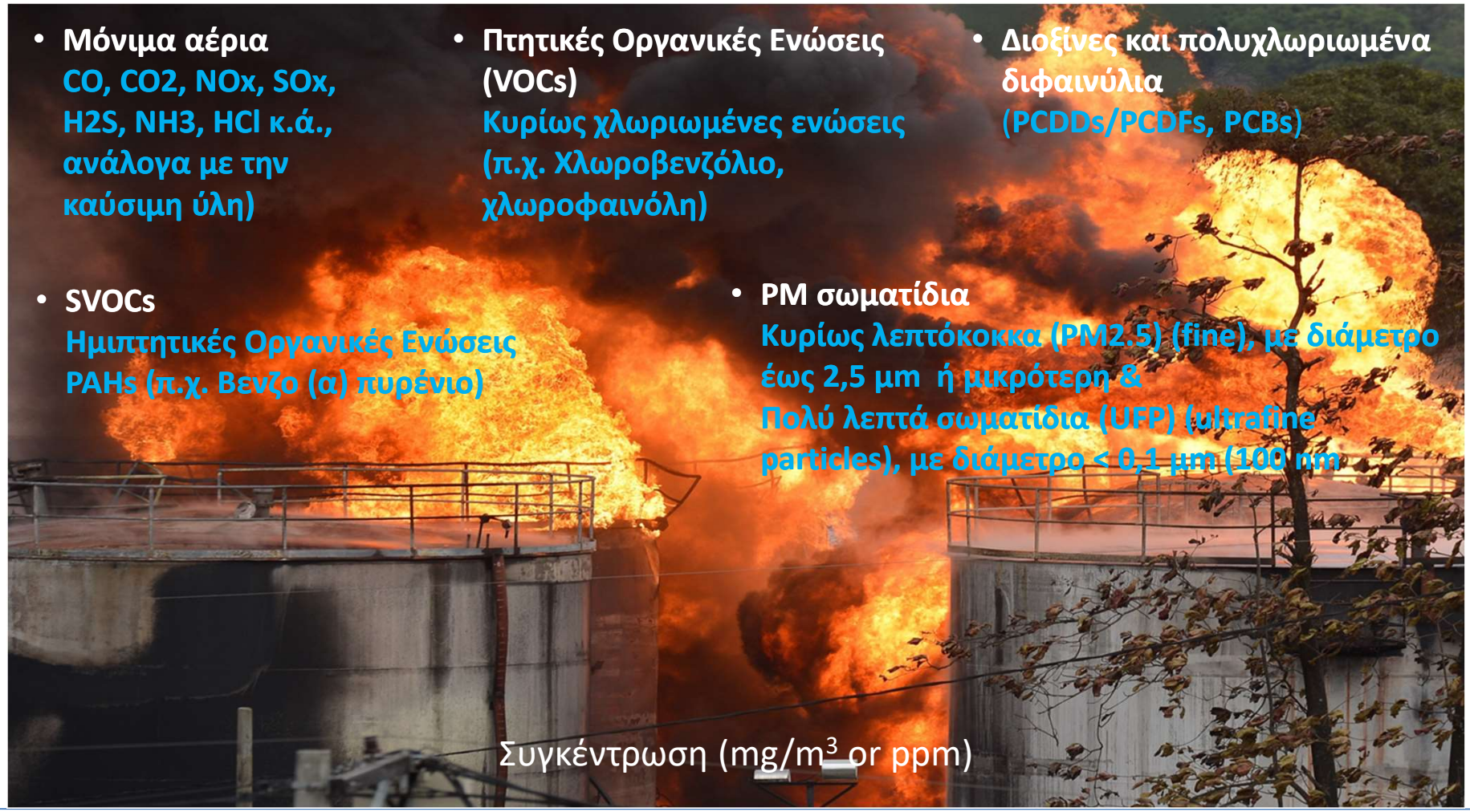
     f (Δόση της θερμικής ακτινοβολίας)

Μονάδα Μέτρησης Έκθεσης σε θερμική ακτινοβολία
TDU (Thermal Dose Unit)

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας θανάτου γίνεται με τη βοήθεια μοντέλων πρόβλεψης (Συνάρτηση Δόσης-Απόκρισης)

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Χημική Σύσταση Καπνού σε Ατυχήματα SEVESO**



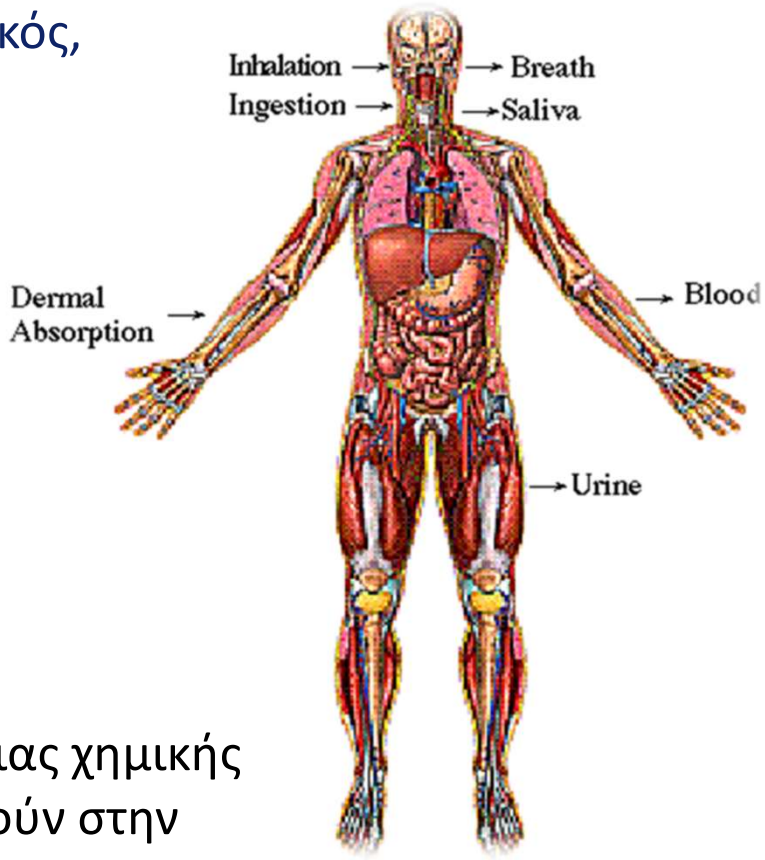
Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Έκθεση σε Τοξικές Ουσίες**

  - Τοξικότητα

    Η επίδραση στην υγεία που έχει ένας χημικός, φυσικός ή βιολογικός παράγοντας

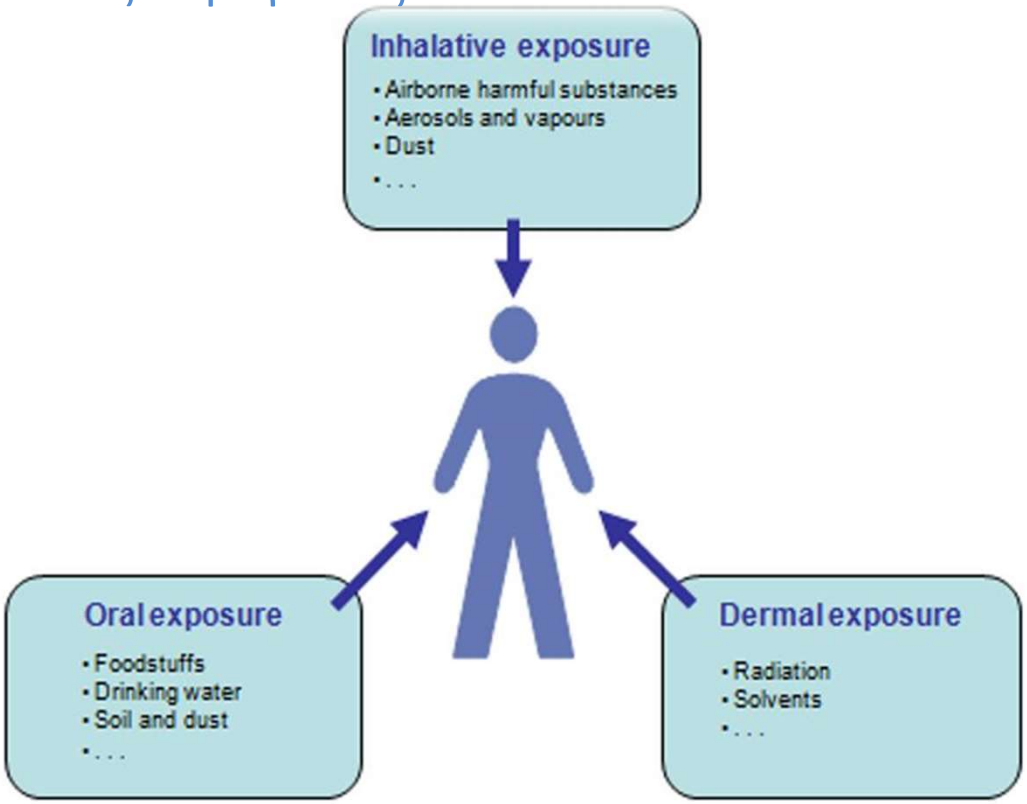
    Συμπεριλαμβάνει συμπτώματα που μπορούν να κυμαίνονται από ήπιες καταστάσεις, όπως **ελάχιστη ενόχληση στα μάτια ή στο λαιμό, πονοκέφαλο,** μέχρι και μόνιμες σοβαρές καταστάσεις, όπως **γενετικές ανωμαλίες, καρκίνο, ή προσβολή ανθρώπινων οργάνων ή θάνατο.**



    Η συσσώρευση και ο χρόνος παραμονής μιας χημικής ένωσης στον ανθρώπινο οργανισμό επιδρούν στην τοξικότητά της

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Έκθεση σε Τοξικές Ουσίες**
  - ➢ Οδοί έκθεσης σε εξωγενείς χημικούς παράγοντες
    - Εισπνοή
    - Οφθαλμική επαφή
    - Δερματική επαφή
    - Κατάποση



Γενικά, οι ξενοβιοτικές ενώσεις (εξωγενείς) μεταφέρονται από το αρτηριακό αίμα σε όλους τους ιστούς του ανθρώπινου σώματος

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Επιπτώσεις από Έκθεση σε Τοξικές Ουσίες**

  Στην περίπτωση βιομηχανικού ατυχήματος, η έκθεση σε επικίνδυνους παράγοντες είναι περιστασιακή.

  Για τον υπολογισμό των Οριακών Τιμών Επιπτώσεων-Ζωνών Επιπτώσεων αναφέρεται ενδεικτικά η έκθεση σε τοξική ουσία στον αέρα η οποία διαρκεί όσο και η διέλευση του τοξικού νέφους από την περιοχή στην οποία στέκεται ή κινείται ένα άτομο.

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Επιπτώσεις από Έκθεση σε Τοξικές Ουσίες**

  ➢ Βραχυχρόνια τοξικότητα (Acute Toxicity)

  Ορίζεται ως η τοξικότητα, η οποία οφείλεται σε μικρής διάρκειας έκθεση σε ένα χημικό παράγοντα, όπως για κάποιες ώρες, ημέρες ή εβδομάδες

  - Για την εκτίμησή της χρησιμοποιούνται συνήθως δείκτες τοξικότητας, όπως είναι ο LC_{50} ή ο LD_{50}
  - Οι δείκτες LC_1 και LC_{50} ορίζονται ως η συγκέντρωση μιας ουσίας, που μπορεί να προκαλέσει τον θάνατο του 1% ή του 50% του πληθυσμού που μελετάται, αντίστοιχα με εισπνοή της ουσίας αυτής για καθορισμένο χρόνο έκθεσης (συνήθως 30 min).

Γενικά, η δόση μπορεί να αφορά στην έκθεση σε μια ουσία μέσω εισπνοής, αλλά κυρίως μέσω κατάποσης ή επαφής με το δέρμα, ενώ η συγκέντρωση αφορά κυρίως σε έκθεση μέσω εισπνοής

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Επιπτώσεις από Έκθεση σε Τοξικές Ουσίες**

  ➢ Συγκεντρώσεις άμεσα επικίνδυνες για την υγεία ή τη ζωή
  IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations).

  Είναι η μέγιστη συγκέντρωση μιας τοξικής ουσίας στον αέρα στην οποία μπορεί να εκτεθεί ένας υγιής εργαζόμενος για 30 min και να διαφύγει χωρίς να υποστεί μη ανατάξιμες βλάβες στην υγεία του ή τραυματισμούς που εμποδίζουν τη διαφυγή του (κυρίως ερεθισμούς ματιών ή πνευμόνων)

  ➢ Μακροχρόνια τοξικότητα (Chronic Toxicity)

  Ορίζεται ως η τοξικότητα που οφείλεται σε έκθεση με αρκετά μεγάλη (sub-chronic) ή μεγάλης διάρκειας έκθεσης (chronic), π.χ. κάποιοι μήνες ή χρόνια.

  Για την εκτίμησή της, χρησιμοποιούνται συνήθως δείκτες τοξικότητας, όπως είναι ο LOEC (Lowest Observable Effect Concentration) και ορίζεται ως η μικρότερη συγκέντρωση που μπορεί να προκαλέσει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Όρια Έκθεσης σε Τοξικές Ουσίες**

  ➢ Διεθνείς Οργανισμοί για τη θέσπιση Ορίων Έκθεσης

  - Οργανισμός Υγείας των Εργαζομένων για τη Βιομηχανία των Η.Π.Α. (ACGIH)
  - Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία Εργασίας (OSHA)
  - Αμερικάνικο Ινστιτούτο Έρευνας για την Υγεία και την Ασφάλεια (NIOSH)
  - Αμερικάνικος Σύνδεσμος για την Υγιεινή στη Βιομηχανία (AIHA)

  ➢ Όρια έκθεσης σε εργασιακό χώρο (Occupational Exposure Limits: OELs)

  Επιβεβλημένα όρια

  - PELs (Permissible Exposure Limits) κατά OSHA (adapted Threashold Limit Values)
  - Όρια κατά CFR (Code of Federal Regulations), οδηγία 29 CFR 1910.1000

  Προτεινόμενα όρια

  - TLVs (Threashold Limit Values) κατά ACGIH
  - RELs (Recommended Exposure Limits) κατά NIOSH
  - WEELs (Workplace Environmental Exposure Limits) κατά AIHA

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Ερεθιστικά του αναπνευστικού συστήματος (respiratory irritants)**
  - Ερεθίζουν την αναπνευστική οδό και το πνευμονικό παρέγχυμα

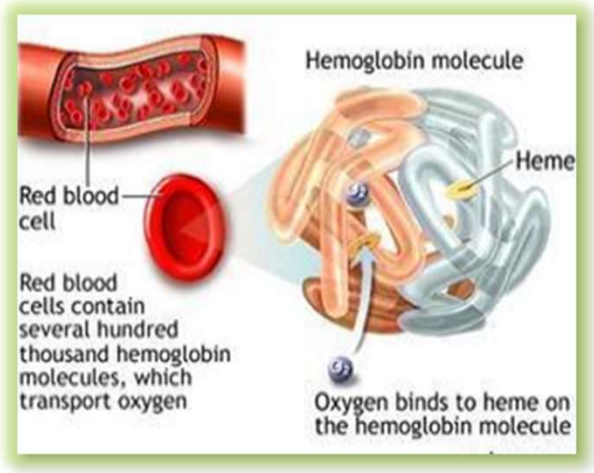
    Upper Respiratory Airway, π.χ. NH_3, Cl_2, HCl, SO_2, NO_2

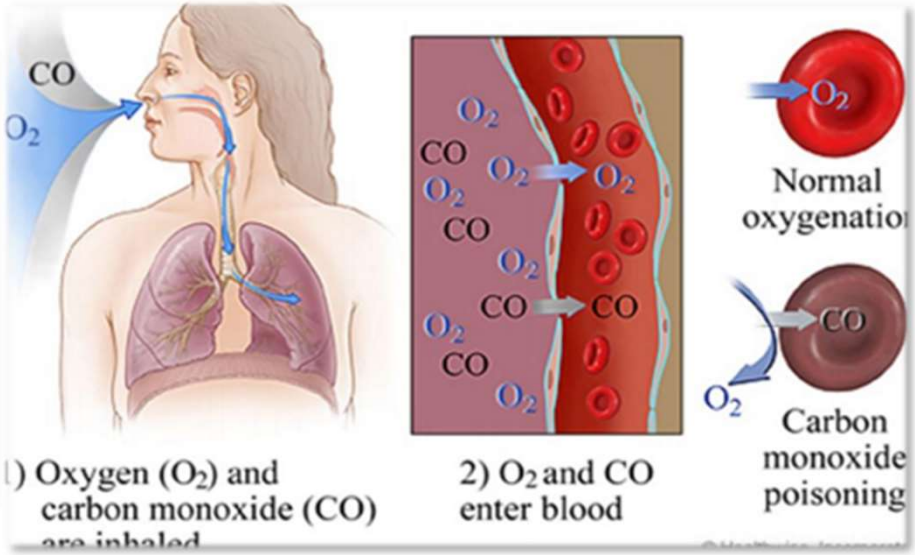
Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Ασφυξιογόνα (asphyxiants)**
  - Εμποδίζουν την διαδικασία οξυγόνωσης των ιστών
    - CO, CO_2
    - H_2S, HCN

Ασφυξία από εισπνοή CO: Αέριο Άχρωμο, άοσμο, μη ερεθιστικό

CO + Αιμοσφαιρίνη αίματος = ανθρακυλαιμοσφαιρίνη (COHb)





Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Ασφυξιογόνα (asphyxiants)**
  - Ποσοστό (COHb) στο αίμα και συμπτώματα
    - <1% Κανένα σύμπτωμα
    - έως 5% Ελαφριά ζάλη, προβλήματα συγκέντρωσης
    - έως 40% Δυσκολία στην αναπνοή, κεφαλαλγία, ναυτία, ίλιγγος, διαταραχές όρασης
      Παρόλ' αυτά το άτομο μπορεί να επανέλθει με απομάκρυνση, οξυγονοθεραπεία (υπερβαρικό οξυγόνο)
    - > 60-70% Δηλητηρίαση-Θάνατος

% COHb στο αίμα = f (Συγκέντρωση, Διάρκεια έκθεσης)

CO-οξύμετρο

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

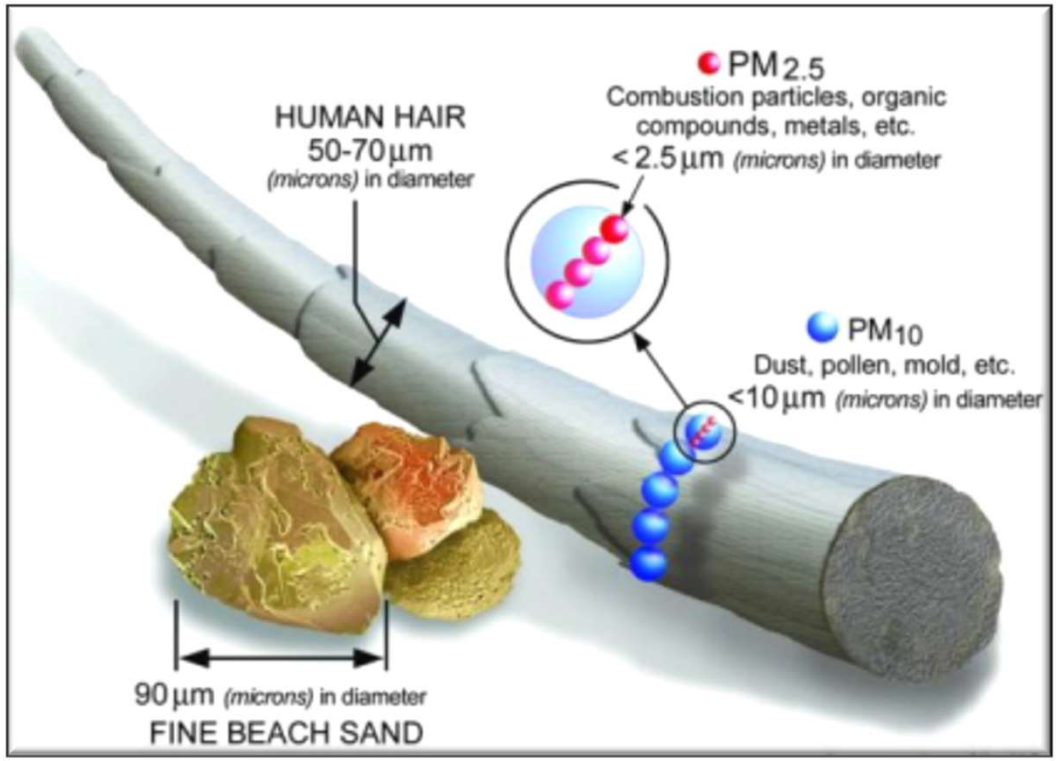
- **Καρκινογόνα (carcinogens)**
  - Είναι γνωστό ότι μπορούν, ή πιστεύεται ότι μπορούν να προκαλέσουν καρκίνο στον άνθρωπο Π.χ. Διοξίνες, Βενζόλιο, Βενζο-Πυρένιο
  - Σύστημα αξιολόγησης ουσιών για το ενδεχόμενο να προκαλέσουν καρκίνο (Δείκτες αξιολόγησης WOE, USEPA)
    - A - Αποδεδειγμένα ανθρώπινα καρκινογόνα
    - B - Πιθανά ανθρώπινα καρκινογόνα (Probable carcinogens).
      Αυτά χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες:
      - ✓ B1 - Υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα ότι προκαλούν καρκινογένεση, με βάση επιδημιολογικές μελέτες σε ανθρώπους.
      - ✓ B2 - Υπάρχουν σαφείς αποδείξεις ότι μπορούν να προκαλέσουν καρκίνο, με βάση επιδημιολογικές μελέτες σε πειραματόζωα, αλλά δεν υπάρχουν αντίστοιχες αποδείξεις με βάση μελέτες σε ανθρώπους.
    - C - Δυνατά ανθρώπινα καρκινογόνα (Possible carcinogens).
    - D - Μη ταξινομούμενα ως ανθρώπινα καρκινογόνα
    - E - Υπάρχουν αποδείξεις ότι είναι μη-καρκινογενή για τον άνθρωπο

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Συστηματικές τοξίνες (Systemic Toxins)**
  - Μπορούν να έχουν τοξική δράση σαν αποτέλεσμα διάχυσής τους σε όλο τον οργανισμό ανεξάρτητα από το αρχικό σημείο στο οποίο εισέβαλαν
    - π.χ. Τολουόλιο
    - Βαρέα μέταλλα (π.χ. Pb, Cd)

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Τοξική δράση σωματιδίων**
  - Νανοσωματίδια (nanoparticles), με διάμετρο <100 nm (ultrafine)
  - Αναπνεύσιμα (respirable), με διάμετρο από 0,1 έως 10 μm (fine)
  - Εισπνεύσιμα (inhalable), με διάμετρο από 10 έως 20 μm (coarse)



Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Συμπτώματα από την έκθεση σε καπνό**
  - Άμεσα συμπτώματα (έκθεση 24<h)
    - Ερεθισμός στη μύτη και τα μάτια
    - Βήχας
    - Άμεση λοίμωξη του αναπνευστικού συστήματος
    - Θάνατος
  - Βραχυπρόθεσμα συμπτώματα (έκθεση <7 ημέρες)
    - Δυσλειτουργία πνευμόνων
    - Αύξηση της ευαισθησίας της αναπνευστικής οδού
  - Μακροπρόθεσμα συμπτώματα (αρκετά μεγάλης διάρκειας ή χρόνια έκθεση/ μήνες ή χρόνια)
    - Ασθένειες των πνευμόνων (π.χ. Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια)
    - Άσθμα
    - Καρκίνος

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΒΑΜΕ

Δ. Διαφυγή/διασπορά επικινδύνων τοξικών ουσιών

- **Επιπτώσεις στο Περιβάλλον**

Τεχνολογικές καταστροφές = Οικολογικές καταστροφές

Η τοξικότητα των ουσιών επιδρά και στο οικοσύστημα:

- Ρύπανση του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα
  - Τροφική αλυσίδα
  - Επίδραση στη βιοποικιλότητα
- Αέρια ρύπανση λόγω του καπνού → Αέρια θερμοκηπίου (CO_2, H_2O) από την καύση των Η/C
  - Οξείδια του Θείου: Όξινη βροχή
  - Οξείδια του αζώτου:
    - Φωτοχημικές αντιδράσεις- Αύξηση τροποσφαιρικού όζοντος
    - Αιθαλομίχλη (παρουσία Η/C και ηλιακής ακτινοβολίας)

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Ορισμοί**

  ➢ Αισθητήρας ή μετατροπέας ή ανιχνευτής (sensor or transducer or detector)

  Συσκευή που μετατρέπει μια φυσική παράμετρο σε ηλεκτρικό σήμα. Το σήμα αυτό θα πρέπει να επεξεργαστεί κατάλληλα και να συνδεθεί με κάποια χημική ή άλλου είδους πληροφορία (βαθμονόμηση)

  ➢ Χημικοί αισθητήρες/ανιχνευτές αερίων

  Συσκευές που μετρούν τη συγκέντρωση μια χημικής ουσίας στην αέρια φάση (Μόνιμα αέρια ή Πτητικές Οργανικές Ουσίες- VOCs)

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

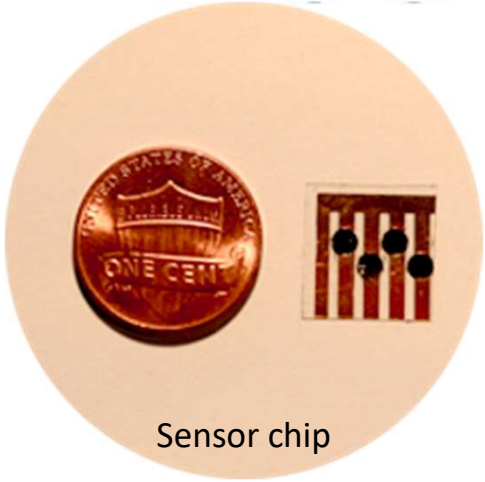
- **Βασικά Χαρακτηριστικά**
  - Ευαισθησία (Sensitivity)
  - Εύρος (Range)
  - Διακριτότητα (Resolution)
  - Ακρίβεια (Accuracy)
  - Θόρυβος (Offset)
  - Πιστότητα (Precision)
  - Γραμμικότητα (Linearity)
  - Υστέρηση (Hysterisis)
  - Χρόνος απόκρισης (Response Time)

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

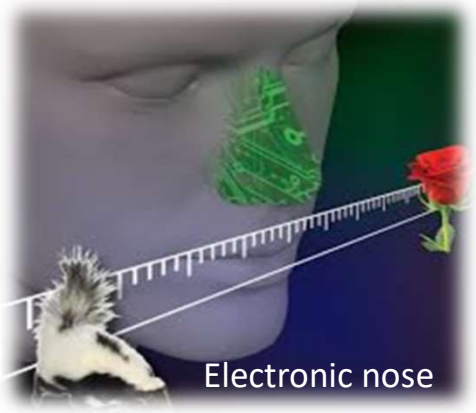
- **Χαρακτηριστικά είδη χημικών αισθητήρων αερίων**
  - EC (Electrochemical sensors)
  - MOx (Metal oxide sensors)
  - IR (Infra-red)
  - Optical sensors (UV)
  - Flame ionization detectors (FID)
  - PID (photo-ionization detectors)
  - Electronic noses
  - Sensor-arrays

CO2 IR sensor

Micro Electro Mechanical Systems technology (MEMS)



Sensor chip



Electronic nose

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Βασικές Έννοιες**

  ➢ Χημική Ανάλυση Πεδίου (Field Chemical Analysis) – Φορητοί χημικοί αισθητήρες

  Η χημική ανάλυση πεδίου είναι η τεχνική της μέτρησης στο χώρο (x, y, z) και στο χρόνο (t)

  - της μεταβολής του είδους των χημικών ουσιών
  - της μεταβολής της συγκέντρωσής τους

  Ο όρος πεδίο προσδιορίζει έναν ανοιχτό χώρο (field) όπου εξελίσσεται ένα φυσικό ή χημικό φαινόμενο, συναρτήσει του χρόνου

  π.χ. Πυρκαγιά σε Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις ενός Διυλιστηρίου

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Βασικές Έννοιες**

  ➢ Χημική Ανάλυση Πεδίου (Field Chemical Analysis) – Φορητοί χημικοί αισθητήρες

  Μέτρηση με χημικούς αισθητήρες πεδίου

  - Επιτόπου (in-situ ή on-site)

    Πραγματοποιείται επί ή πλησίον ενός πεδίου και διεκπεραιώνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα

  - Άμεση και συνεχής (on-line)

    Λαμβάνει χώρα σε ένα πεδίο και είναι άμεσα και συνεχώς συνδεδεμένη με ποιοτική και ποσοτική πληροφορία κατά την εξέλιξη ενός χημικού φαινομένου

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Βασικές Έννοιες**

  ➢ Χημική Ανάλυση Πεδίου (Field Chemical Analysis) – Φορητοί χημικοί αισθητήρες

  Χαρακτηριστικά φορητών χημικών αισθητήρων

  - μικρό μέγεθος και βάρος (<10-15 kg)
  - μικρή ενεργειακή κατανάλωση (250 Watt-1200 Watt,
  - χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης
  - δυνατότητα πρόσθετης ενίσχυσης σε τυχούσες φθορές
  - ανθεκτικότητα υλικών κατασκευής σε επιβαρυμένο περιβάλλον (υψηλές θερμοκρασίες, σκόνη, υγρασία, τοξικές ενώσεις)
  - αντοχή σε κραδασμούς
  - ευκολία χειρισμού

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Βασικές Έννοιες**

  ➢ Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων
  Wireless Network of Sensors

  Συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Βασικές Έννοιες**
  - Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων
    Wireless Network of Sensors

    Πλεονεκτήματα
    - Fast, simple and low-cost monitor installations
    - Greater monitoring access and control
    - Local and remote alarms for reduced downtime and faster incident response
    - Easy portability and scalability for location flexibility
    - Added safety with man-down capabilities
    - Cascade data from multiple locations to corporate headquarters
    - Low-cost wireless fixed-detection solutions
    - Easy calibration and maintenance
    - Certified intrinsically safe instruments

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  ➢Ορισμός

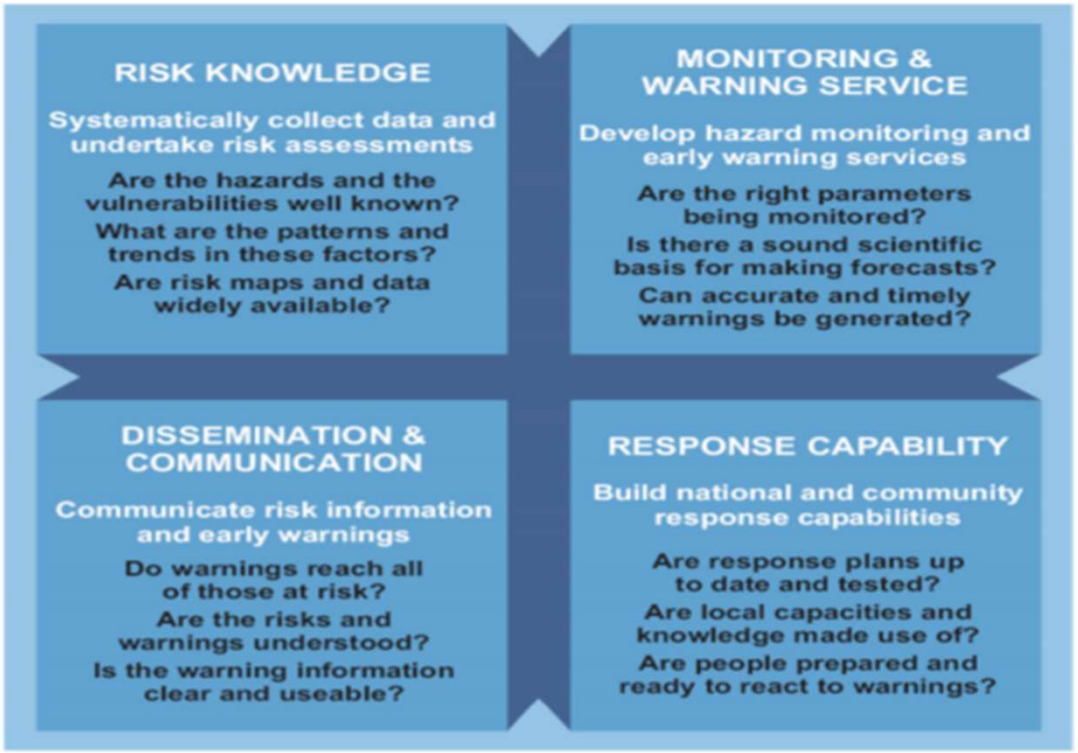
  Συστήματα έγκαιρου εντοπισμού ενός κινδύνου (hazard) και άμεση ενημέρωση των αποδεκτών για την λήψη κατάλληλων μέτρων αντιμετώπισης, αποσκοπώντας στη μείωση των πιθανών επιπτώσεων

  Αποδέκτες στην περίπτωση ενός Βιομηχανικού ατυχήματος είναι:

  - Τα άτομα που εργάζονται στη βιομηχανία
  - Οι εγκαταστάσεις της βιομηχανίας
  - Ο πληθυσμός πλησίον της βιομηχανίας
  - Το περιβάλλον πλησίον της βιομηχανίας
  - Οι κρίσιμες υποδομές πλησίον της βιομηχανίας

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS



Four Elements of People-centred Early Warning Systems

Source: UN/ISDR Platform for the Promotion of Early Warning

Παραδείγματα χρήσης χημικών αισθητήρων ως EWS στη Βιομηχανία για έγκαιρο εντοπισμό κινδύνων

Ανίχνευση:

- Διαρροής τοξικού ή εύφλεκτου αερίου από δεξαμενή
- Έναρξης Πυρκαγιάς
- Εκρηκτικού Περιβάλλοντος

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  Συναγερμοί προειδοποίησης για κίνδυνο διαρροής αερίου στη Βιομηχανία

Audio Visual Alarm Station

Συναγερμός διαρροής αερίου σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  Gas Detection in the Oil & Gas Industry

Potential Chemical Hazards

- **Ammonia**
- **Carbon monoxide**
- **Carbon dioxide**
- **Chlorine**
- **Hydrofluoric acid**
- **Hydrogen**
- **Hydrogen fluoride**
- **Hydrogen sulfide**
- **Methane**
- **Propane**
- **Sulfur dioxide**
- **Volatile organic compounds**
- **Combustible gases**
- **Oxygen deficiency/enrichment**

PREVENTION through DETECTION

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

Gas Detection in the Petrochemical Industry

PREVENTION through DETECTION

Potential Chemical Hazards

- Acetone
- Ammonia
- Benzene
- Bromine
- Carbon monoxide
- Chloride
- Chlorine
- Chlorine dioxide
- Chloromethane
- Ethylene
- Ethylene oxide
- Hydrochloric acid
- Hydrogen sulfide
- Methylene
- Methyl ethyl ketone
- Nitric acid
- Phosphine
- Propylene
- Sulfur dioxide
- Sulfuric acid
- Toluene
- Volatile organic compounds
- Xylene
- Combustible gases
- Oxygen deficiency/enrichment

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  Gas Detection in the LNG and LPG Industries

Liquid Natural Gas Industry (LNG)

Potential Chemical Hazards

- **Butane**
- **Methane**
- **Propane**
- **Fire**

Liquefied Petroleum Gas Industry (LPG)

Potential Chemical Hazards

- **Butane**
- **Propane**
- **Explosion**
- **Fire**

PREVENTION through DETECTION

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  Gas Detection in Power Stations

Potential Chemical Hazards

- **Ammonia**
- **Carbon monoxide**
- **Freon**
- **Hydrofluoric acid**
- **Hydrogen**
- **Methane**
- **Nitrogen dioxide**
- **Sulfur dioxide**
- **Combustible gases**
- **Oxygen deficiency/enrichment**

PREVENTION through DETECTION

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  Χρήση Χημικών αισθητήρων στη Βιομηχανία για την ανίχνευση τοξικών αερίων

Φορητός αισθητήρας
Carbon Monoxide (CO), Flammable (LEL), Flammable (PPM), Hydrogen Sulphide (H2S), Oxygen (O2)

Wireless Multi gas Monitor

Ανιχνευτής τοξικών αερίων σταθερής θέσης
(Fixed gas detection)

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  Χρήση άλλων αισθητήρων στη Βιομηχανία για ανίχνευση αερίων από απόσταση (Remote Sensing)

Κάμερες Ανίχνευσης διαρροής αερίων (Gas Leak Detection Cameras)

Κάμερα ανίχνευσης διαρροής CO σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις
π.χ. κατά τη διάρκεια διεργασιών ρουτίνας ή κατά τη συντήρηση

Mid wave IR Thermal Camera
Detects invisible, hard to see gases (methane, ethane, etc.)

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  Μέτρηση επικίνδυνων για την υγεία και το περιβάλλον Πτητικών Οργανικών Ενώσεων (VOCs) στην περίμετρο μιας Βιομηχανίας

Fenceline or perimeter monitoring of an Industry

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

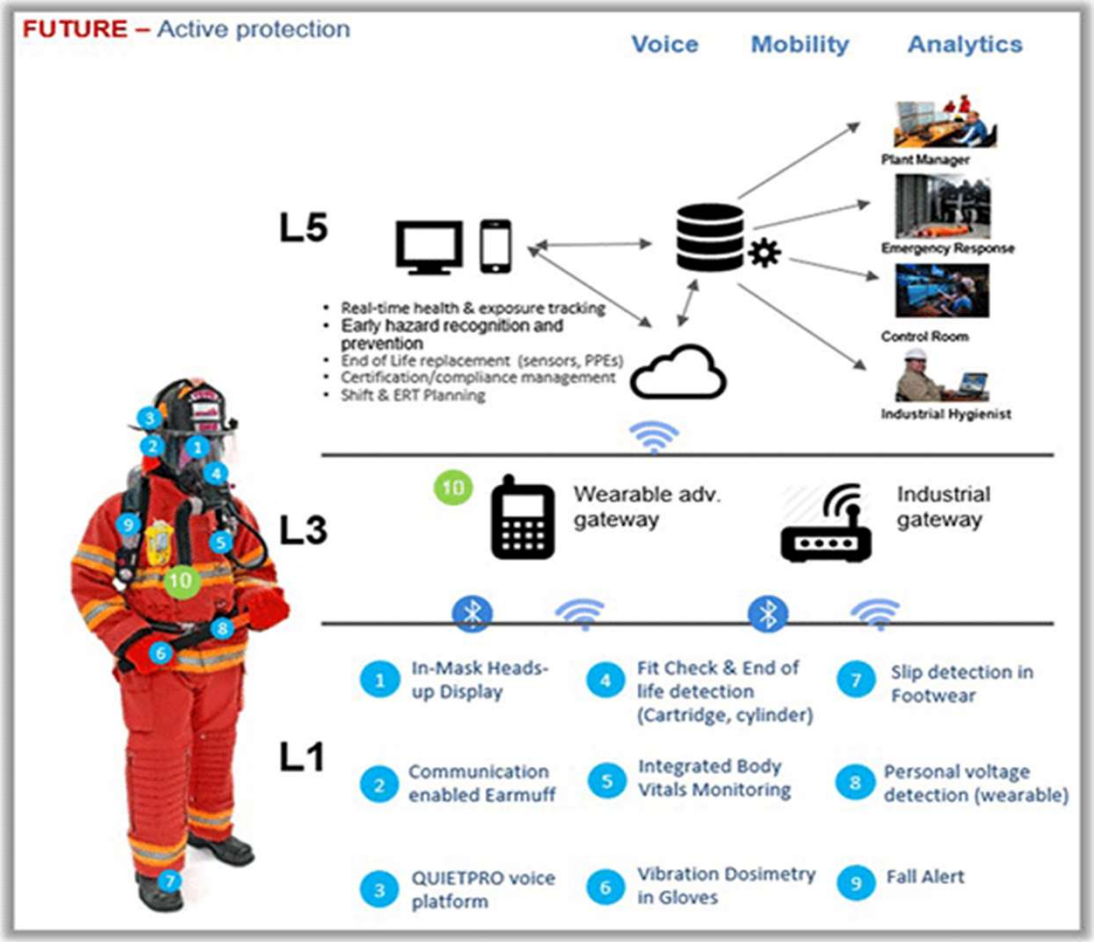
- **Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης**
  Early Warning Systems-EWS

  Χρήση χημικών αισθητήρων ως φορτία (payloads) σε Μη Επανδρωμένα Μέσα (UxVs)-Εφαρμογή στη Ασφάλεια των Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

Safety and security management with Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in oil and gas industry

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **IoT ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**
  Industrial Internet of Things Safety and Security



«Connecting the industrial worker to the digital world via wearable intelligent sensors is now becoming a viable reality»

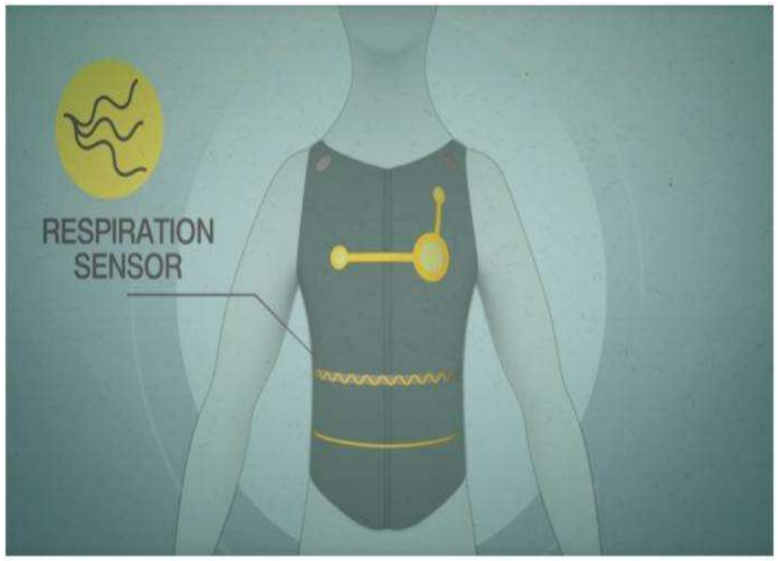
WEARABLES FOR CONNECTED WORKERS

- **Sensor-data fusion improves local intelligence**
- **Non-verbal gesture communication**
- **Activity detection**

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **IoT ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**
  Industrial Internet of Things Safety and Security

«On the industrial level, the Internet of Things (IoT) revolution not only connects the unconnected to maximize operational efficiencies, but also dramatically improves the way people work by connecting them directly to their work environments»



MIT IoT and wearable project foretells the future of industrial safety

Smart gas sensors of CO, H_2S embedded in a prototype uniform (MIT team's patent)

Χημικοί Αισθητήρες για την Ασφάλεια Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων

- **IoT ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**
  Industrial Internet of Things Safety and Security

Video for IoT Industrial Safety

https://www.youtube.com/watch?v=ImNBqx5VBZc

Προστατευτικός Εξοπλισμός στην Βιομηχανία (ΜΑΠ, PPE)

Πυρασφάλεια στις Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις

«πυρασφάλεια» ΣΚΟΠΟΣ: **«ασφάλεια έναντι πυρός»**

Πυροπροστασία: εκπλήρωση του σκοπού (: «ασφάλεια έναντι πυρός»)

- Η πυροπροστασία των κτιρίων χωρίζεται σε δύο επιμέρους τομείς: στην **παθητική** και στην **ενεργητική.**

Με τον όρο **«παθητική πυροπροστασία»** εννοούμε το σύνολο των μέτρων εκείνων που έχουν ληφθεί με την κατασκευή του κτιρίου και εξασφαλίζουν α) την έγκαιρη και ασφαλή διαφυγή του κοινού από το κτίριο σε περίπτωση συμβάντος και β) την αποφυγή μετάδοσης της πυρκαγιάς σε άλλους χώρους ή σε άλλα κτίρια.

Με τον όρο **«ενεργητική πυροπροστασία»** εννοούμε τα μέσα πυροπροστασίας που πρέπει να εγκαθίστανται σε ένα κτίριο.
Φορητά μέσα ενεργητικής πυροπροστασίας θεωρούνται οι φορητοί πυροσβεστήρες, οι τροχήλατοι και οι αυτοδιεγειρόμενοι πυροσβεστήρες οροφής. **ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ**

Πυρασφάλεια στις Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις

- **Παθητική πυροπροστασία**

Κατά την κατασκευή του βιομηχανικού κτιρίου σύμφωνα με το Π.Δ. 71/86 θα πρέπει τα δομικά χαρακτηριστικά του να τηρούν ορισμένες προδιαγραφές που ελέγχονται στα πλαίσια της οικοδομικής αδείας.

'Ετσι προβλέπονται οδεύσεις διαφυγής, η σήμανση και ο φωτισμός τους, η πυροπροστασία τους, τα χαρακτηριστικά των πυροδιαμερισμάτων κ.λπ.

Σήματα διαφυγής

Πυρασφάλεια στις Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις

- **Ενεργητική Πυροπροστασία**

Μέσα ενεργητικής πυροπροστασίας θεωρούνται:

- Το μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο.
- Το απλό υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο.
- Το αυτόματο σύστημα καταιονητήρων (sprinkler).
- Το αυτόματο σύστημα πυρανίχνευσης.
- Το αυτόματο σύστημα κατάσβεσης με κατά-κλυση.
- Το αυτόματο σύστημα κατάσβεσης τοπικής εφαρμογής.
- Οι αυτοδιεγειρόμενοι πυροσβεστήρες οροφής.
- Το χειροκίνητο και αυτόματο σύστημα συναγερμού.
- Ο φωτισμός ασφάλειας.
- Τα βοηθητικά εργαλεία και μέσα.
- Οι φορητοί και τροχήλατοι πυροσβεστήρες

Ενεργητική πυροπροστασία στην Βιομηχανία

Πυρασφάλεια στις Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις

- **Νομοθεσία**

❖ **ΠΔ 41/2018 «Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων» (ΦΕΚ 80/Α΄/7-5-2018)**

❖ **ΝΕΟ ΦΕΚ (ΦΕΚ Β' 6210/31.12.2018) : Μέτρα και μέσα πυροπροστασίας στις εγκαταστάσεις μεταποιητικών και συναφών δραστηριοτήτων (Α.Π. 136860/1673/Φ15/.2018)**

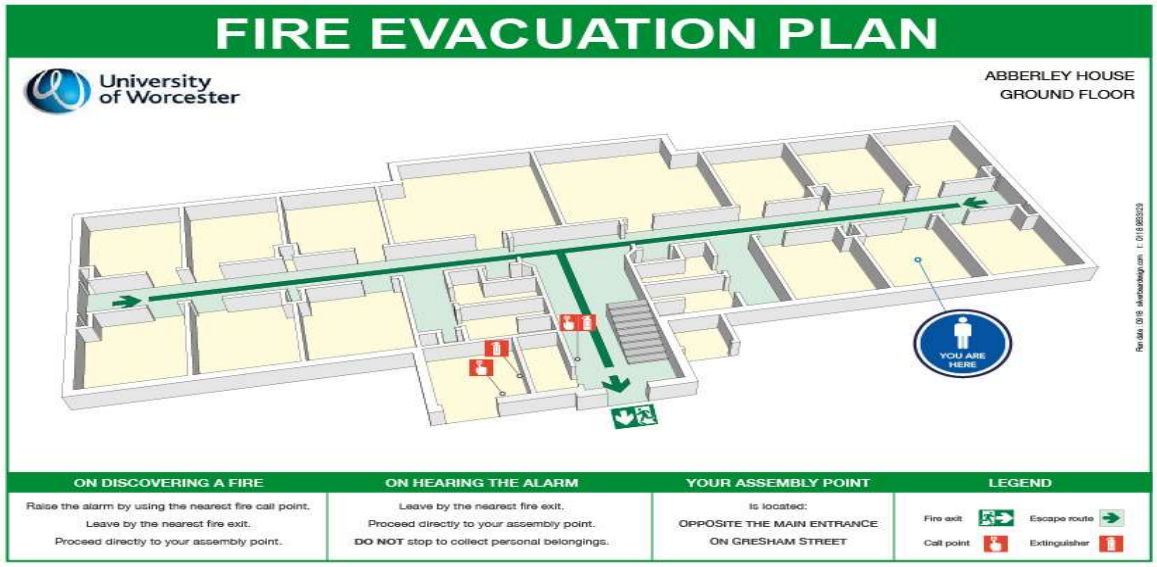
❖ **Βιομηχανίες – Βιοτεχνίες:**

ΚΥΑ Φ.15/1589/2006 (Υφιστάμενα κτίρια)

ΚΥΑ Φ.15/1589/2006, ΠΔ 71/1988 (αρθ. 11) (Νέα κτίρια)

ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΦΥΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΩΣΗΣ

Σύμφωνα με το Νόμο 3850/2010 «Κύρωση του Κώδικα νόμων για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων», Άρθρο 30, ο εργοδότης οφείλει να καταρτίσει σχέδιο διαφυγής και διάσωσης από τους χώρους εργασίας, εφόσον απαιτείται από τη θέση, την έκταση και το είδος της εκμετάλλευσης.
Το σχέδιο διαφυγής και διάσωσης πρέπει να αναρτάται σε κατάλληλες θέσεις στους χώρους εργασίας.



Σχέδιο Διαφυγής και Διάσωσης- ISO 23601
(Safety Identification – Escape and evacuation plan signs)

ΣΧΕΔΙΟ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ- ΑΣΚΗΣΗ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=SYC4Tpnuetg