ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΕΡΕΥΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
"ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ"

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Ιωάννης Α. Παπάζογλου

Ζωή Νιβολιανίτου

Βαρβάρα Συνοδινού

Όλγα Ανεζίρη

Έφη Μαρκουλάκη

Μυρτώ Κωνσταντινίδου

13 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2009

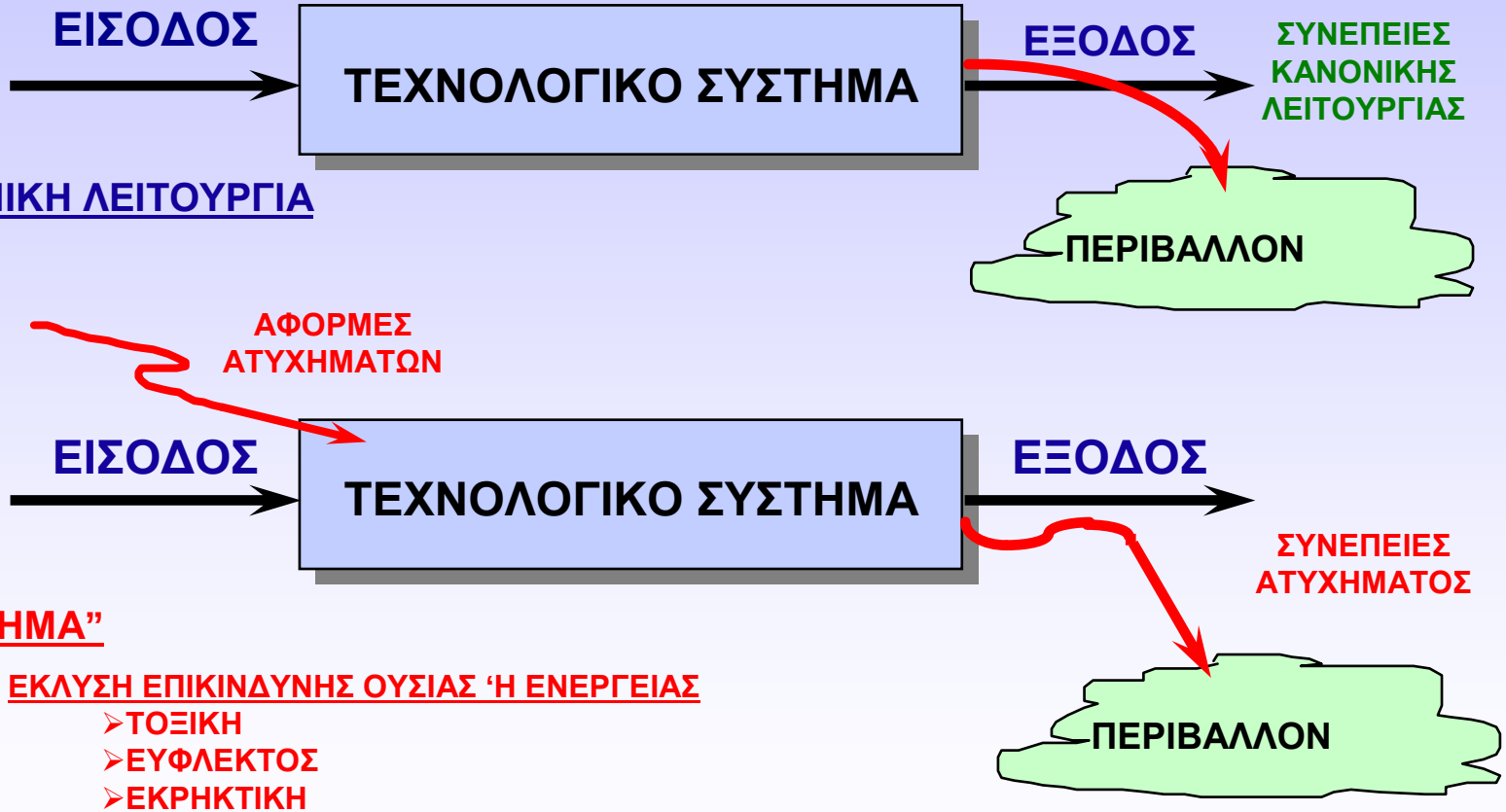
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
- ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ
- ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ
- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
- ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

ΑΠΟΣΤΟΛΗ

- Η δραστηριότητα του Εργαστηρίου Αξιοπιστίας Συστημάτων & Βιομηχανικής Ασφάλειας ξεκίνησε το 1988, με στόχο την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας εκτίμησης επικινδυνότητας τεχνολογικών συστημάτων. Την τελευταία δεκαετία το ΕΑΣΒΑ έχει σημαντική συμβολή στην προώθηση της γνώσης και της ανάπτυξης στον τομέα αυτό.
- Το Εργαστήριο δραστηριοποιείται στην πιθανολογική ανάλυση ασφάλειας συστημάτων. Οι υπηρεσίες του αφορούν βιομηχανίες και σκοπό έχουν την βελτίωση της ασφάλειας μέσω πρόληψης και εκτίμησης των επιπτώσεων από σοβαρά ατυχήματα.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ



ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

"ΑΤΥΧΗΜΑ"

ΕΚΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗΣ ΟΥΣΙΑΣ 'Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- ΤΟΞΙΚΗ
- ΕΥΦΛΕΚΤΟΣ
- ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ
- ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

FMEA - HAZOP

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΚΛΥΣΕΩΝ

ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΔΟΣΕΙΣ/ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΕΛΕΓΧΟΙ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ-ΜΗΧΑΝΗΣ

ΠΡΟΛΗΨΗ

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

ΜΕΤΡΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

ΑΠΑΝΤΑ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

- ΤΙ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΑΕΙ ΣΤΡΑΒΑ;
- ΠΟΣΟ ΣΥΧΝΑ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΣΥΜΒΕΙ;
- ΠΟΙΕΣ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΔΥΝΑΤΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ;
- ΠΟΣΟ ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΥΤΕΣ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ;

ΚΥΡΙΑ ΒΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΗΓΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

↓

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

↓

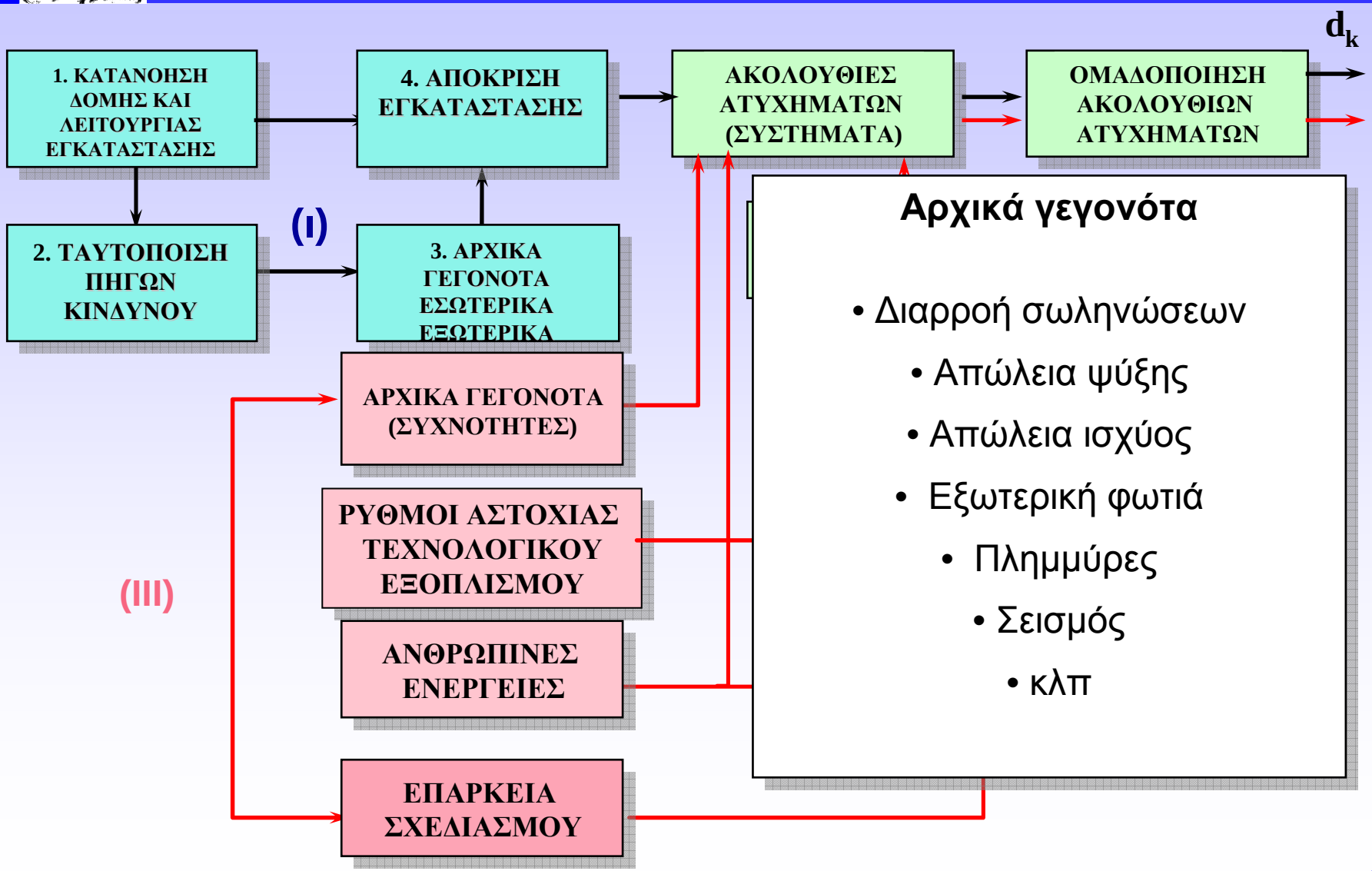
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ

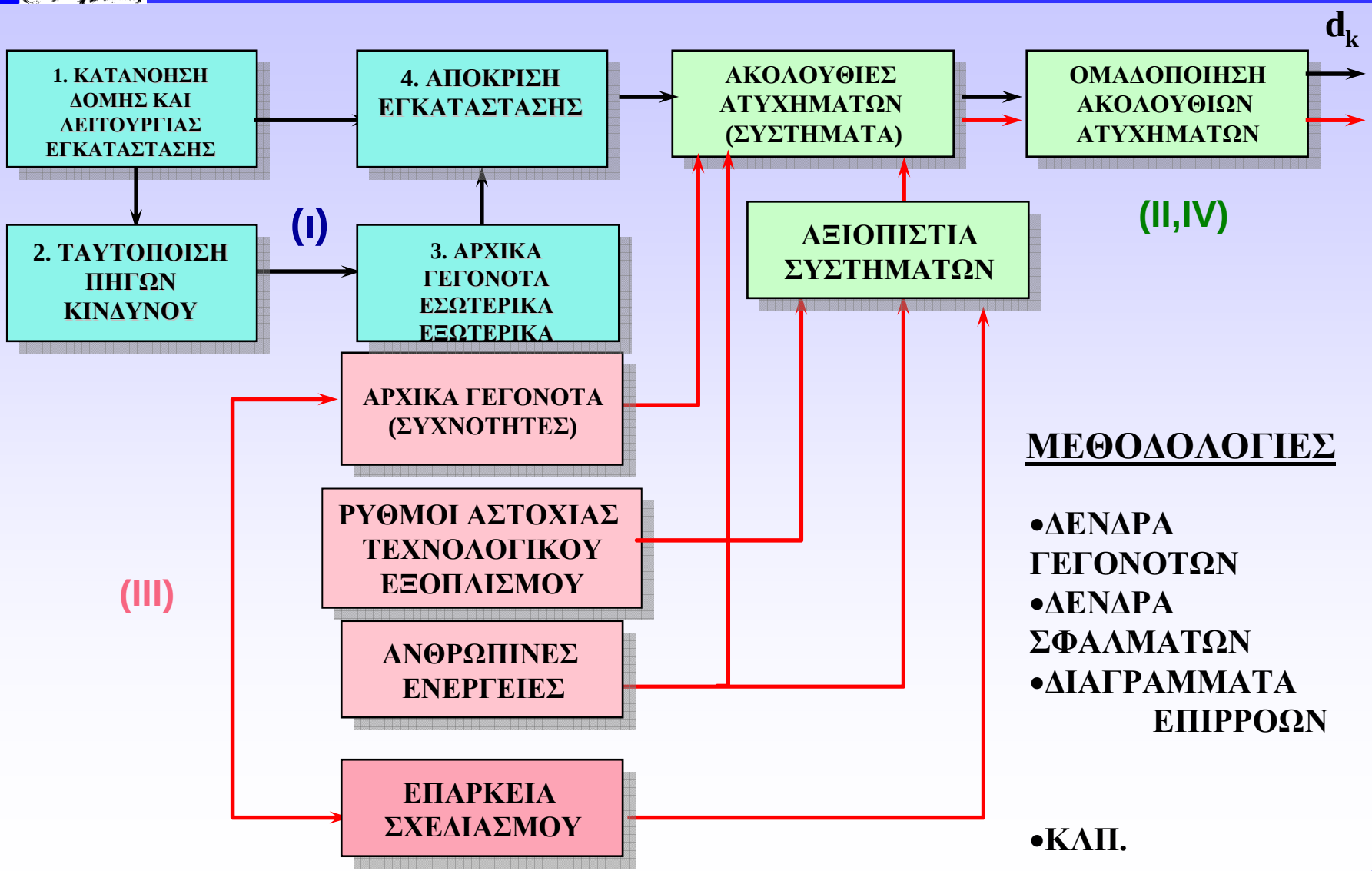
↓

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ

- ΔΕΝΔΡΑ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ
- ΔΕΝΔΡΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ
- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΙΡΡΟΩΝ
- ΚΛΠ.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

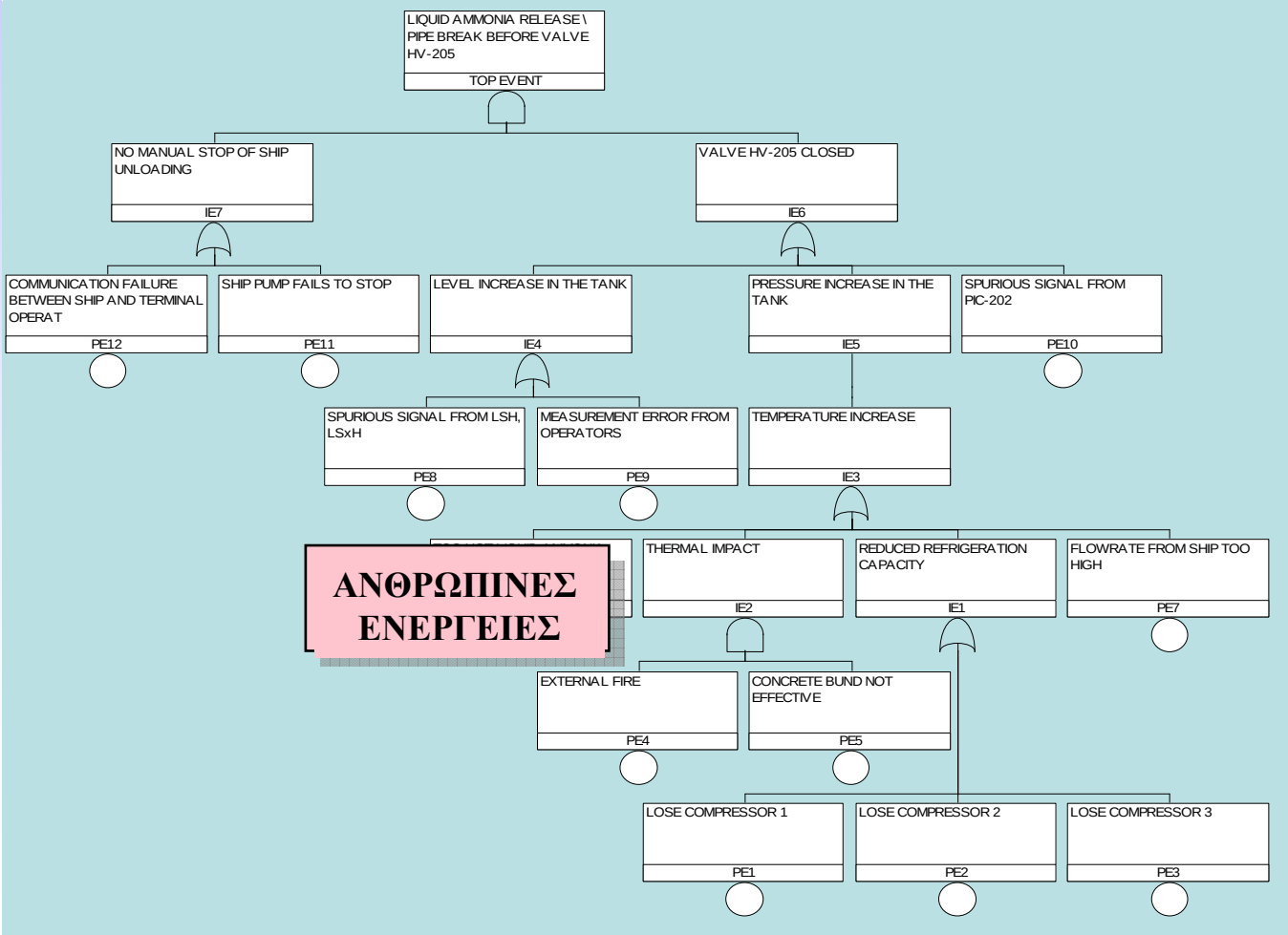
- <u>Μοντελοποίηση συστημάτων</u>
- Σύνολο καταστάσεων Συστήματος

$$z = \prod_{i=1}^{N} k_i \quad (k^N)$$

- Διαχωρισμός Συνόλου σε Ζ Υποσύνολα
  - (π.χ. Λειτουργίας , Αστοχίας κλπ)
- Υπολογισμός Πιθανότητας
  - Pr(Y) ΣΤΑΤΙΚΟΣ
  - $\dot{x}=f(x)$ (MARKOV)

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- δέντρα σφαλμάτων

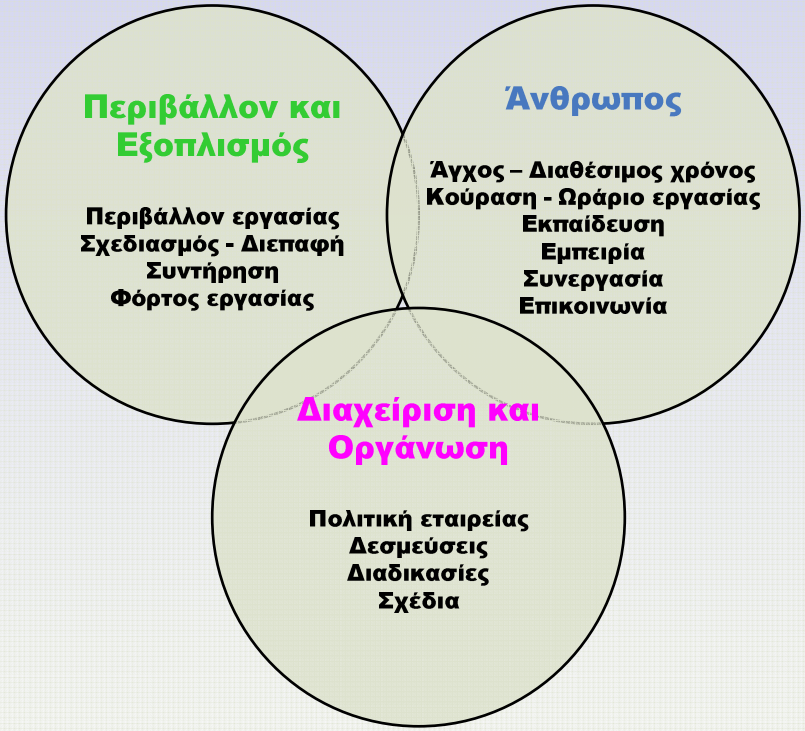


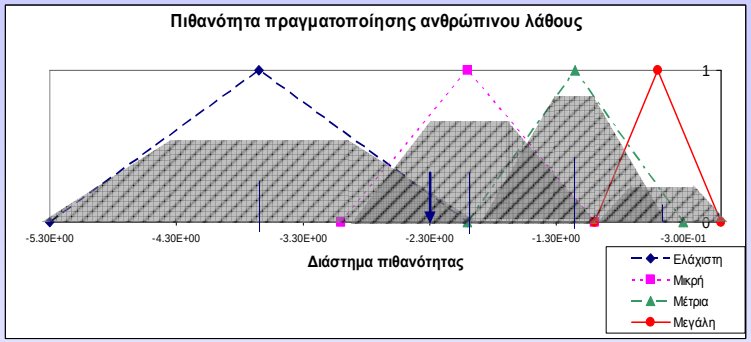
ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ

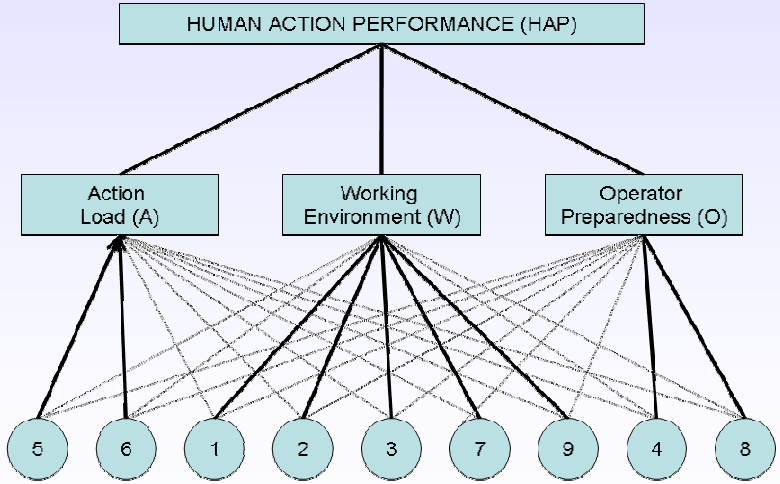
- Ανάλυση της ανθρώπινης αξιοπιστίας με την μεθοδολογία CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Methodology)
- Χρήση άλλων μεθοδολογιών (THERP, ATHEANA, HEART)
- Συμπερίληψη του ανθρώπινου λάθους στις ακολουθίες ατυχημάτων

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΛΑΘΟΥΣ

FUZZY PROBABILITY ESTIMATOR





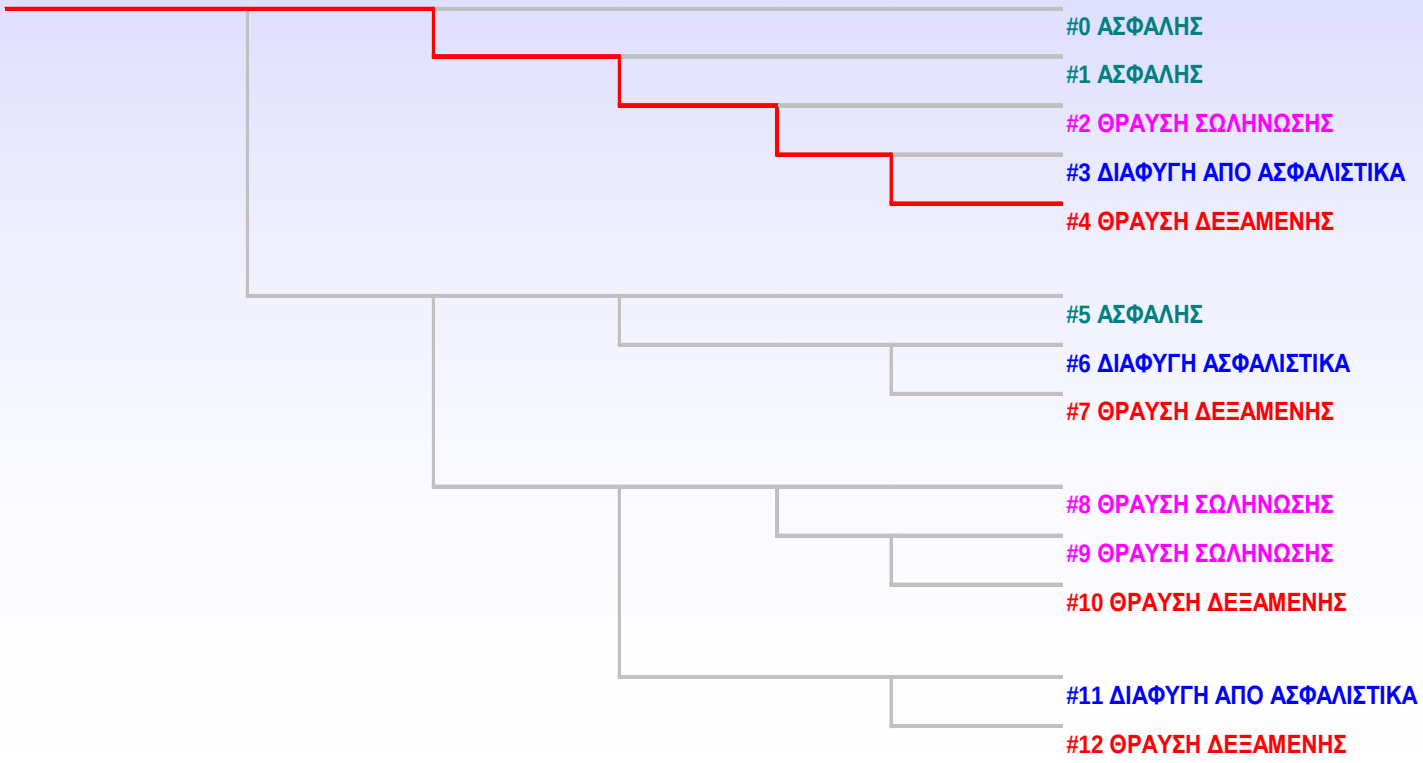


ANALYTICAL HIERARCY PROCESS

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

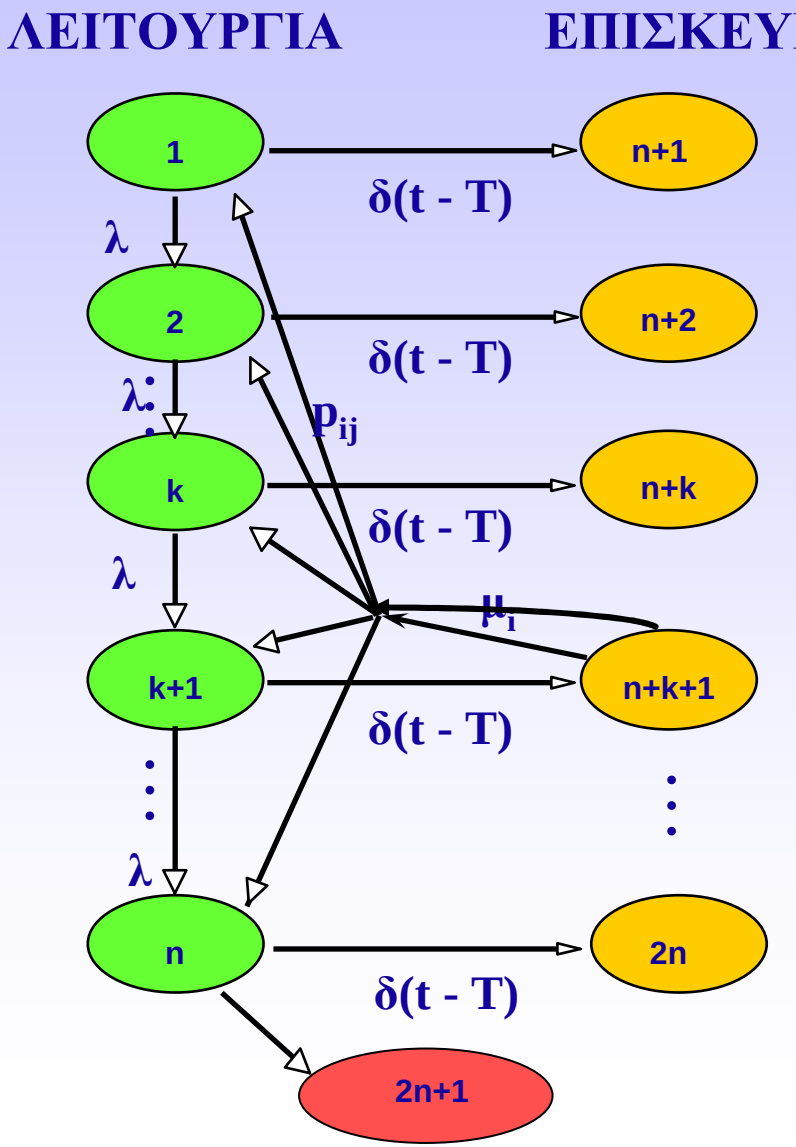
- δέντρα γεγονότων

ΜΕΙΩΣΗ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ	ΕΝΑΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΣ	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ- ΔΙΑΚΟΠΗ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΙΕΣΗΣ	ΠΥΡΣΟΣ	ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΑ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΒΛΑΒΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



MARKOV

$$\vec{\pi}(n+1) = \vec{\pi}(n) \cdot \vec{P}$$

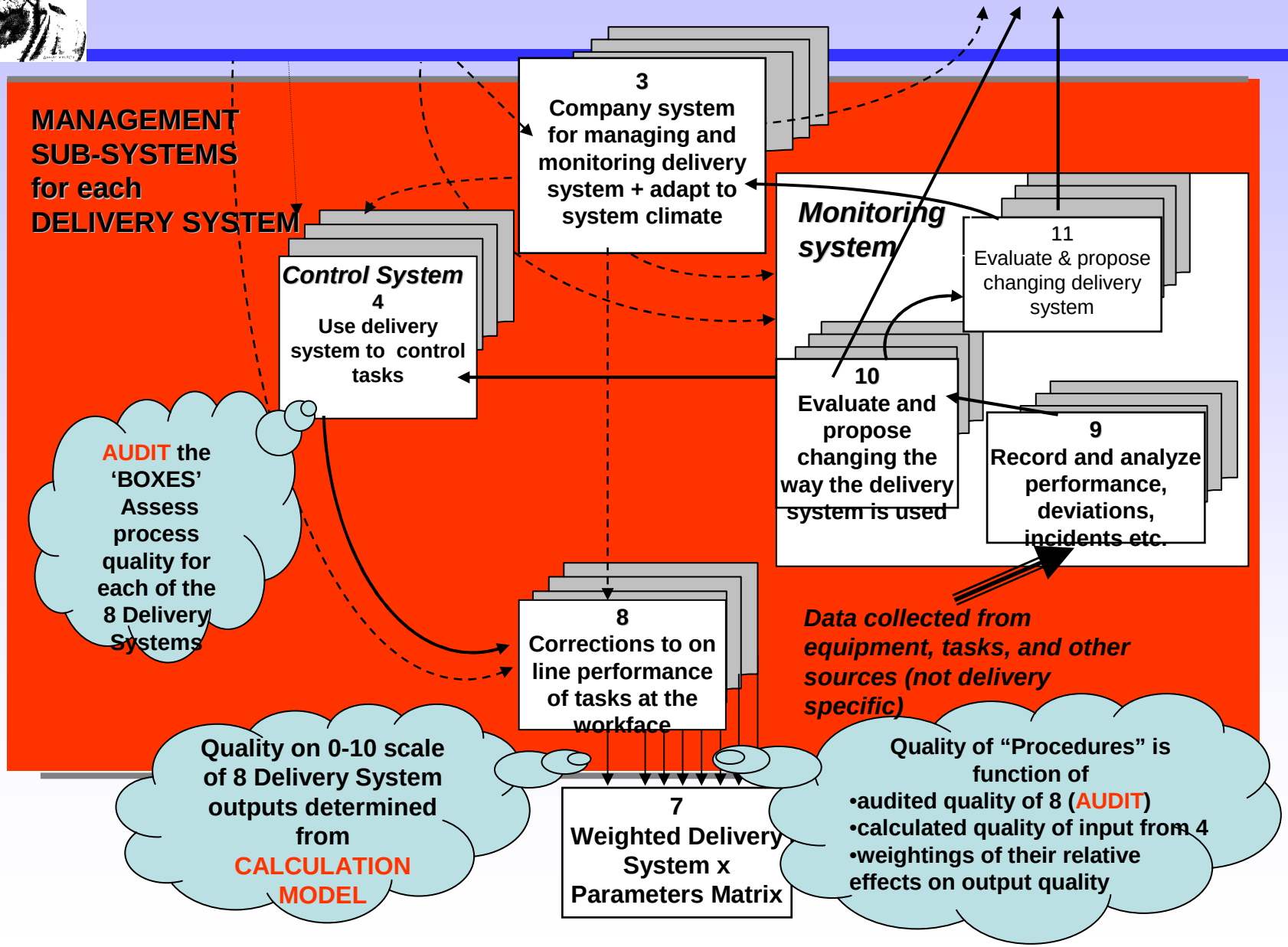


ΑΣΤΟΧΙΑ ΣΕ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

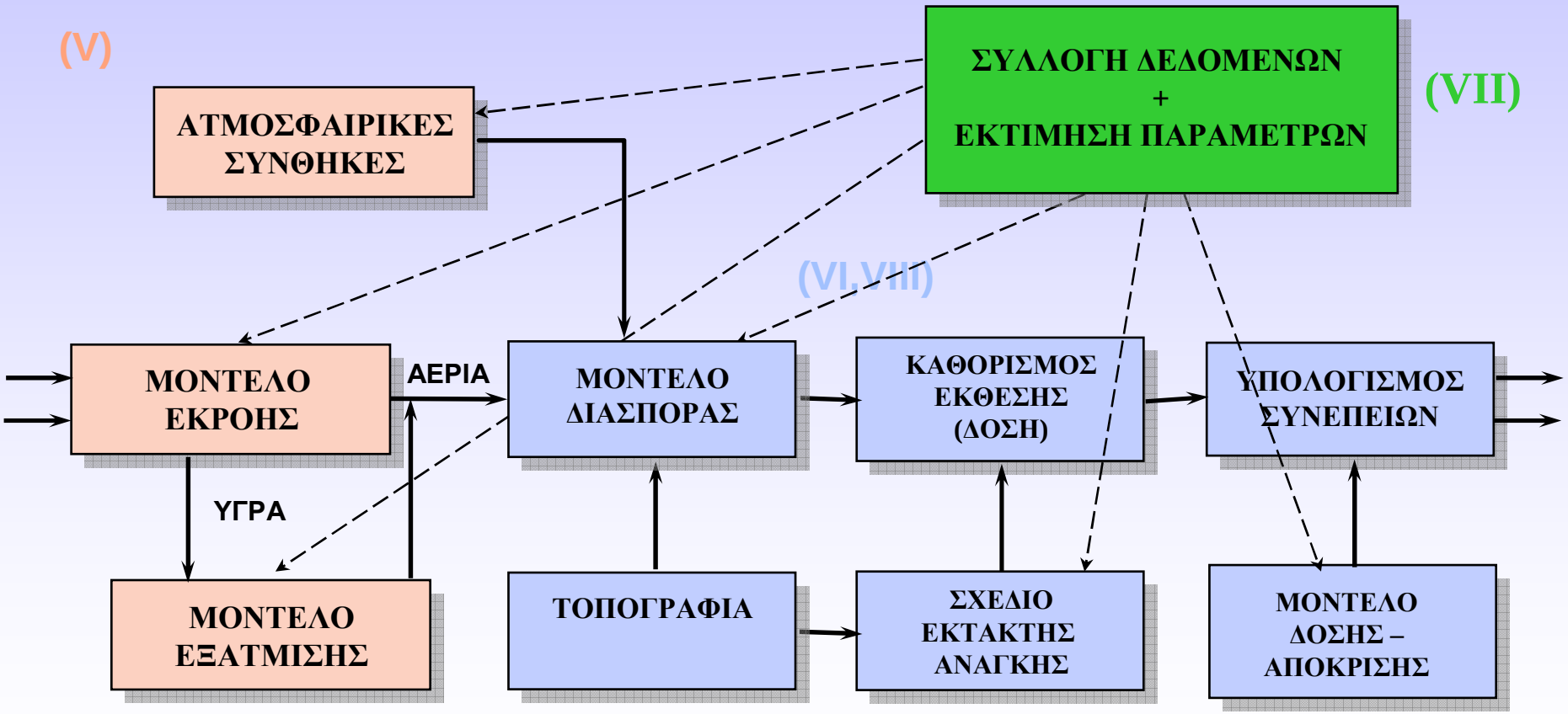
ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕΓΑΛΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- επίλυση μοντέλου
  - δυσκολία στην επίλυση συστημάτων με εξαρτήματα που μπορούν να βρεθούν σε >2 καταστάσεις
  - αλγόριθμοι επίλυσης μοντέλων
  - επιτάχυνση προσομοίωσης και βελτιστοποίησης συστήματος

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

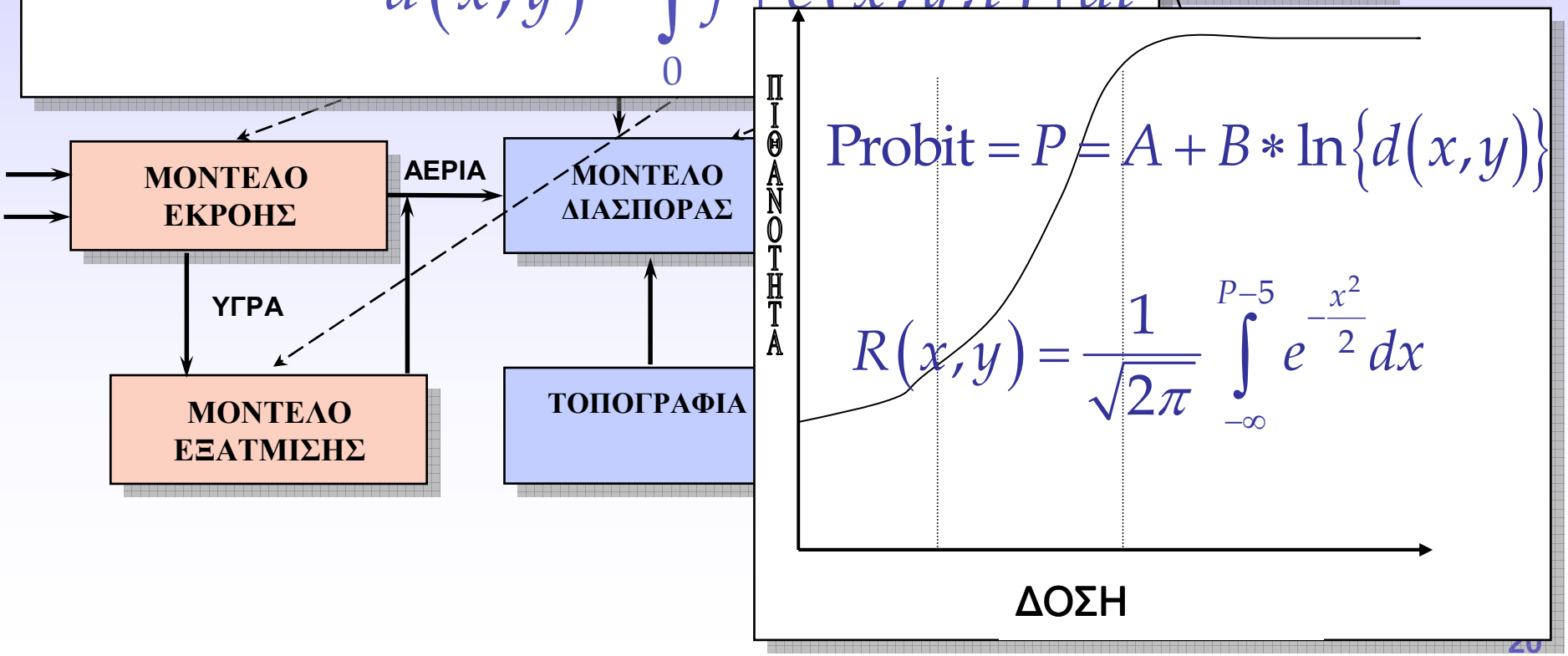
ΔΟΣΗ ΤΟΞΙΚΩΝ
ΔΟΣΗ ΑΠΟ ΥΠΕΡΠΙΕΣΗ
ΔΟΣΗ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

$$d(x,y) = \int_0^T f\left[c(x,y,t)\right] dt$$

ΔΟΜΕΝΩΝ

ΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

(VII)



$$\text{Probit} = P = A + B * \ln\{d(x,y)\}$$

$$R(x,y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{P-5} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ SOCRATES

1. ΔΙΑΡΟΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΟΞΙΚΩΝ

2. ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΥΦΛΕΚΤΩΝ
   - ΦΩΤΙΑ
   - ΕΚΡΗΞΗ

3. ΦΩΤΙΑ ΥΓΡΩΝ
   - ΔΕΞΑΜΕΝΗ
   - ΠΥΡΣΟΣ
   - BLEVE

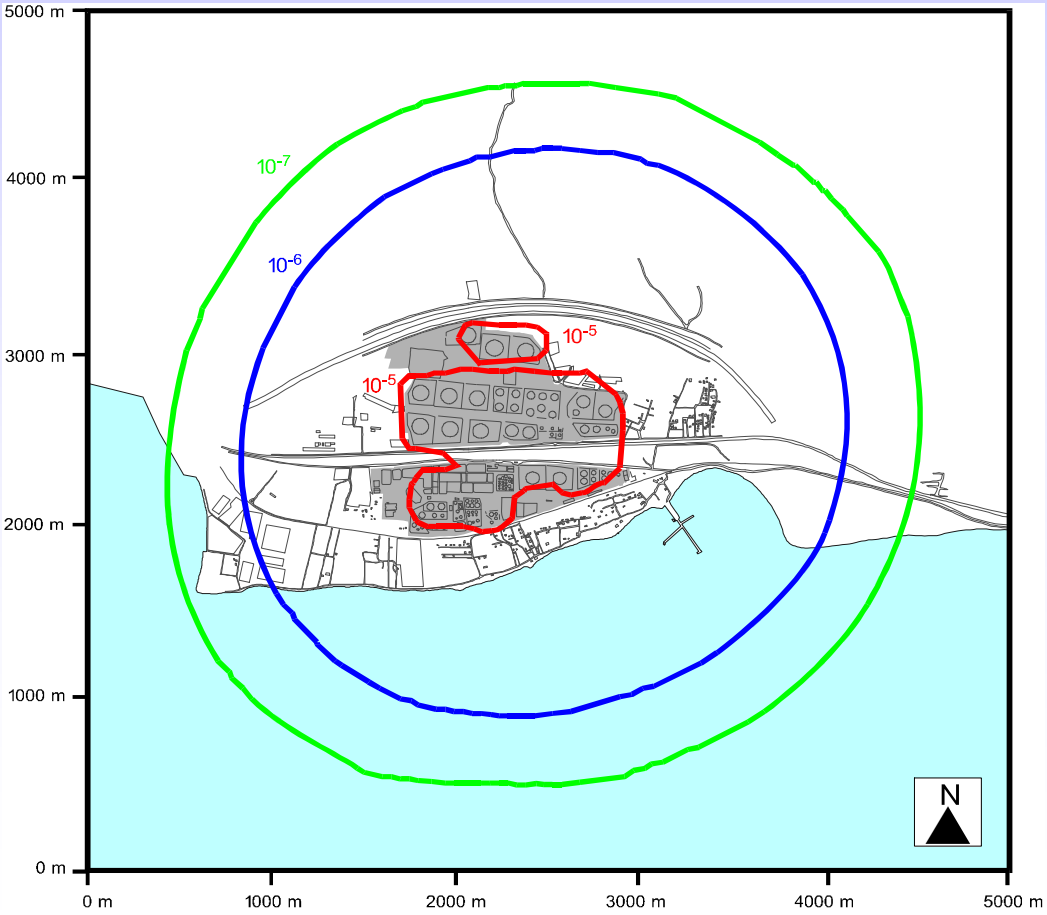
4. ΕΚΡΗΚΤΙΚΑ
   - ΥΠΕΡΠΙΕΣΗ
   - ΙΠΤΑΜΕΝΑ ΘΡΑΥΣΜΑΤΑ
   - ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΚΡΑΔΑΣΜΟΙ

ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

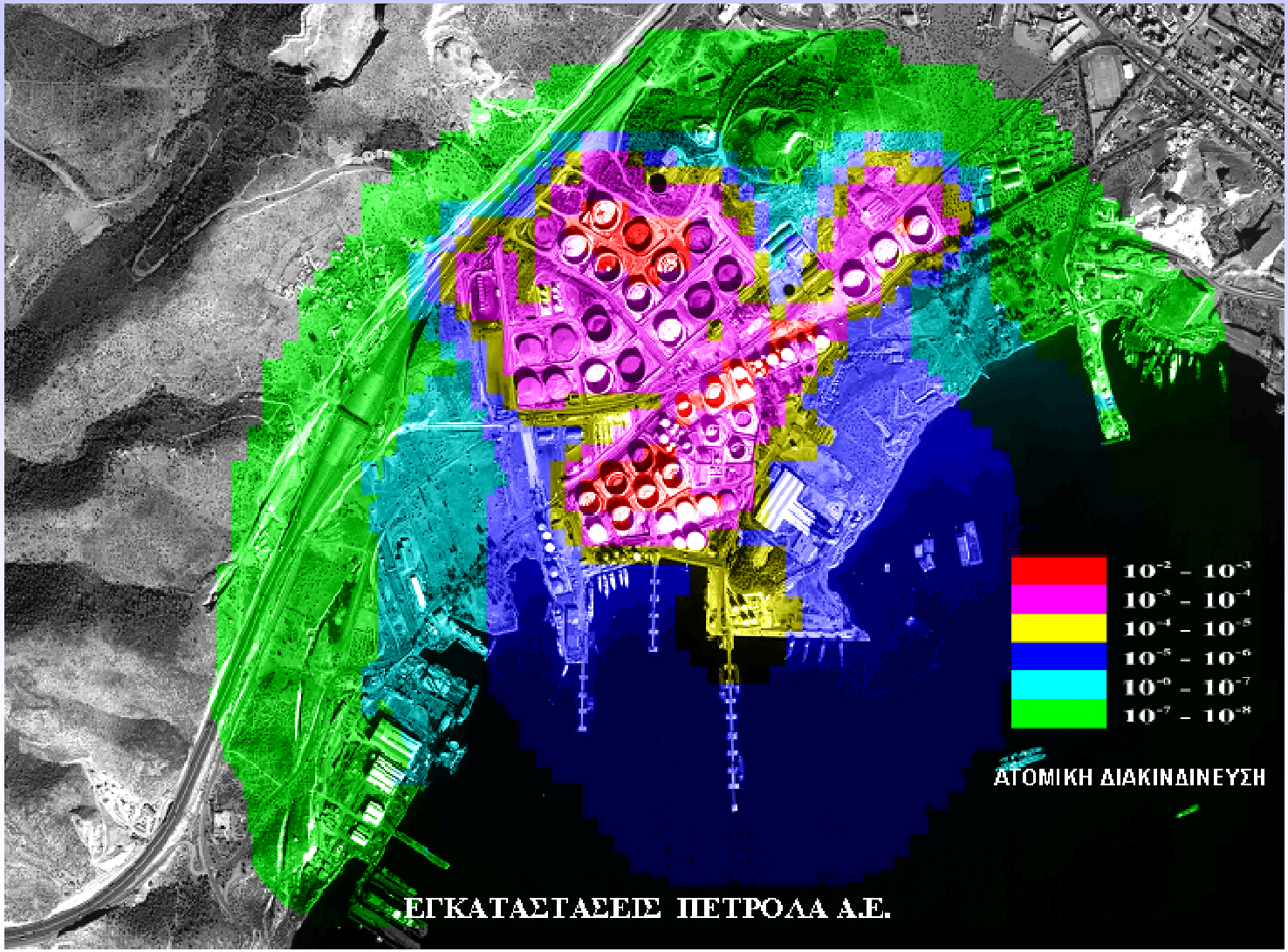
- **ΥΓΕΙΑ (ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ & ΚΟΙΝΟΥ)**
  - **ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ:**
    Η πιθανότητα ανεπιθύμητης συνέπειας σε ένα άτομο που βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο σημείο του χώρου μέσα ή γύρω από την εγκατάσταση.
  - **ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ:**
    Η πιθανότητα ανεπιθύμητης συνέπειας σε ομάδα ανθρώπων συγκεκριμένου μεγέθους.
- **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

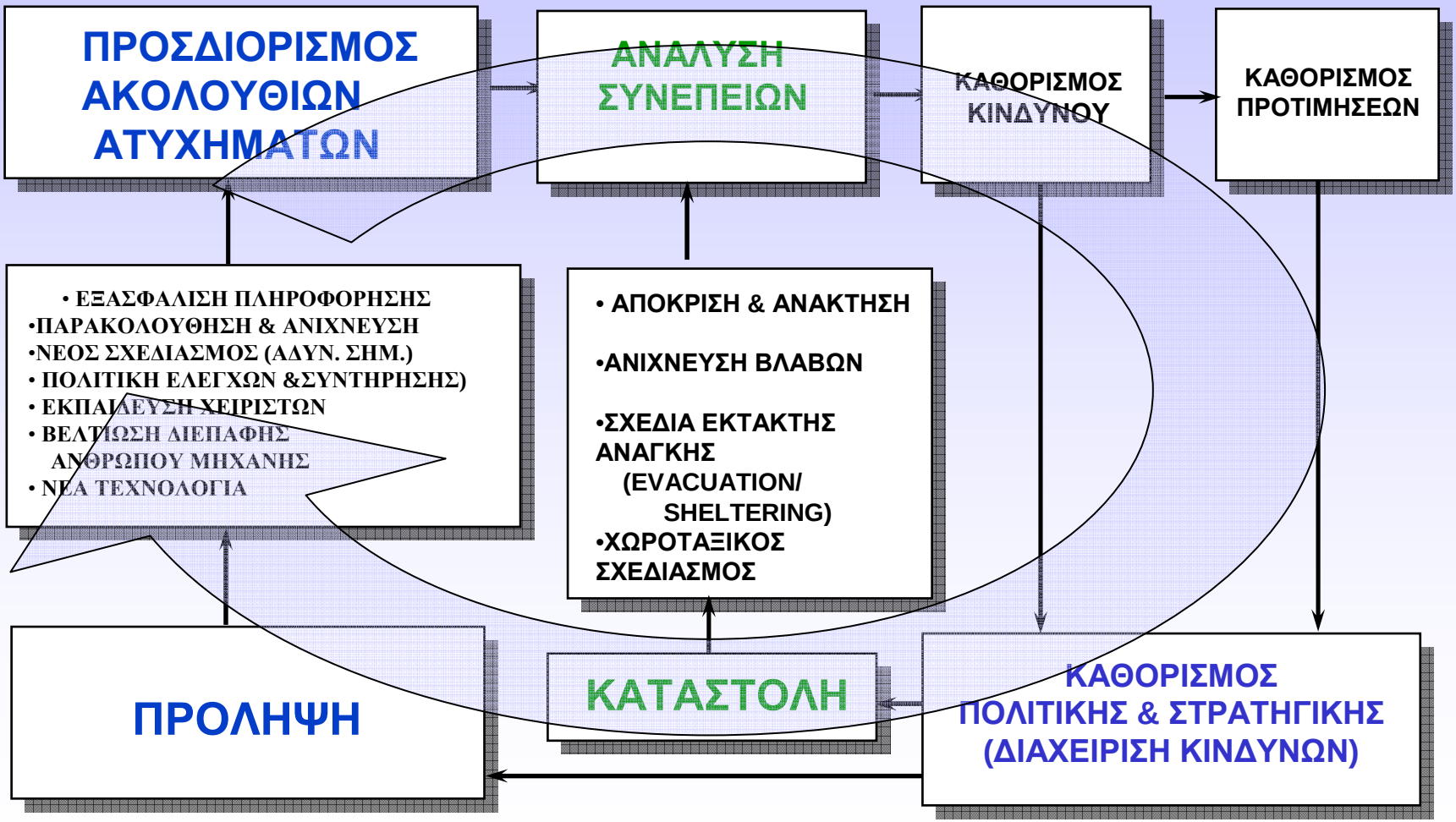
Ο γεωμετρικός τόπος των σημείων για τα οποία η ατομική διακινδύνευση έχει συγκεκριμένη τιμή.



GIS –ΜΕΓΑΛΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

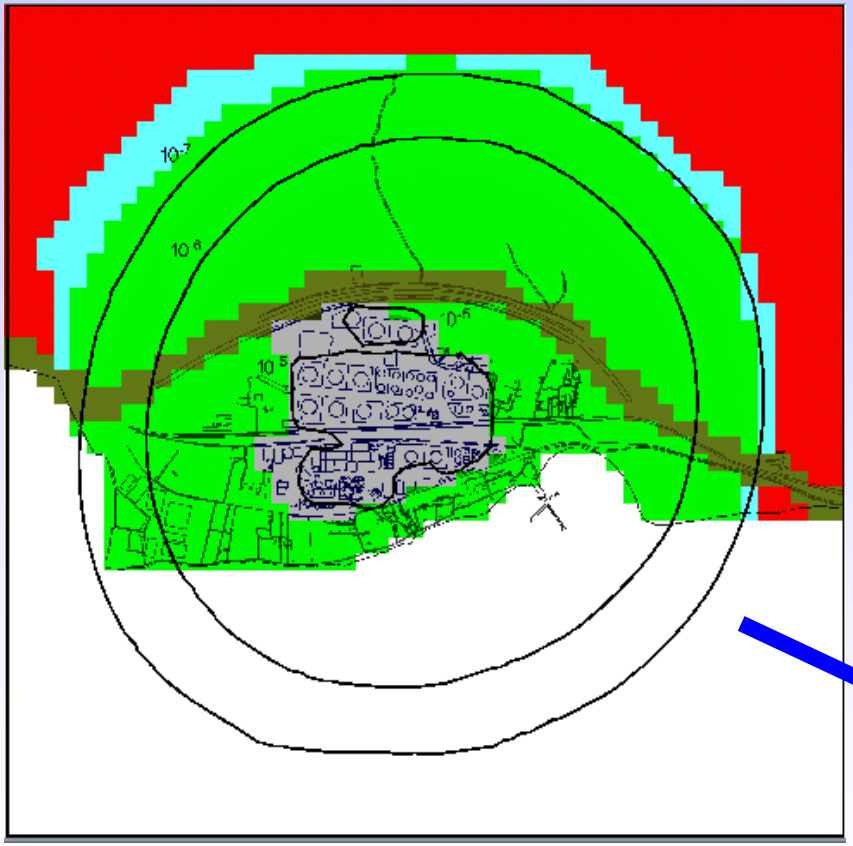


ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΧΡΗΣΗΣ ΓΗΣ

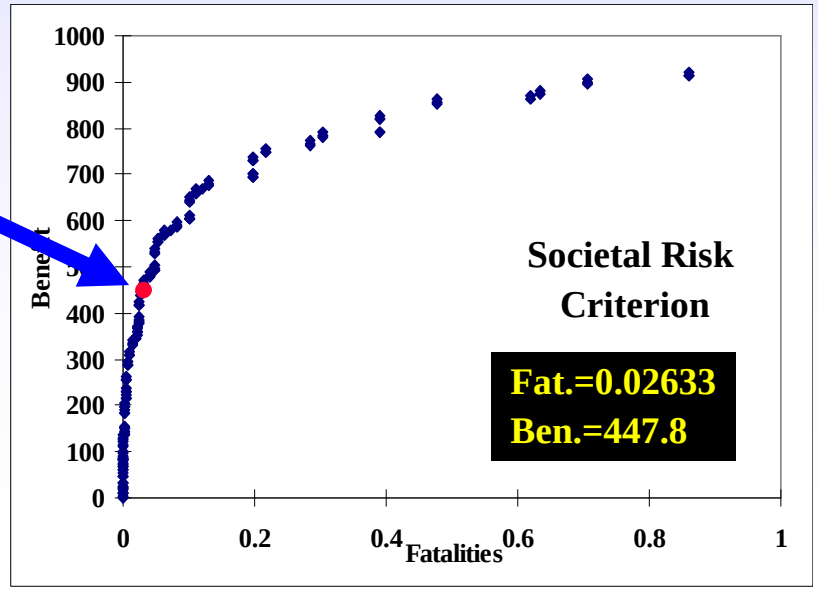
Κριτήρια σχεδιασμού

- Υγεία
- Περιβάλλον
- Πολιτιστική κληρονομιά
- Φυσική κληρονομιά
- Οικονομικά (κοινωνία)
- Οικονομικά (επιχείρηση)

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΧΡΗΣΗΣ ΓΗΣ



No further development
Recreation
Residential



ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

$$\min \quad f : \Re^m \to \Re^k$$

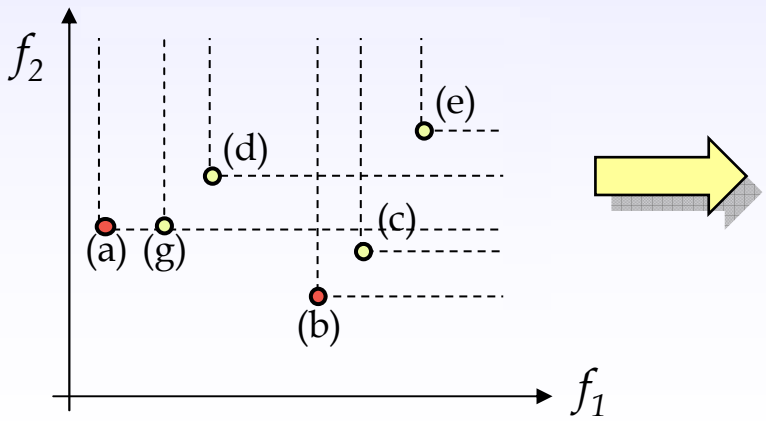
- **συντελεστές βαρύτητας:**

$$\min z(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{k} w_i \cdot f_i(\vec{x})$$

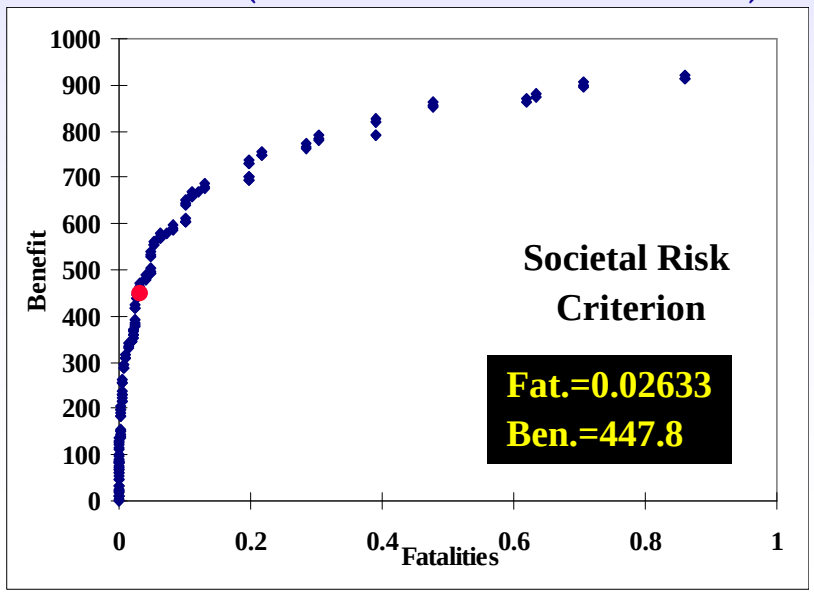
- **βέλτιστα κατά Pareto → μέτωπο Pareto**

η λύση (1) επικρατεί της λύσης (2), εφόσον ισχύουν τα παρακάτω:

- $f_i(\overrightarrow{x_1}) \le f_i(\overrightarrow{x_2}), \ \forall i \in \{1,2,\ldots,k\}$
- $\exists i \in \{1,2,\ldots,k\} : \ f_i(\overrightarrow{x_1}) < f_i(\overrightarrow{x_2})$

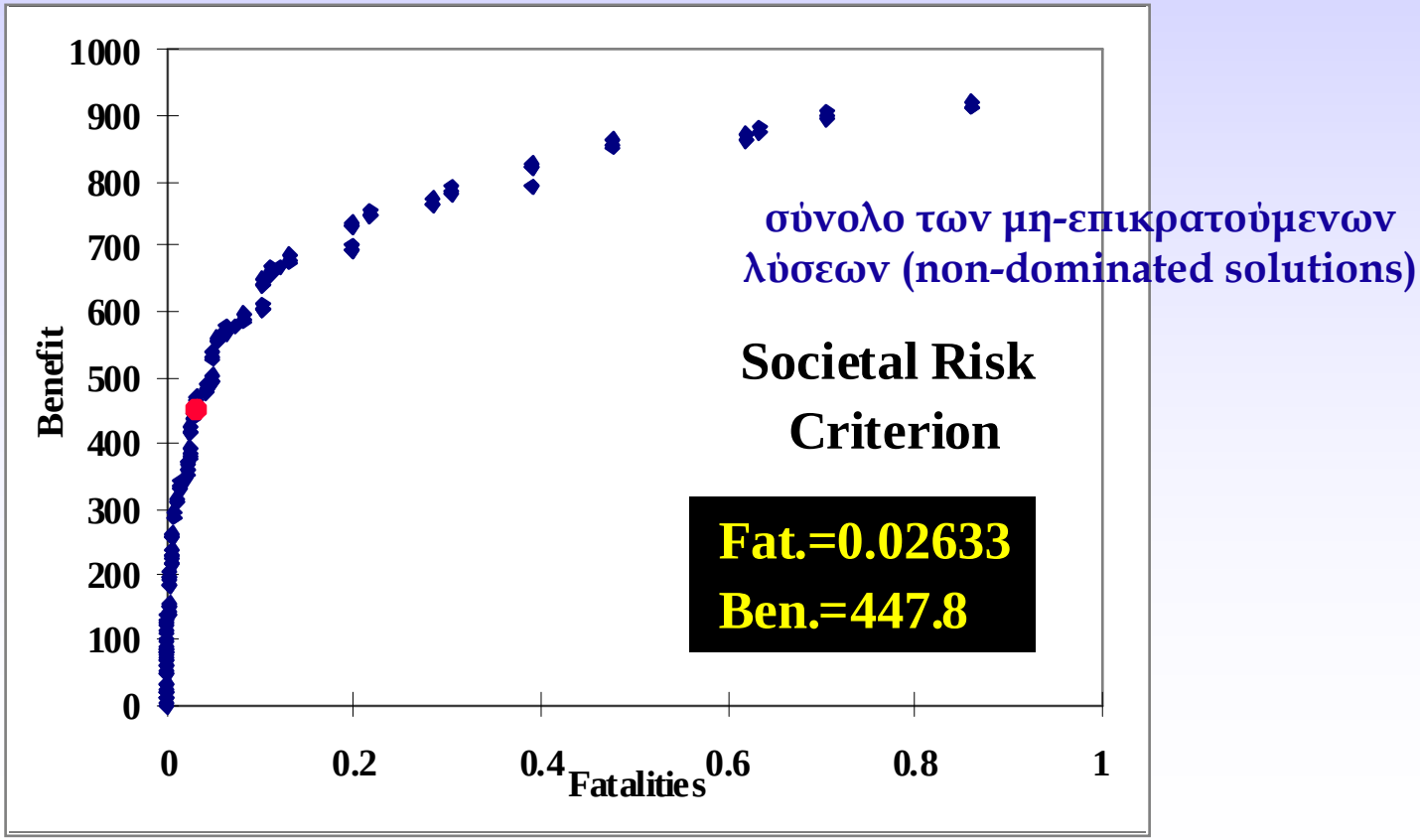


σύνολο των μη-επικρατούμενων λύσεων (non-dominated solutions)



ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

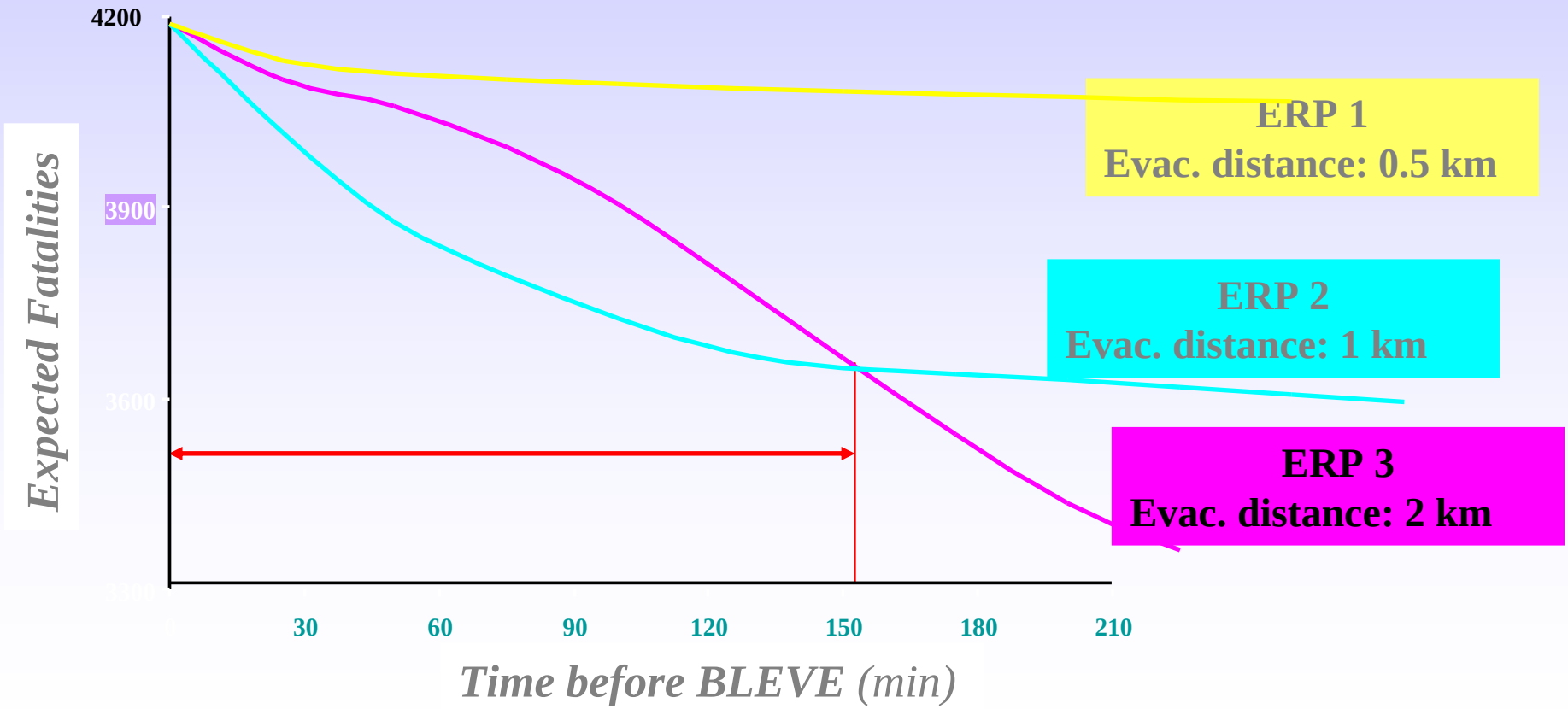
- Γενετικοί αλγόριθμοι (genetic algorithms)
- Προσομοιωμένη ανόπτηση (simulated annealing)



Stochastic Markov Evacuation Model

Optimum Emergency Response Policy (ERP)
(minimization of health impacts)

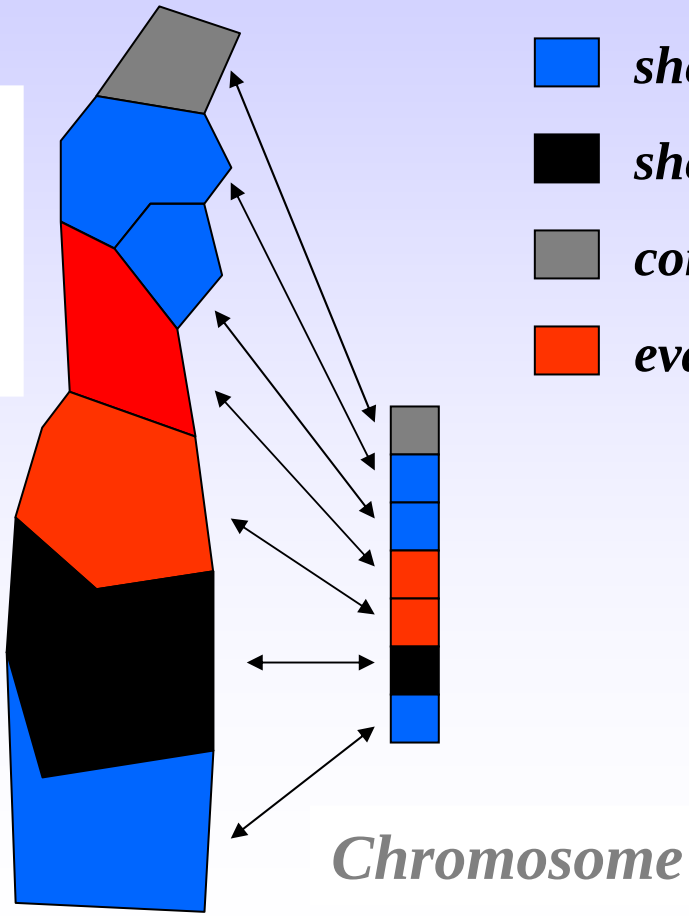
→ *Evacuation area* → *Time before accident*
→ *Population density* → *Degree of saturation*



Multiobjective Emergency Response Optimization

Multiobjective Evolutionary Algorithm

Solution:
Emergency
Response
Policy



- ***sheltering in houses***
- ***sheltering in large buildings***
- ***continuation of normal activities***
- ***evacuation***

- ***Pareto fitness assignment***
  - ***number of dominated solutions***
  - **distance**
- ***External set***
- ***Truncation operation***

Non-dominated solutions (ERPs) in case of a BLEVE phenomenon in an LPG storage tank

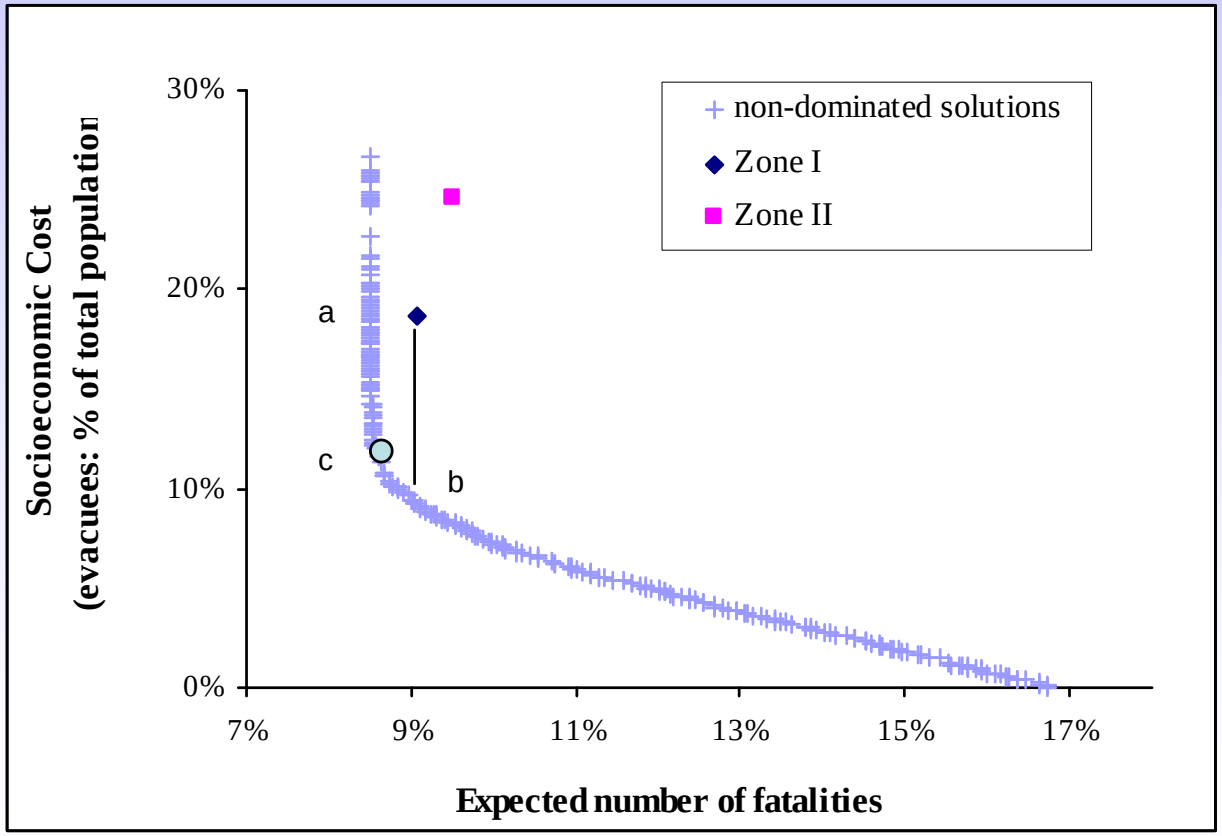
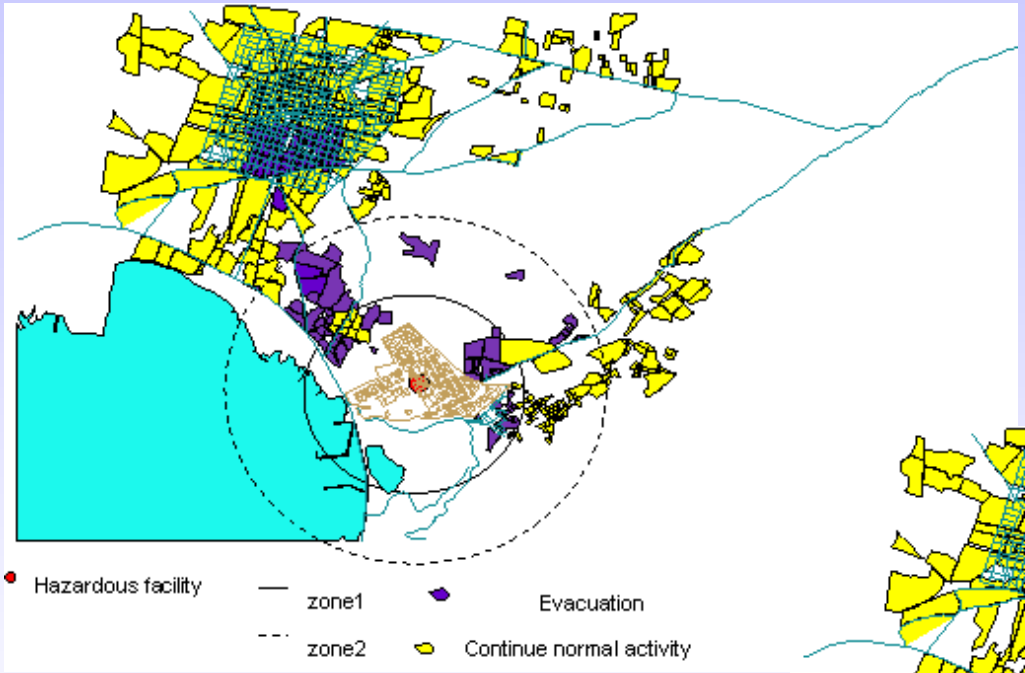
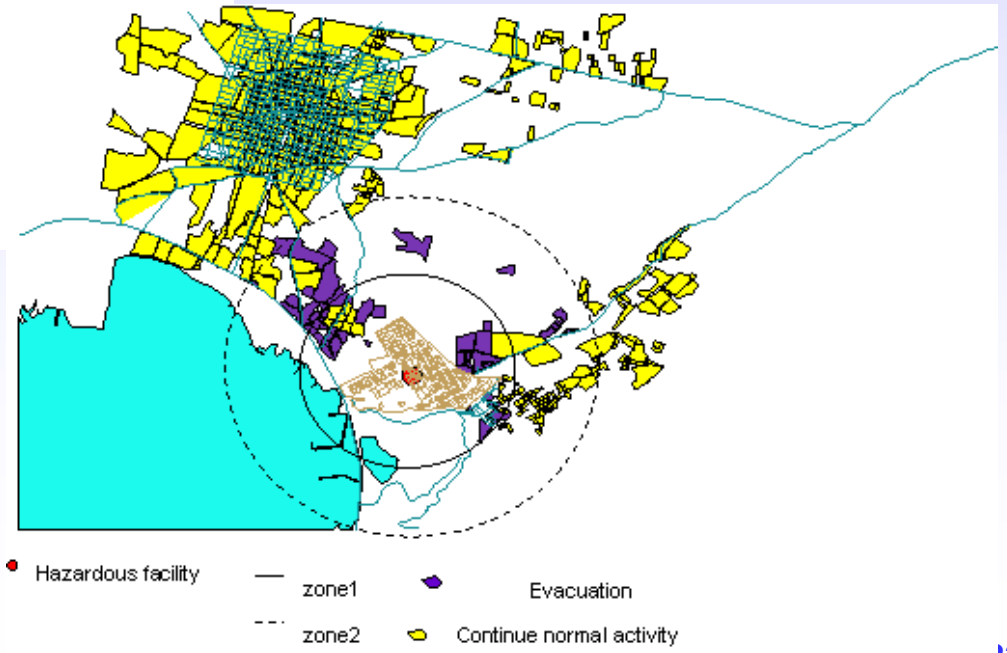


Fig. 8a: in Fig.7



Solution point A

Solution point C



ΜΕΛΕΤΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ

- Αβεβαιότητες σε:
  - Ρυθμούς αστοχίας εξαρτημάτων $\vec{\tilde{x}} = \left[\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \ldots, \tilde{x}_n\right]$
  - Διάρρηξη σωληνώσεων, δεξαμενών $\vec{\tilde{y}} = \left[\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \ldots, \tilde{y}_m\right]$
  - Μετεωρολογικά δεδομένα $\vec{\tilde{v}} = \left[\tilde{v}_1, \tilde{v}_2, \ldots, \tilde{v}_l\right]$
  - Παραμέτρους μοντέλων $\vec{\tilde{w}} = \left[\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \ldots, \tilde{w}_k\right]$

- Μεθοδολογία: π.χ. Monte Carlo (LHS)
  - $\tilde{r} = f\left(\vec{\tilde{x}}, \vec{\tilde{y}}, \vec{\tilde{w}}, \vec{\tilde{v}}\right)$

ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- **ΟΔΗΓΙΑ SEVESO II**: Με την Απόφαση αυτή αποσκοπείται...ώστε με την λήψη των αναγκαίων μέτρων για την πρόληψη των ατυχημάτων μεγάλης έκτασης που σχετίζονται με επικίνδυνες ουσίες και των συνεπειών τους στην υγεία και στο περιβάλλον να εξασφαλίζεται υψηλού επιπέδου εθνική και διακοινοτική προστασία

- Αξιολογήσεις Μελετών Ασφαλείας – για Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., ΥΠ.ΑΝ., ΥΠ. ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ και ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΑΛΛΗΛΕΓΥΗΣ

- 110 Βιομηχανικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

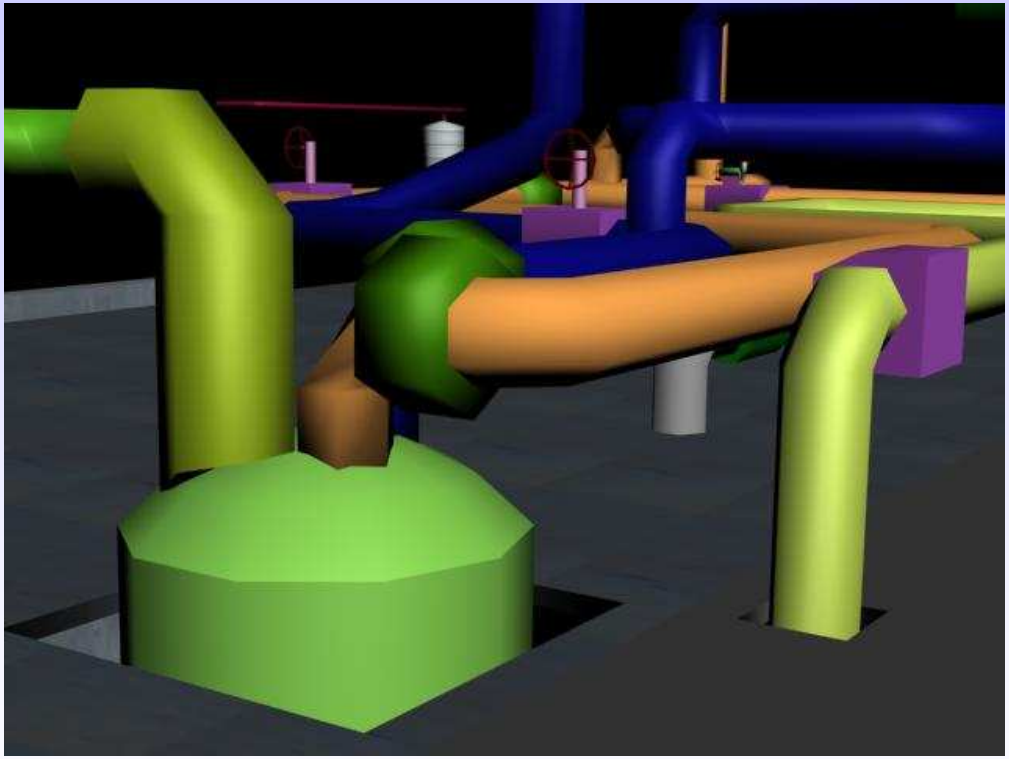
- Πτώση από ύψος
  - Σκάλες, ικριώματα, οροφές, ανυψωτικά μηχανήματα
- Πτώση στο ίδιο επίπεδο
- Πτώση αντικειμένων
  - Πτώση φορτίου ή τμήματος γερανού
- Επαφή με κινούμενα μέρη μηχανημάτων
- Πλήγμα από κινούμεν
- Ηλεκτρικό ατύχημα
- Απώλεια περιβλήματο
- Πυρκαγιά
- Εκρήξεις
- Επαφή με θερμές επι
- Μείωση απαιτούμενου

ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

- Βέλτιστη στρατηγική (επιλογή καταλληλότερων μέτρων) για:
  - ελαχιστοποίηση κόστους:
    - νέου εξοπλισμού, διαδικασιών, διαχείρισης
  - ελαχιστοποίηση κινδύνων:
    - παροδικού, μόνιμου, θανατηφόρου τραυματισμού
- Πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση
  - Ακέραιο μη-γραμμικό πρόβλημα χωρίς περιορισμούς
  - Ιδιαίτερα χρονοβόρος προσομοίωση

VIRTHUALIS PROJECT

κάτοψη αντλίας υψηλής πίεσης



Χρήση εικονικής πραγματικότητας για προσομοίωση βιομηχανικών συνθηκών

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

- **ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**
  Pre-Emergencies

- Συντονισμός κρατικών και εθελοντικών ομάδων πολιτικής προστασίας, στην αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, όπως δασικές φωτιές, πλημμύρες, σεισμοί, αλλά και σοβαρά τροχαία ατυχήματα σε σήραγγες και αλλού.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ (Ι)

1. **ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**
   - Ανάπτυξη βέλτιστων στρατηγικών για αντιμετώπιση καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης εξαιτίας μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων.
   - Ανάπτυξη ρεαλιστικότερων μοντέλων για την αξιοπιστία συστημάτων και επίλυση συστημάτων μεγάλου μεγέθους.
   - Επέκταση της Boolean λογικής σε συστήματα / εξαρτήματα πολλών καταστάσεων (multistate)
   - Επέκταση χρήσης συστημάτων GIS για απεικόνιση του κινδύνου και λήψη αποφάσεων.
   - Χρήση τεχνικών Bayesian Analysis για ακριβέστερο υπολογισμό πιθανοτήτων αστοχίας.

....

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ (ΙΙ)

1. **ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**
   - Περαιτέρω ενσωμάτωση cultural aspects και συστημάτων διοίκησης στη ποσοτική εκτίμηση κινδύνου.
   - Εκτίμηση επικινδυνότητας από φυσικές καταστροφές (δασικές πυρκαγιές, πλημμύρες)
   - Αναδυόμενοι κίνδυνοι από νέες τεχνολογίες

2. **ΑΝΑΠΤΥΞΗ (ΧΡΗΣΗ) ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΡΕΑΛΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ**
   - Διάχυση ουσιών στο έδαφος, νερό, αέρα
   - Εκτίμηση ωστικού κύματος σε πολύπλοκη γεωμετρία
   - Εκτίμηση κατανομής μεγέθους θραυσμάτων κτιρίου από έκρηξη
   - Εκρήξεις σκόνης

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ (ΙΙΙ)

3. **ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**
   - Εφαρμογή μεθοδολογίας και μοντέλων για την ποσοτικοποίηση του κινδύνου από ατυχήματα σε συγκεκριμένους χώρους εργασίας.

4. **ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ**
   - Το ΕΑΣΒΑ θα συμμετάσχει σε ερευνητικά προγράμματα που αφορούν στην ασφάλεια κρίσιμων υποδομών (security) με σκοπό την αειφόρο ανάπτυξη της Ευρωπαϊκής Βιομηχανίας.

5. **ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ**
   - Πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση συστημάτων
   - Ανάπτυξη αλγορίθμων

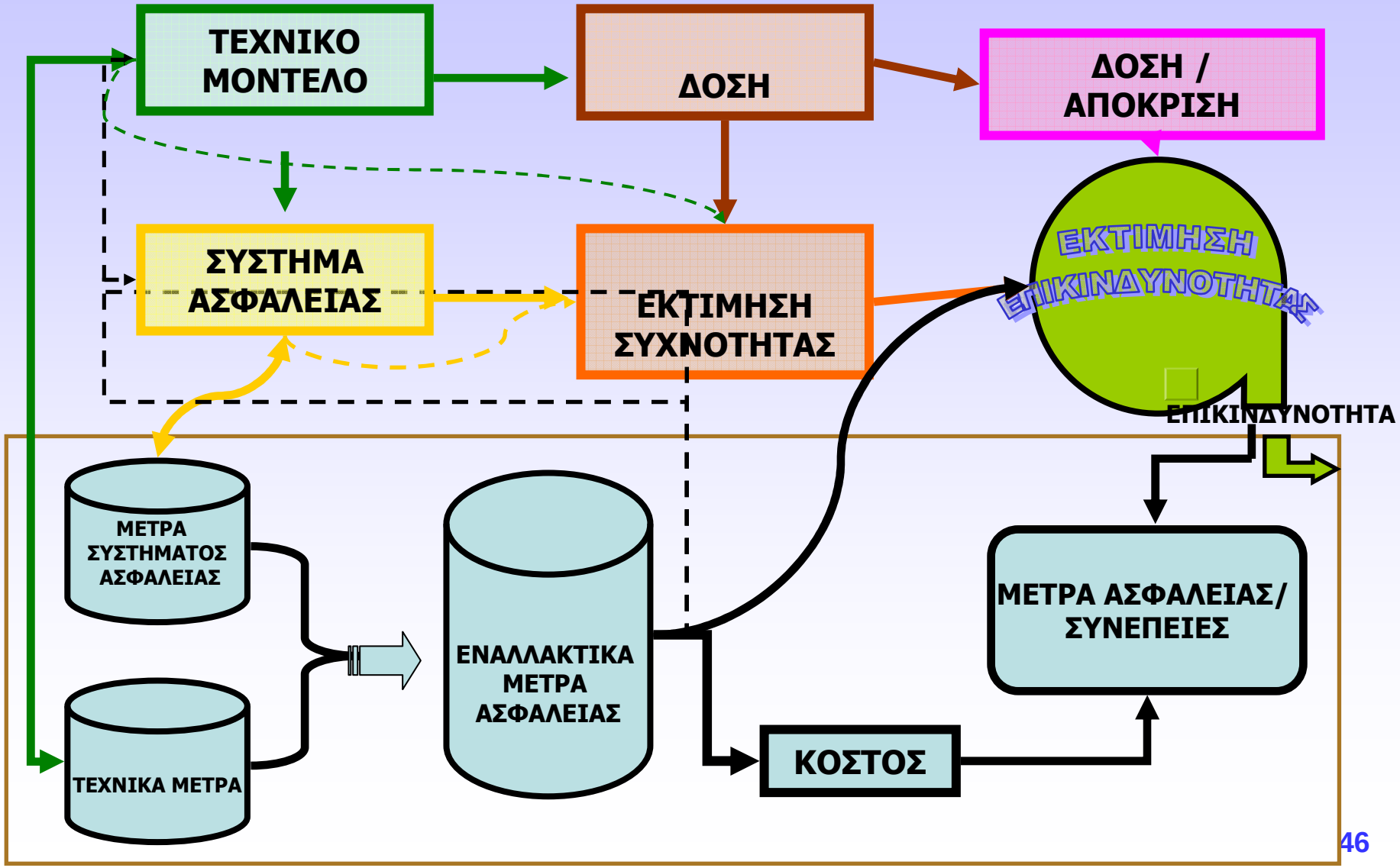
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ (IV)

6. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ

- Βελτίωση της κατανόησης του ρόλου του Ανθρώπινου Παράγοντα στην εξέλιξη ακολουθιών ατυχημάτων με χρήση και της Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality).
- Ανάπτυξη πιο λεπτομερών μοντέλων
- Διακριτοποίηση του ανθρώπινου λάθους σε επιμέρους γνωστικά λάθη (λάθους παρατήρησης, λάθους αντίληψης, λάθους διάγνωσης, λάθους εκτέλεσης)

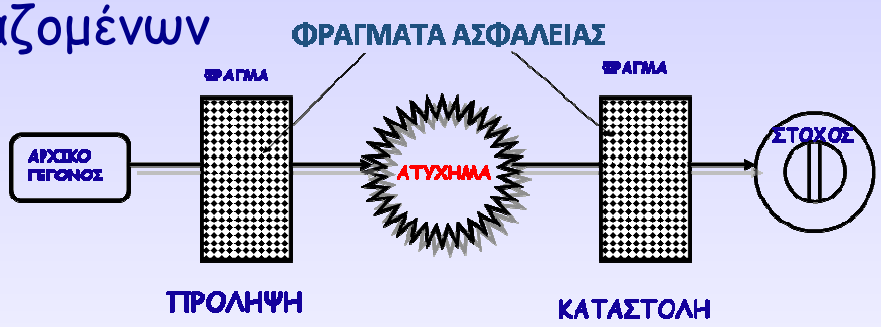
Σας ευχαριστούμε για την προσοχή σας!

ΜΟΝΤΕΛΟ ORM


ΤΕΧΝΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ
ΔΟΣΗ
ΔΟΣΗ / ΑΠΟΚΡΙΣΗ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ
ΜΕΤΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΚΟΣΤΟΣ
ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ/ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- Βάση δεδομένων εργατικών ατυχημάτων
  - πιθανότητες εμφάνισης των εναλλακτικών ενδεχομένων
  - ερωτηματολόγια εργαζομένων
  - φράγματα ασφαλείας
    - εξοπλισμός
    - διαδικασίες
    - διαχείριση



- Υπολογισμός κινδύνου τραυματισμού:
  - παροδικού
  - μόνιμου
  - θανατηφόρου

$$R_r = \sum_{i=1}^{I_r} \prod_{k=1}^{K_{I_r}} P\left(s_{n_k}^{i_{n_k}} \middle| b_{m_1}^{i_{m_1}}, b_{m_2}^{i_{m_2}}, \ldots, b_{m_{B_{n_k}}}^{i_{m_{B_{n_k}}}} \right)$$