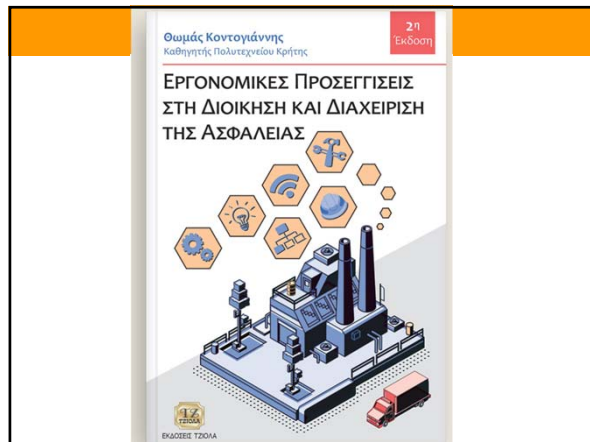




Εισαγωγή στα Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας (Safety Management Systems)

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Πρότυπα διασφάλισης ποιότητας & ασφάλειας

OSHA 18000 – SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS

ISO 9000 – TOTAL QUALITY MANAGEMENT

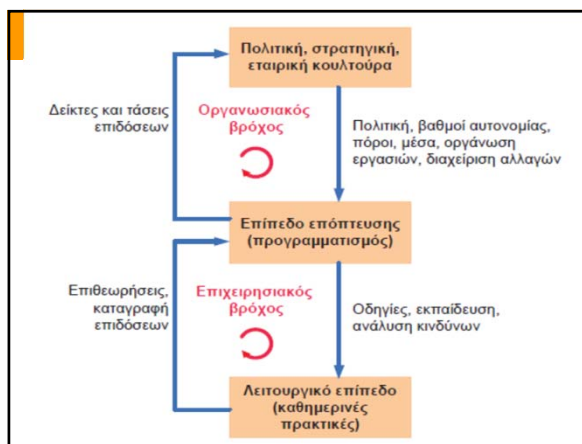
ISO 14000 – ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

PRODUCTIVITY MANAGEMENT

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- Μελέτες επαγγελματικού κινδύνου
- Μελέτες ασφάλειας
- Διερεύνηση ατυχημάτων
- Ανάπτυξη γραπτών διαδικασιών
- Σχέδια εκτάκτου ανάγκης
- Πληροφοριακά συστήματα
- Διαχείριση αλλαγών
- Εκπαίδευση προσωπικού
- Διαχείριση – Αξιολόγηση προσωπικού

ΠΥΛΩΝΕΣ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ



Δράσεις του Σ Δ Α

- Καθορίζει στόχους και προτεραιότητες, διευθετεί αδιέξοδα και διορίζει υπευθύνους
- Μετράει προόδους, μαθαίνει από την εμπειρία, δημιουργεί μια οργανωσιακή κουλτούρα
- Αναπτύσσει κανόνες καλής πρακτικής, τυποποιεί διαδικασίες, καθορίζει «βαθμούς ελευθερίας» και προβλέπει κινδύνους
- Συντονίζει ομάδες εργασίας, καλλιεργεί κλίμα συνεργασίας, καθορίζει διαύλους επικοινωνίας και επιθεωρεί χώρους
- Εφοδιάζει άτομα με απαραίτητα μέσα και ικανότητες για να επιτύχουν τους στόχους

Πολιτική ασφαλείας, στόχοι και προγραμματισμός

- Είναι η πολιτική για την ασφάλεια ορατή και προσιτή σε όλο το προσωπικό;
- Οι στόχοι ασφαλείας είναι σαφείς ώστε να αποφεύγονται παρεξηγήσεις;
- Οι στόχοι ασφαλείας μετρούνται και αναθεωρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα;
- Ποιοι στόχοι / προτεραιότητες αρχίζουν να απομακρύνονται από τα όρια ασφαλείας;
- Οι επόπτες είναι σε εγρήγορση όταν οι απαιτήσεις αυξάνονται υπερβολικά;
- Ποσό καλά ορίζονται οι αρμοδιότητες των εργαζομένων για την ασφάλεια;
- Υπάρχουν γραπτές πολιτικές και διαδικασίες που καλύπτουν όλες τις εργασίες;

Διαχείριση κινδύνων

- Υπάρχει διαδικασία για τον καθορισμό του τρόπου εντοπισμού των κινδύνων;
- Έχουν εντοπισθεί τυχόν χρονικές υστερήσεις και πολύπλοκες επιδράσεις;
- Υπάρχει ένα εμπιστευτικό σύστημα αναφορών;
- Πώς αξιολογούνται τα διορθωτικά μέτρα ως προς την αποτελεσματικότητά τους;
- Πώς αντιμετωπίζονται περιπτώσεις όπου παρακάμπτονται οι ασφαλιστικές δικλείδες;
- Πόσο τεκμηριωμένα είναι τα μέτρα πρόληψης και προφύλαξης;
- Συμμετέχουν οι εργαζόμενοι στη διαδικασία λήψης διορθωτικών ενεργειών

Διασφάλιση ή εγγύηση της ασφάλειας

- Ποιοί δείκτες απόδοσης μετρώνται για θέματα ασφάλειας; Υπάρχουν διαδικασίες που προωθούν την έγκαιρη αναγνώριση των κινδύνων;
- Πώς η διοίκηση αποφασίζει ποιες αναφορές πρέπει να εξετασθούν σοβαρά;
- Μπορεί η διερεύνηση συμβάντων να εντοπίσει τις λανθάνουσες συστημικές αστοχίες;
- Υπάρχει μια τεκμηριωμένη διαδικασία διαχείρισης των μετατροπών;
- Πόσο συχνά διεξάγονται επιθεωρήσεις και ποιές μέθοδοι χρησιμοποιούνται;
- Ποια είναι η διαδικασία για την αναφορά των αποτελεσμάτων των ελέγχων;

Εκπαίδευση και προώθηση της ασφάλειας

- Έχει αναλύσει η επιχείρηση τις ανάγκες κατάρτισης του προσωπικού;
- Είναι η επανεκπαίδευση και ο έλεγχος όλων των εργαζομένων επαρκής;
- Υπάρχει ένα φιλικό σύστημα για την αναφορά των περιστατικών ασφάλειας;
- Ανακοινώνονται οι πληροφορίες που σχετίζονται με την ασφάλεια;
- Διατίθεται επαρκής χρόνος για την επικοινωνία των πληροφοριών ασφάλειας ;
- Διανέμονται στο προσωπικό πληροφορίες για τους κινδύνους;

Θεσμικό πλαίσιο για την Υ Α Ε ΝΟΜΟΣ 3850/2010

- Ένα μεγάλο μέρος της σύγχρονης νομοθεσίας για την ΥΑΕ στην Ελλάδα συνίσταται κυρίως από προεδρικά διατάγματα τα οποία ενσωματώνουν τις διατάξεις της κοινοτικής οδηγίας, ιδιαίτερα μετά το 1996.
- Ο Νόμος 3850/2010 για τη ΥΑΕ περιλαμβάνει τις κυριότερες διατάξεις προγενέστερων νόμων καθώς επίσης και κάποιες βασικές διατάξεις ορισμένων προεδρικών διαταγμάτων.
- Στον νόμο αυτό παρέχονται γενικές αρχές για την πρόληψη των επαγγελματικών κινδύνων, την προστασία της ασφάλειας και υγείας, την εξάλειψη των επαγγελματικών ασθενειών, την ενημέρωση και τη συμμετοχή των εργαζομένων και των εκπροσώπων τους, την κατάρτιση του προσωπικού, κ.ά.

ΟΔΗΓΙΑ SEVESO II Βιομηχανικά Ατυχήματα Μεγάλης Έκτασης

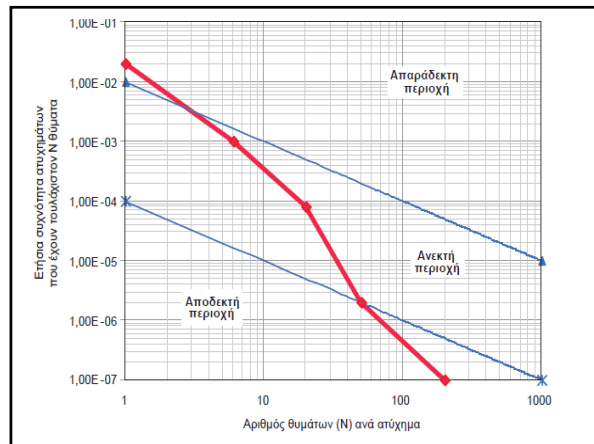
- Μεγάλος αριθμός θυμάτων και τραυματιών για τους οποίους απαιτείται ειδική νοσοκομειακή περίθαλψη.
- Μεγάλη πιθανότητα επέκτασης των επιπτώσεων και εκτός του χώρου της εγκατάστασης και δημιουργίας φαινομένου Domino.
- Για την αντιμετώπιση του ατυχήματος απαιτείται η συνεργασία πολλών ομάδων παρέμβασης (π.χ. πυροσβεστική, τροχαία, ασθενοφόρα, τοπικές αρχές).
- Καταστροφικές επιπτώσεις για το περιβάλλον από καύση ή υπερπίεση, ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους, ρύπανση νερών, κ.α.
- Μεγάλες οικονομικές επιπτώσεις.

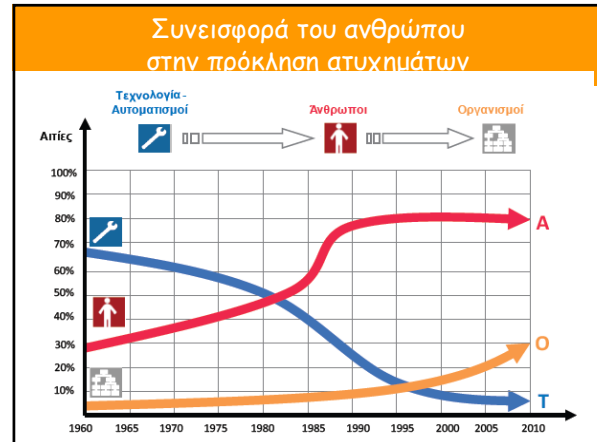
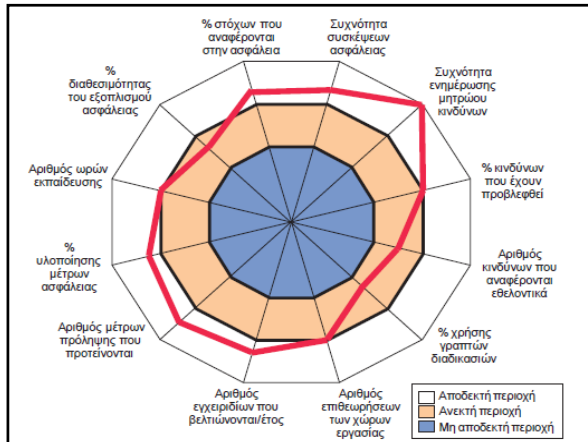
Στόχοι μέτρησης αποδόσεων ασφάλειας

- η διαπίστωση ότι η λειτουργία της εγκατάστασης δεν εγκυμονεί κινδύνους για το προσωπικό και την ευρύτερη κοινότητα
- η διαβεβαίωση των μετόχων της επιχείρησης ότι οι επενδύσεις που έγιναν απέφεραν κάποια αποτελέσματα
- η αξιολόγηση της προόδου που έχει γίνει από την τελευταία εφαρμογή των μέτρων πρόληψης
- η καταγραφή των εμποδίων στην εφαρμογή των μέτρων αυτών
- η θέσπιση νέων μέτρων για τη συνεχιζόμενη βελτίωση της ασφάλειας

Δείκτες μέτρησης ασφάλειας

- Δείκτες επιπτώσεων
 - ✓ Αριθμός θυμάτων ανά έτος
 - ✓ Ρυθμός θανατηφόρων περιστατικών
 - ✓ Καμπύλες ομαδικής διακινδύνευσης
- Προγνωστικούς δείκτες
 - ✓ Συχνότητα ενημέρωσης διαδικασιών
 - ✓ Αριθμός επιθεωρήσεων ανά έτος
 - ✓ Διαθεσιμότητα εξοπλισμού
 - ✓ Εκπαίδευση προσωπικού





Παραδοσιακός ορισμός της ασφάλειας SAFETY I

➤ **Ασφάλεια** είναι η κατάσταση της επιχείρησης στην οποία δεν εμφανίζονται απώλειες από δυσμενείς επιπτώσεις τυχόν κινδύνων.

➤ Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι η απουσία απωλειών ή ατυχημάτων δε διασφαλίζει ότι αυτή η κατάσταση θα συνεχίζεται επι μακρόν καθόσον κάποια επικίνδυνα γεγονότα μπορεί να έχουν ήδη ξεκινήσει χωρίς να παρέχουν όμως συγκεκριμένες ενδείξεις για μελλοντική εμφάνισή τους.

Συμπληρωματικός ορισμός της ασφάλειας SAFETY II

- **Ασφάλεια** είναι η ικανότητα της επιχείρησης να σχεδιάζει και να υλοποιεί προγράμματα (π.χ. ΣΔΑ) που διασφαλίζουν τη διατήρηση των λειτουργιών της ενάντι κάθε κινδύνων.
- Η συζήτηση για το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας είναι επομένως χρήσιμη για να ορίσουμε τις ικανότητες της επιχείρησης που θα διασφαλίζουν την ευημερία της έναντι κάθε κινδύνου που έχει ή μπορεί να εμφανισθεί.

Κεφάλαιο 2 Πλαίσια Θεώρησης της ασφάλειας

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

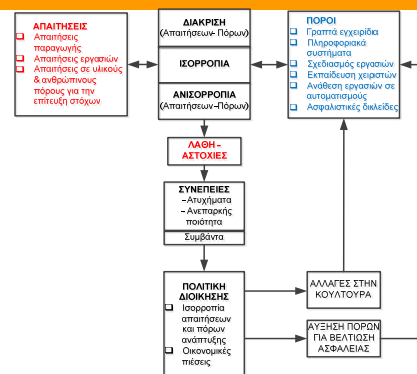
Αιτίες ατυχημάτων σε πετροχημικές εγκαταστάσεις

4% Εξωτερικά γεγονότα
13% Αστοχίες εξοπλισμού
20% Λάθη χειρισμού
18% Παραβιάσεις χειριστών
8% Παραλείψεις ενεργειών
7% Ελλιπή εγχειρίδια εργασίας
6% Ανεπαρκής συντήρηση εξοπλισμού
8% Ανεπαρκής σχεδιασμός εξοπλισμού
4% Ανεπαρκής επίβλεψη
3% Ατελείς επιθεωρήσεις
9% Άλλοι οργανωτικοί παράγοντες

Ενεργές και λανθάνουσες αστοχίες

- **Ενεργές αστοχίες (active failures)**- λάθη που έχουν άμεσες αποσταθεροποιητικές επιπτώσεις στο σύστημα εργασίας.
- Γίνονται από αυτούς που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το σύστημα και σχετίζονται με την εφαρμογή παρακαμπίριων λύσεων ή την καταστράτηγηση των ασφαλιστικών δικλίδων
- **Λανθάνουσες αστοχίες (latent failures)** - αποφάσεις της διοίκησης των οποίων οι επιβλαβείς συνέπειες μπορούν να υποβόσκουν για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Οι λανθάνουσες αστοχίες είτε υποβοηθούν την εκδήλωση ενεργών αστοχιών (π.χ. ανθρώπινα λάθη) με τη δημιουργία ανασφαλών συνθηκών, είτε καθιστούν ανενεργές τις ασφαλιστικές δικλίδες, είτε μεγιστοποιούν τις επιβλαβείς επιπτώσεις των αστοχιών.

Μοντέλο απαιτήσεων - πόρων

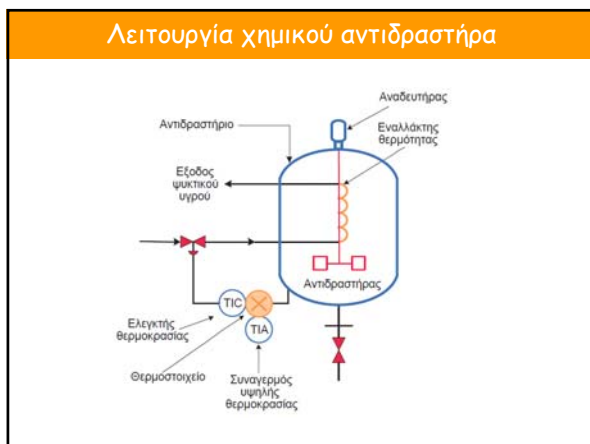




ΕΚΡΗΞΗ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟ ΑΝΙΔΡΑΣΤΗΡΑ

➤ Κατά τη συντήρηση ενός αντιδραστήρα, το συνεργείο παρέλειψε να κάνει μια εργασία με αποτέλεσμα η αντλία κυκλοφορίας του ψυκτικού μέσου να υπολειπουργεί. Στην αίθουσα ελέγχου, οι χειριστές δεν αντελήφθησαν τη μικρή παροχή ψυκτικού μέσου και όταν εντόπισαν την υψηλή θερμοκρασία του αντιδραστήρα ήταν αργά. Αυτό οδήγησε σε μια εξώθερμη αντίδραση.

- ✓ Το όργανο ένδειξης της παροχής ψυκτικού δεν είχε επανασυνδεθεί
- ✓ Δεν υπήρχε Low-level ALARM
- ✓ Δεν υπήρχε εφεδρική αντλία για την ψύξη του αντιδραστήρα



Ενδογενείς παράγοντες του ατυχήματος

➤ Οι συντηρητές δεν θυμήθηκαν να κάνουν μια απομονωμένη εργασία

➤ Απροσεξία

➤ Ανεπαρκείς γνώσεις συντήρησης

➤ Πρότυπα συνήθειας (η συγκεκριμένη αντλία ήταν διαφορετικού τύπου από τις συνηθισμένες αντλίες)

➤ Δεν χρησιμοποίησαν τα εγχειρίδια εργασίας

Εξωγενείς παράγοντες του ατυχήματος

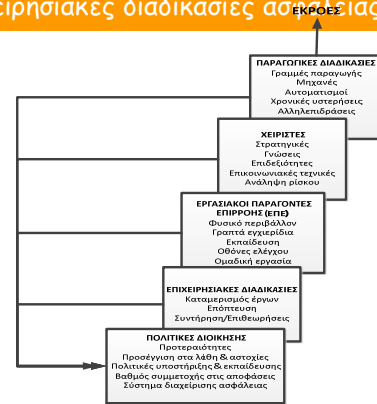
Ανεπαρκής οργάνωση

- Υπερβολικός φόρτος εργασίας
- Υπερβολικός θόρυβος
- Κακή συντήρηση οργάνου παροχής ψυκτικού μέσου
- Ανεπαρκή εγχειρίδια συντήρησης

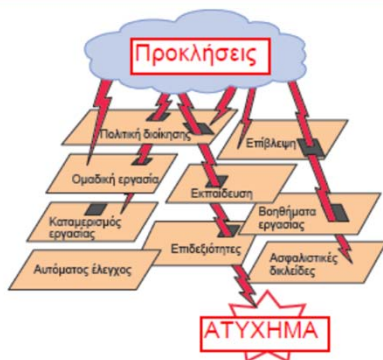
Αφιλόξενα συστήματα

- Δεν έγινε ανάλυση επικινδυνότητας
- Δεν υπήρχε εφεδρική αντλία
- Δεν υπήρχαν συναγεμιοί χαμηλής παροχής
- No work permits

Επιχειρησιακές διαδικασίες ασφάλειας

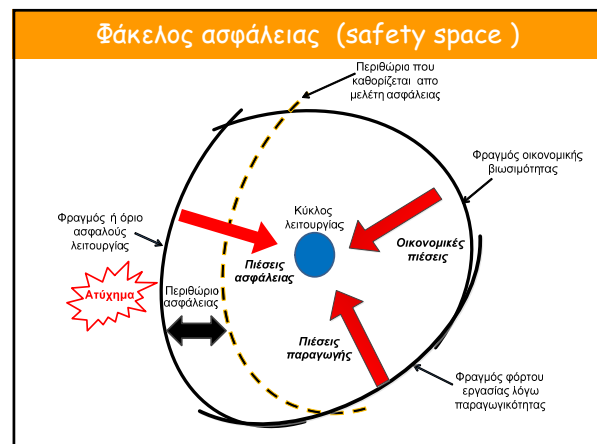
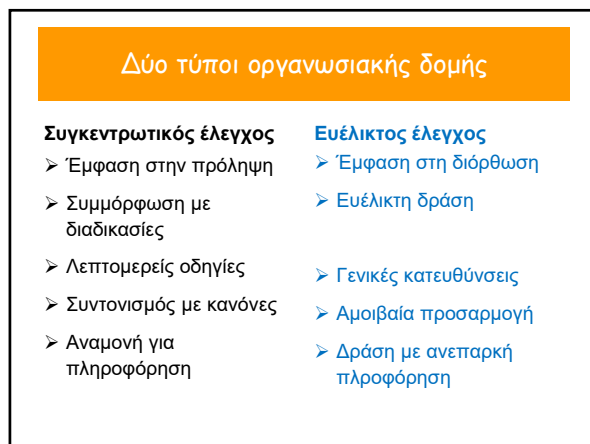


Το μοντέλο του ελβετικού τυριού (Swiss Cheese model)



Διαπιστώσεις μοντέλου Swiss Cheese

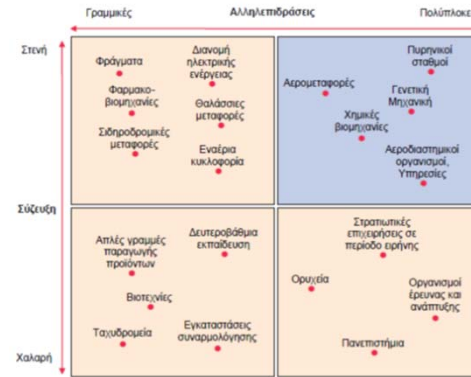
- Η πιθανότητα ενός ατυχήματος είναι συνάρτηση του αριθμού των παθογενειών που ενυπάρχουν στο σύστημα
- Όσο πιο σύνθετο και αδιαφανές είναι ένα σύστημα, τόσο περισσότερες παθογένειες μπορεί να περιλαμβάνει
- Σε απλά συστήματα, που έχουν λίγες ασφαλιστικές δικλίδες, ακόμη και λίγες παθογένειες μπορεί να επιτρέψουν να προκληθεί ένα ατύχημα
- Όσο υψηλότερα βρίσκεται ένα άτομο στην ιεραρχική δομή ενός οργανισμού τόσο μεγαλύτερες είναι οι ευκαιρίες να προξενήσει παθογένειες
- Τα πυροδοτικά γεγονότα είναι αρκετά δύσκολο να προβλεφθούν, ενώ οι παθογένειες μπορούν να εντοπισθούν και εξαλειφθούν ευκολότερα



Στην προσέγγιση αυτή, η ασφάλεια συστημάτων μπορεί να βελτιωθεί ως εξής:

- Αυξάνοντας τα όρια του φακέλου ασφαλείας και κάνοντας πιο χαλαρούς τους περιορισμούς στην παραγωγικότητα και στην κερδοφορία
- Λειτουργώντας το σύστημα κοντά στα όρια ασφαλείας, αλλά περιορίζοντας τον αριθμό των παρακαμπτήριων και καινοτόμων λύσεων (δηλαδή, μικρότερος κύκλος λειτουργίας), ώστε να μπορεί να προβεί σε διορθωτικές κινήσεις που επαναφέρουν το σύστημα μέσα στα όρια ασφαλείας.
- Λειτουργώντας το σύστημα αρκετά μακριά από τα όρια ασφαλείας

Θεωρία Κανονικών Ατυχημάτων (Perrow)



Σχέσεις αλληλεπιδράσεις και σύζευξης

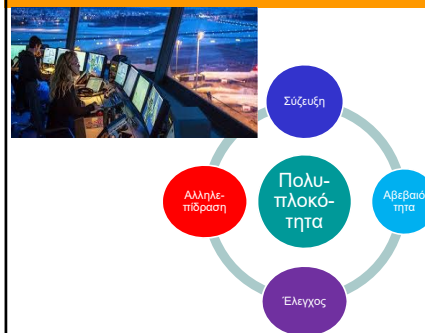
Σύνθετη αλληλεπιδράση

- Πολλές κοινές διασυνδέσεις μεταξύ των στοιχείων οι οποίες δεν είναι πάντα γνωστές στους χειριστές
- Μικρή δυνατότητα απομόνωσης των στοιχείων που έχουν αστοχήσει
- Μικρή δυνατότητα αντικατάστασης του προσωπικού εξαιτίας της εξειδίκευσης
- Μη γραμμικές σχέσεις δράσεων και αποτελεσμάτων

Σφικτή σύζευξη

- Οι εργασίες είναι στενά συνδεδεμένες γεγονός που οδηγεί σε καθυστερήσεις από προβλήματα προγενέστερων εργασιών
- Υπάρχουν λίγες επιλογές για την επίτευξη των στόχων, γεγονός που δημιουργεί μικρή ευελιξία
- Τα περιθώρια διορθωτικών κινήσεων είναι περιορισμένα
- Επιτρέπονται μικρές αναπροσαρμογές στον εξοπλισμό και στο προσωπικό

4C model



Συνθετότητα στον εναέριο χώρο

ΣΥΝΘΕΤΟΤΗΤΑ	ΣΧΟΛΙΑ
Αριθμός εργασιών, εντολών πληροφοριών και εργαλείων	- Ο ελεγκτής μπορεί να διαχειρίζεται πολλά α/φη (n=15) - Μπορεί να δίνει οδηγίες σε πολλαπλά πληρώματα
Αλληλεπιδράσεις εργασιών, χειριστών, και ομάδων	- Ο διαχωρισμός δύο αφών μπορεί αργότερα να προκαλέσει εμπλοκές αλλού. - Ενας τομέας μπορεί να 'περάσει' τα α/φη νωρίτερα στον επόμενο τομέα και να αυξήσει τον φόρτο
Μη-γραμμικές σχέσεις	Οι σχέσεις φαίνονται να είναι αρκετά γραμμικές αλλά ταυτόχρονα 'ευάλωτες' σε ξαφνικές ή απρόσμενες κινήσεις των πληρωμάτων ή γεγονότα και βλάβες
Ευκολία πρόβλεψης αποτελέσματος εργασίας	- Απαιτείται πολύ καλή αντίληψη και προσοχή για την πρόβλεψη της καλύτερης σειράς άφιξης αφών στο αεροδρόμιο - Η ευκολία πρόβλεψης επηρεάζεται από καιρικά φαινόμενα που ματεκινούνται

Σύζευξη στον εναέριο χώρο

ΣΥΖΕΥΞΗ	ΣΧΟΛΙΑ
Χρονικά περιθώρια δράσης και διόρθωσης	Μικρά χρονικά περιθώρια δράσης (σύστημα με ταχεία απόκριση)
Ορατότητα και παρατηρητικότητα εργασιών και συστημάτων	- Οι εργασίες είναι ορατές από τα άλλα μέλη της ομάδας που ανιχνεύουν προβλήματα - Το σύστημα είναι 'ανοικτό' και κάποιος μπορεί να κρυφακούσει
Βαθμοί ελευθερίας	Είναι αρκετοί γιατί ο ελεγκτής μπορεί κατευθύνει το α/φ σε πολλά σημεία/αεροδρόμια
Εφεδρικά συστήματα	Υπάρχουν αρκετές εφεδρίες στην τηλεπικοινωνία και την παρακολούθηση της κυκλοφορίας (ραντάρ)
Προειδοποιητικά συστήματα, φραγμοί, ασφαλιστικές δικλίδες	- Προειδοποίηση για παραβίαση των ελαχίστων διαχωρισμού - Traffic collision avoidance system

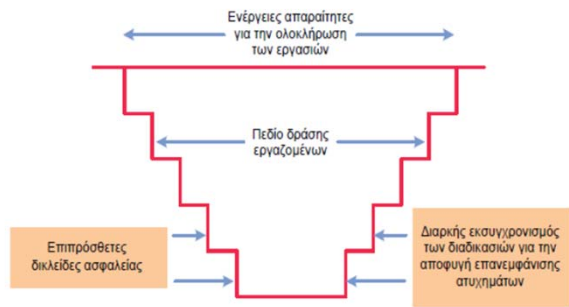
Έλεγχος στον εναέριο χώρο

ΕΛΕΓΧΟΣ	ΣΧΟΛΙΑ
Αντιπαλότητες στόχων	- Ο ελεγκτής μπορεί να δώσει οδηγίες ενάντια στην οικονομία καυσίμου - Διαφορετικές ομάδες ελεγκτών μπορεί να έχουν ανταγωνιστικούς στόχους - Μικρές αλλαγές σε πολλά α/φ ν/ς μεγάλη αλλαγή σε ένα α/φ
Συγκεντρωτικός ν/ς Αποκεντρωτικός έλεγχος	- Συγκεντρωτικός έλεγχος - (1) Οδηγίες, (2) τυποποίηση εργασιών (3) κουλτούρα - Αποκέντρωση έχει την μορφή πρωτοβουλιών και βαθμών ελευθερίας - Αριστη εκπαίδευση των ελεγκτών είναι μια καλή βάση για αποκέντρωση
Προβλεπτικός ν/ς Ανατροφοδοτικός έλεγχος (feedforward/feedback)	- Ο έλεγχος γίνεται με μικρά βήματα και βασίζεται στην ανατροφοδότηση - Μεγάλα σχέδια δράσης βασισμένα στην πρόβλεψη γίνονται στην αρχή βάρδιας
Διατήρηση ν/ς Αλλαγή στόχων	

Αβεβαιότητα στον εναέριο χώρο

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ	ΣΧΟΛΙΑ
Ελλιπής/ανεπαρκής/καθυστερημένη πληροφόρηση	- Το σχέδιο πτήσης είναι ελλιπές (π.χ., από ερασιτέχνη πιλότο) - Δυσλειτουργία του ραντάρ - Τα πληρώματα αποκρύπτουν ή αργούν να μεταδώσουν πληροφορίες
Αναξιοπιστή πληροφόρηση	- Αναξιοπιστο δελτίο καιρού ή μετακίνηση καιρικών φαινομένων - Αναξιοπιστες πληροφορίες από πληρώματα αφών
Αντιφατική πληροφόρηση	Το πλήρωμα δίνει πληροφορίες σε αντίθεση με την απεικόνιση του ραντάρ
Άσχετες πληροφορίες (noise)	- Άσχετες προφορικές επικοινωνίες που δεν βοηθούν - Αλλαγές στην χρήση του φίλτρου απεικόνισης αφών

Αλλαγές στο πεδίο δράσης των χειριστών



Κεφάλαιο 3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανθρώπινη αξιοπιστία

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Που χρειάζονται οι παράγοντες ΕΠΕ

- ✓ Στην επιθεώρηση των Συστημάτων Διείρισης Ασφάλειας (safety audits)
- ✓ Στην ανάλυση ατυχημάτων
- ✓ Στην ανάλυση των συνθηκών εργασίας και τον ποσοτικό προσδιορισμό των ανθρωπίνων λαθών
- ✓ Στην επιλογή μέτρων πρόληψης και προστασίας

Μηχανική & ανθρώπινη αξιοπιστία

Μηχανική αξιοπιστία αντλίας

- Τύπος & θερμοκρασία υγρού άντλησης
- Συντήρηση αντλίας
- Περιβάλλον διάβρωσης
- Μηχανισμοί ασφαλείας
- Χειρισμοί ατόμων

Ανθρώπινη αξιοπιστία

- Φόρτος εργασίας
- Περιβάλλον (π.χ. θερμοκρασία, θόρυβος)
- Εμπειρία ατόμων/ βοηθήματα
- Μηχανισμοί ασφαλείας
- Ημερήσιες διακυμάνσεις επιδόσεων

Υπάρχει εκμηδένιση των ατυχημάτων με τη βελτιστοποίηση των παραγόντων ΕΠΕ ;

- Θετικές επιδράσεις βελτιστοποίησης ΕΠΕ
 - ✓ Συνθήκες εργασίας υποστηρίζουν την πρόληψη ατυχημάτων και τη διόρθωση λαθών από συναδέλφους
 - ✓ Τυχόν λάθη και οι αστοχίες εντοπίζονται γρήγορα
 - ✓ Μαθαίνουν από τις αστοχίες άλλων συναφών οργανισμών
- Αβεβαιότητα πολύπλοκων συστημάτων
 - ✓ Μεταβλητότητα στις επιδόσεις των εργαζομένων
 - ✓ Απρόβλεπτα γεγονότα μπορεί να συμβούν
 - ✓ Η σύζευξη και πολυπλοκότητα των εγκαταστάσεων δεν αφήνουν αρκετά χρονικά περιθώρια διόρθωσης

Εκτίμηση επιδράσεων με χρήση γραμμικών δεικτών

Είναι δυνατόν να υπολογισθεί ένας γραμμικός δείκτης επίδρασης (x) βάσει της αξιολόγησης των παραγόντων ΕΠΕ από μια επιθεώρηση ασφάλειας τέτοιος ώστε:

$$x = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot z_i) \quad \text{για} \quad z_i = \begin{cases} (-1) & \text{ευμενής επίδραση} \\ (0) & \text{ουδέτερη επίδραση} \\ (+1) & \text{δυσμενής επίδραση} \end{cases}$$

Όπου,

i: (1...n) παράγοντες ΕΠΕ

w_i: σχετική βαρύτητα της επίδρασης κάθε παράγοντα ΕΠΕ (%)

z_i: επίδραση κάθε ΕΠΕ στο συμβάν αναφοράς

Για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση που έγινε η επιθεώρηση ασφάλειας, η συχνότητα εμφάνισης του συμβάντος αναφοράς (f) μπορεί να υπολογισθεί από το δείκτη επίδρασης (x) και τη διάμεσο της κατανομής της συχνότητας που διατίθεται στη βάση δεδομένων ως εξής:

$$\log f = a + b \cdot x$$

Η ίδια εξίσωση ισχύει και για τη διάμεσο της συχνότητας:

$$\log f_o = a + b \cdot x_o$$

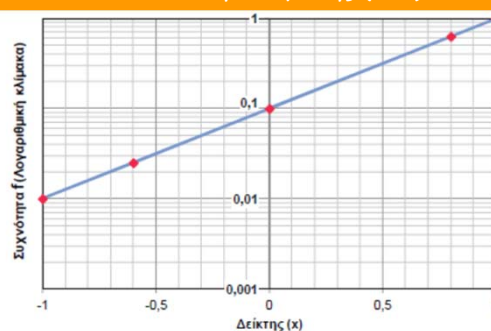
Ωστόσο, ο δείκτης επίδρασης εδώ μηδενίζεται (x_o=0) επειδή αναφέρεται σε μέτρες τιμές επιδόσεων των παραγόντων ΕΠΕ (z_o=0) και επομένως ισχύει:

$$\log f = \log f_o + b \cdot x \quad \text{ή} \quad \frac{f}{f_o} = b \cdot 10^x$$

Υπολογισμός συχνοτήτων ενός συμβάντος σε δύο εγκαταστάσεις Α - Β

Παράγοντες	w _i	Βαθμολόγηση παραγόντων ΕΠΕ (z _i)				
		Μέρος Α	Μέρος Β	5 %	Διάμεσος	95%
ΕΠΕ1	0,2	1	-1	-1	0	1
ΕΠΕ2	0,2	1	0	-1	0	1
ΕΠΕ3	0,2	0	-1	-1	0	1
ΕΠΕ4	0,2	1	-1	-1	0	1
ΕΠΕ5	0,2	1	0	-1	0	1
Δείκτης (x)		0,8	-0,6	-1	0	1
Συχνότητες (f) συμβάντος		0,63	0,025	0,01	0,1	1

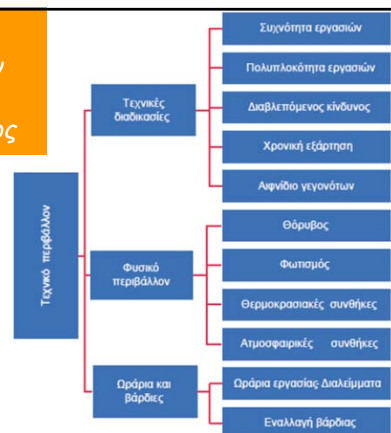
Γραμμική σχέση μεταξύ συχνότητας συμβάντος και δείκτη επίδρασης (b=1)



Σύνοψη παραγόντων ΕΤΕ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- Τεχνικές διαδικασίες - Φυσικό περιβάλλον εργασίας - Ωράρια και βάρδιες εργασίας	- Εμπειρία - Προσωπικότητα - Φυσική κατάσταση και ηλικία
ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ
- Σχεδίαση εξοπλισμού - Σχεδίαση πινάκων ελέγχου - Βοηθήματα / εγχειρίδια εργασίας - Εκπαίδευση	- Ομαδική εργασία και επικοινωνίες - Πολιτικές διοίκησης

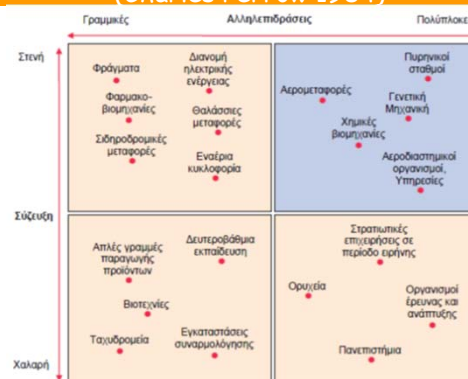
Ταξινόμηση παραγόντων τεχνικού περιβάλλοντος



Πολυπλοκότητα εργασιών

- Συνθετότητα εργασιών
 - ✓ Αριθμός και αλληλεπίδραση εργασιών
 - ✓ Θόρτος πληροφοριών
 - ✓ Τύπος εργασιών (π.χ. εργασίες ρουτίνας & λήψης αποφάσεων)
 - ✓ Βαθμός εξειδίκευσης προσωπικού
- Σύζευξη εργασιών
 - ✓ Σφικτές ή χαλαρές διασυνδέσεις
 - ✓ Χρονικά περιθώρια δράσης
 - ✓ Βαθμοί ευελιξίας των χειριστών
 - ✓ Πιθανές εφεδρείες προσωπικού και εξοπλισμού

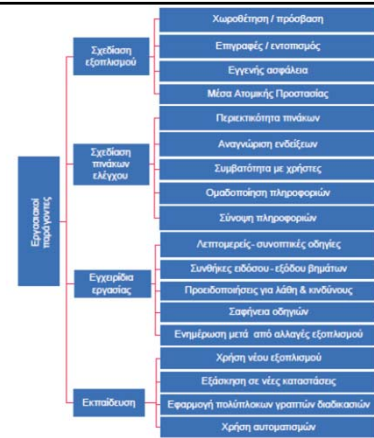
Σχέσεις σύζευξης και αλληλεπίδρασης (Charles Perrow 1984)



Επιπτώσεις δυσμενών φυσικών παραγόντων

- Παραλήψεις ενεργειών για την ελαχιστοποίηση του χρόνου έκθεσης σε δυσμενές εργασιακό περιβάλλον
- Έλλειψη αυτοσυγκέντρωσης (π.χ. υψηλός θόρυβος)
- Απόσταση προσοχής
- Παρεμπόδιση επικοινωνιών
- Εκνευρισμός - κόπωση
- Επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων

Ταξινόμηση εργασιακών παραγόντων



Κακός σχεδιασμός πινάκων & προϊόντων



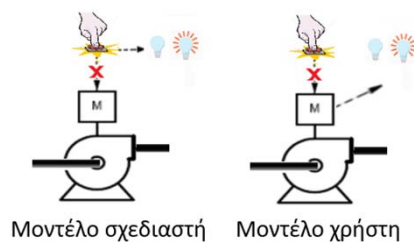
Αρχές «εγγενούς ασφάλειας»

- **Αντικατάσταση** υλικών από λιγότερο επικίνδυνα υλικά ή μεθόδους και τεχνικές που είναι από τη φύση τους πιο ασφαλείς
- **Απλούστερος σχεδιασμός** μηχανών, με μικρότερες πιθανότητες αστοχιών ή ανθρωπίνων λαθών
- **Εξασθένηση κινδύνων** με χρήση κατάλληλων διατάξεων και κατασκευών, ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο των αλυσιδωτών γεγονότων
- **Αποκλεισμός κάθε παράκαμψης** των ασφαλιστικών δικλίδων και ακατάλληλων ενεργειών σε εργασίες συναρμολόγησης
- **Ανοχή** σε ακατάλληλες ενέργειες του προσωπικού

Σχεδίαση πινάκων και οθονών ελέγχου

- Περιεκτικότητα πινάκων ελέγχου (π.χ. πολλές πληροφορίες προκαλούν υπερφόρτωση ενώ λίγες δε βοηθούν)
- Αναγνώριση ενδείξεων (π.χ. $FPA = -3.3$ $V/S = -33$)
- Συμβατότητα λειτουργίας ενδείξεων & χειριστήριων σύμφωνα με στερεότυπα πληθυσμού (π.χ. ρύθμιση κατά τη φορά του ρολογιού σημαίνει μείωση τιμής)
- Ομαδοποίηση πληροφοριών σε διαφορετικές οθόνες (π.χ. ομαδοποίηση σύμφωνα με τόπο, αλληλεπίδραση ή λειτουργία)
- Σύνοψη κρίσιμων πληροφοριών και προβολή σε ξεχωριστό πίνακα

Ασυμβατότητα σχεδιαστού και χρήστη



Air Inter Flight 148 (μικρά όργανα στο πιλοτήριο της Airbus)



Γωνία προσβολής
FPA
-3.3

Ρυθμό Καθόδου
V/S
-33

- Ο πιλότος ήθελε γωνία προσβολής 3.3 (ήτοι 800ft/min)
- Κατά λάθος βρίσκεται σε mode «ρυθμού καθόδου» και πληκτρολογεί -33 (3000ft/min)
- Το αεροσκάφος προσγειώνεται με υπερβολική ταχύτητα καθόδου

Αναλογικοί και ψηφιακοί πίνακες ελέγχου



Αναλογικοί και ψηφιακοί πίνακες ελέγχου

Αναλογικοί πίνακες

- Δεν μπορούν να τροποποιηθούν μετά
- Μεγαλύτερο εύρος σκαναρίσματος
- Παράλληλη επεξεργασία πληροφοριών
- Ευκολότερη αναγνώριση διαταράξεων
- Διευκολύνει την ομαδική εργασία

Ψηφιακοί πίνακες

- Δυνατότητα τροποποίησης από χρήστες
- Λιγότερες πληροφορίες ανά οθόνη
- Σειριακή επεξεργασία πληροφοριών
- Δυσκολότερη αναγνώριση διαταράξεων
- Κάθε χρήστης είναι απομονωμένος σε ένα τερματικό

Γραπτές διαδικασίες - Βοηθήματα

Λεπτομερείς- συνοπτικές οδηγίες

Συνθήκες εισόδου- εξόδου βημάτων

Προειδοποιήσεις για λάθη & κινδύνους

Σαφήνεια οδηγιών

Ενημέρωση μετά από αλλαγές εξοπλισμού

Υπόδειγμα καταλόγου ελέγχου

Emergency Procedures	
Challenge	Response
ENGINE FAILURE DURING TAKEOFF ROLL	
Throttle	IDLE
Brakes	APPLY
Wing Flaps	RETRACT
Mixture	IDLE CUT-OFF
Fuel Shutoff Valve	PULL OFF
Magnetos Switch	OFF
Master Switch	OFF
ENGINE FAILURE IMMEDIATELY AFTER TAKEOFF	
Airspeed	Open up AS ASAP
Mixture	IDLE CUT-OFF
Fuel Shutoff Valve	PULL OFF
Magnetos	OFF
Wing Flaps	AS REQUIRED
Master Switch	OFF
ENGINE FAILURE IN FLIGHT	
Item for Best Glide	AS KIAS
Pick Suitable Landing Site	
Fly Toward Landing Site	
Fuel Selector	BOTH
Fuel Shutoff Valve	IN
Mixture	AS REQUIRED
Fuel Pump	ON
Magnetos	ON / BOTH

Υπόδειγμα γραπτών διαδικασιών

IMPAIRED OR CRACKED WINDSHIELD

Associated Windshield Heating OFF
IF only the outer layer (glass) is cracked, no action required

IF inner layer of glass is cracked, proceed as follows:

Coolpit door CLOSE
Maximum altitude 10,000 FT. OR MEA,
WHICHEVER IS HIGHER

Pressurization Manual
Controller 1 O'CLOCK POSITION

Wait 10 seconds

Pressurization Mode Selector MAN
Cabin IP SET EQUAL TO 1 PSI
Note: Pressurization Manual Controller must be used to set and maintain Cabin at 1 psi while descending.

IF forward view through both wind screens is impossible, secure loose objects in cockpit and proceed.

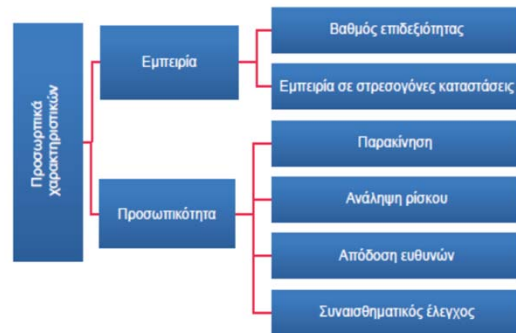
Direct vision window REMOVE

Landing must be made by looking through direct vision window.

Γιατί οι χειριστές δεν χρησιμοποιούν σωστά τα εγχειρίδια εργασίας ;

- Τα εγχειρίδια/βοηθήματα δεν είναι Συμβατά με τον τρόπο που οι εργασίες εκτελούνται στην πράξη
- Δεν παρέχονται επεξηγήσεις για την προτεινόμενη σειρά ενεργειών
- Τα εγχειρίδια δεν είναι ενημερωμένα για αλλαγές του εξοπλισμού
- Ανάπτυξη εγχειριδίων για νομοθετική κάλυψη εταιρειών
- Δυσκολίες περιγραφής πολύπλοκων εργασιών

Ταξινόμηση προσωπικών χαρακτηριστικών

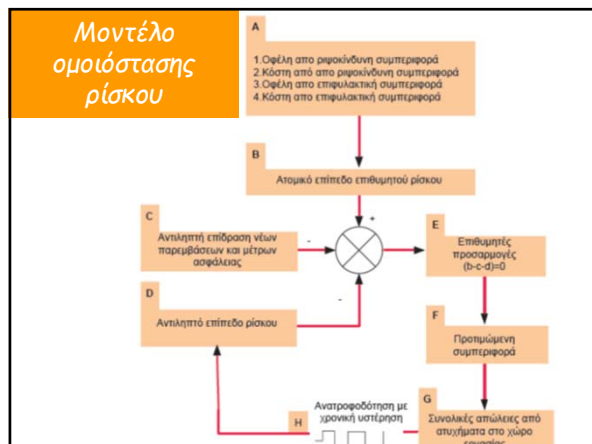


Χαρακτηριστικά προσωπικότητας

- Προσωπικότητα **τύπου Α** (π.χ. βιαστικός, ακούραστος, υψηλοί στόχοι) και **τύπου Β** (π.χ. χαλαρός, χαμηλοί στόχοι)
 - ✓ **Τύπος Α** έχει περισσότερα κίνητρα και αναπτύσσει περισσότερες δεξιότητες
 - ✓ **Τύπος Β** δεν εξελίσσεται αλλά είναι αποτελεσματικός κάτω από άγχος
- Εσωστρεφή και εξωστρεφή άτομα
 - ✓ **Εσωστρεφή άτομα** αισθάνονται υπεύθυνοι για τις πράξεις τους, προσπαθούν πολύ, είναι καλύτεροι σε δύσκολες καταστάσεις αλλά σπανίως αναζητούν βοήθεια
 - ✓ **Εξωστρεφή άτομα** υποθέτουν ότι δεν είναι άμεσα υπεύθυνοι για το πρόβλημα αλλά κάνουν καλές συνεργασίες με συναδέλφους

Ερωτηματολόγιο για προδιαθέσεις και εμπλοκή σε ατυχήματα

- Βαθμός ανάληψης ρίσκου
- Αριθμός ατυχημάτων που ενεπλάκησαν
- Αντίληψη ότι η φύση των ατυχημάτων είναι τυχαία
- Χρήση μέσων ατομικής προστασίας
- Στάση απέναντι στο τμήμα ΥΑΕ



- Ενδείξεις ότι η θεωρία της ομοιότητας έχει περιορισμένη εφαρμογή**
- οι εργαζόμενοι είναι επαγγελματίες σε αντίθεση με τους οδηγούς
 - ένα ενδεχόμενο ατύχημα στη βιομηχανία έχει υψηλότερο κόστος συνεπειών από ότι στην οδήγηση
 - είναι δυσκολότερο να εκτιμηθεί η μείωση επικινδυνότητας που προκαλείται από ένα μέτρο βελτίωσης σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον
 - τα μέτρα βελτίωσης μπορεί να σχεδιάζονται από τους ίδιους χειριστές για να διασφαλίσουν τον έλεγχο των κινδύνων
 - οι μηχανισμοί επόπτευσης σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον μπορούν να εμποδίσουν ριψοκίνδυνες ενέργειες
 - οι προσαρμογές που αυξάνουν την απόδοση δεν οδηγούν αναγκαστικά τον εργαζόμενο να λειτουργήσει το σύστημα κοντά στα όρια ασφαλείας
 - είναι δύσκολο για τον εργαζόμενο να φτάσει σε ένα αποδεκτό επίπεδο ρίσκου με βάση μια γενική γνώση για τον ρυθμό ατυχημάτων σε ένα βιομηχανικό κλάδο - ίσως επειδή υπάρχουν σημαντικές



- Παράδειγμα κακών επικοινωνιών στην περίπτωση πτώσης α/φους Helios**
- Το αεροσκάφος εισήλθε στον Ελληνικό εναέριο χώρο χωρίς το πλήρωμα να έχει μιλήσει με το κέντρο ελέγχου της Αθήνας, και συνέχισε σιωπηλά την πορεία του για μισή ώρα, χωρίς να γίνει αντιληπτό το πρόβλημα που αντιμετώπιζε.
 - Οι ελεγκτές στο αεροδρόμιο Λάρνακας είχαν υποπτευθεί ότι κάποιο πρόβλημα υπήρχε με την πτήση αυτή επειδή όλες οι προσπάθειες που είχαν κάνει για να μιλήσουν στη ραδιοσυχνότητα με το πλήρωμα είχαν αποτύχει. Παρόλα αυτά, δεν ανέφεραν τις υποψίες τους στο Κέντρο Ελέγχου Περιοχής (ΚΕΠ) της Αθήνας κατά την μεταβίβαση της πτήσης στον Ελληνικό χώρο.
 - Ανέφεραν απλά ότι το πλήρωμα δεν απάντησε στην κλήση τους, γεγονός που συμβαίνει αρκετές φορές όταν τα πληρώματα είναι απασχολημένα με κάποια ζητήματα. Οι ελεγκτές στη Λάρνακα συνέχισαν να επικοινωνούν με το ΚΕΠ Αθηνών για αρκετή ώρα, παρόλο που ο έλεγχος είχε μεταβιβασθεί επισήμως στην Αθήνα. Ποτέ όμως δεν εξέφρασαν τις ανησυχίες τους στους συναδέλφους.
 - Στην περίπτωση που το πρόβλημα είχε εντοπισθεί στον Κυπριακό εναέριο χώρο, η διευθέτηση του ζητήματος αυτού θα ήταν στην αρμοδιότητα του αεροδρομίου της Λάρνακας.

Συνδυαστικές επιρροές παραγόντων εργασίας στη διαχείριση πόρων

The image displays a collection of six books on human factors and task analysis. The books are arranged in a 3x2 grid. The top row features 'Human Factors Methods: A Practical Guide to Engineering and Design' (Second Edition) by Paul A. Hancock, Peter B. Hancock, and David A. Bowers; 'Guide to Applying Human Factors Methods' by Andrew Neal and Christopher Morgan; and 'Human Factors Methods for Improving Performance in the Process Industries' by David B. Stammers. The bottom row features 'A Guide to Task Analysis' (Edited by B. Kirwan and L. A. Ainsworth); 'Task Analysis: How to Design Jobs to Fit People' by Norman W. Moray; and 'Task Analysis Methods for Redesigning Design' by Norman W. Moray.

Κεφάλαιο 4

ΝΟΗΤΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

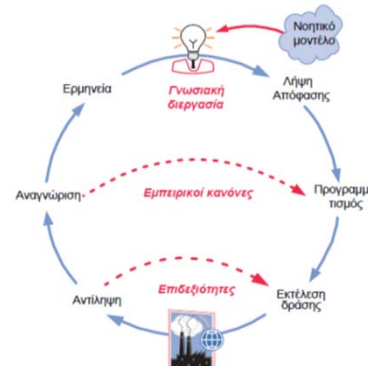
Νοητικές διεργασίες

- Οι νοητικές διεργασίες (mental operations) αφορούν την επεξεργασία των ερεθισμάτων που συλλέγει το νευρικό σύστημα, την ερμηνεία τους, τη λήψη αποφάσεων, τον προγραμματισμό δράσεων και την εκτέλεση των ενεργειών.
- Για παράδειγμα, η οδήγηση βασίζεται στην οπτική αντίληψη του χώρου και στις χειριστικές ικανότητες των οδηγών.
- Μια άλλη νοητική διεργασία απαραίτητη σε αρκετά σπορ είναι η «νοερή αναπαράσταση». Ένας παίκτης του μπάσκετ μπορεί να φαντάζεται νοερά την κίνηση των χεριών του, το πέταγμα του κορμού και την πορεία της μπάλας προς το καλάθι πριν ακόμη ξεκινήσει να κάνει αυτήν την προσπάθεια.
- Ένας ιατρός βασίζεται στη αναγνώριση του συμπτώματος και την ερμηνεία της κατάστασης για να επιλέξει θεραπεία

Προβλήματα νοητικών διεργασιών σε μια παράλειψη

- Εσφαλμένη αντίληψη (π.χ. νόμισε ότι είχε κάνει αυτήν την ενέργεια)
- Εσφαλμένης δράσης (π.χ. ξέχασε να την κάνει)
- Ανεπαρκές νοητικό μοντέλο (π.χ. δεν ήξερε ότι έπρεπε να κάνει την ενέργεια αυτή) ή εσφαλμένης απόφασης (π.χ. εξέτασε και απέρριψε την ενέργεια αυτή)
- Εσφαλμένη κρίση (π.χ. δεν ήθελε να κάνει την ενέργεια αυτή)

Τρεις τρόποι ελέγχου του κύκλου σκέψης - δράσης (Rasmussen 1986)



Επιδεξιότητες

- Ο οδηγός που συναντά ένα κόκκινο φανάρι, σταματά το αυτοκίνητο δίχως να το σκεφτεί
- Ο χειριστής που αντιλαμβάνεται μια υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας σε ένα αντιδραστήρα αυξάνει αμέσως την παροχή ψυκτικού,
- Ο ελεγκτής που βλέπει ότι δύο αεροσκάφη παραβιάζουν τα ελάχιστα όρια διαχωρισμού δίνει αμέσως οδηγίες διαχωρισμού.

Εμπειρικοί κανόνες οδηγών σε πορτοκαλί φωτεινό σηματοδότη

- *ΕΑΝ το φανάρι είναι πορτοκαλί ΚΑΙ η ταχύτητα του οχήματος μεγάλη ΤΟΤΕ μπορώ να προσπεράσω χωρίς να κόψω ταχύτητα*
- *ΕΑΝ το φανάρι είναι πορτοκαλί ΚΑΙ ο δρόμος δεν έχει μεγάλη κυκλοφορία ΚΑΙ η ορατότητα είναι καλή ΤΟΤΕ μπορώ να προσπεράσω, κόβοντας λίγο ταχύτητα*
- *ΕΑΝ το φανάρι είναι πορτοκαλί ΚΑΙ ο δρόμος δεν εποπτεύεται από την αστυνομία ΚΑΙ έχω καλή ορατότητα ΤΟΤΕ μπορώ να προσπεράσω, κόβοντας λίγο ταχύτητα*
- *ΕΑΝ το φανάρι είναι πορτοκαλί ΚΑΙ η ταχύτητά είναι μεγάλη ΚΑΙ ο δρόμος δεν έχει μεγάλη κυκλοφορία ΚΑΙ η ορατότητα είναι καλή ΤΟΤΕ μπορώ να προσπεράσω*

Γνωσιακή ανάλυση

- Όταν η κατάσταση δεν είναι γνώριμη, το άτομο χρησιμοποιεί τις γνώσεις που σχετίζονται με τη δομή και λειτουργία του συστήματος εργασίας, διατυπώνει υποθέσεις για να κάνει τις επιλογές του, ή εφαρμόζει μια διαδικασία «δοκιμής - λάθους»
- Παραδείγματα
 - ✓ Διάγνωση βλαβών
 - ✓ Λήψη αποφάσεων
- Ακόμη και οι πιο απλές εργασίες απαιτούν λήψη αποφάσεων όταν εκτελούνται από άπειρα άτομα

Ανίχνευση σήματος

- Καθώς ο ελεγκτής επιθεωρεί ένα εναέριο χώρο στην οθόνη του, όπου εμφανίζεται μια πιθανή εμπλοκή δύο αεροσκαφών: **Θα μπορέσει να την εντοπίσει;**
- Ο πιλότος ψάχνει εν μέσω ενός αδιάκριτου από τα σύννεφα ορίζοντα για να εντοπίσει το αεροδρόμιο: **πότε θα γίνει ορατό ;**
- Ο επιθεωρητής βλέπει τις αποσκευές στη οθόνη του στον έλεγχο έπιβατων : **Θα εντοπίσει κάποια επικίνδυνα υλικά ;**

Διεργασίες ανάλυσης & σύνθεσης στην αντίληψη

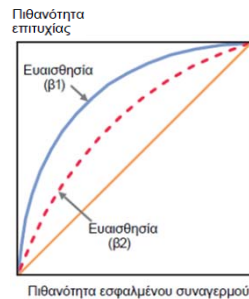


Πιθανές εκβάσεις ανίχνευσης σήματος

- Ένα σήμα ή στόχος (π.χ. κατάσταση εμπλοκής στην οθόνη) είναι παρόν και το άτομο κατορθώνει να το εντοπίσει (**Hit - επιτυχία**)
- Ένα σήμα είναι παρόν και το άτομο αποτυγχάνει να το εντοπίσει (**Miss - αποτυχία**)
- Το άτομο νομίζει ότι ένα σήμα είναι παρόν, ενώ στην πραγματικότητα δεν υπάρχει (**false alarm - εσφαλμένος συναγεμμός**)
- Το άτομο ορθά παρατηρεί ότι δεν υπάρχει κανένα σήμα (**Correct rejection - ορθή απόρριψη**).

Θεωρία ανίχνευσης σήματος (Signal Detection Theory, SDT)

- Κάθε παράγοντας που αυξάνει την πιθανότητα «επιτυχιών» και μειώνει την πιθανότητα «εσφαλμένων συναγεμμών» αυξάνει την ευαισθησία.
- Κάθε παράγοντας που αυξάνει την πιθανότητα «επιτυχιών» και των εσφαλμένων συναγεμμών επηρεάζει την προδιάθεση ανταπόκρισης



Ευαισθησία αντίληψης (sensitivity)

- Ευαισθησία αντίληψης είναι ένας δείκτης της ανθρώπινης ικανότητας να διακρίνει το σήμα (π.χ. επικοινωνία ασυρμάτου) από το θόρυβο (π.χ. θόρυβος της μηχανής).
- Ως «θόρυβος» αναφέρεται κάθε πλήθος άσχετων ερεθισμάτων που ανταγωνίζονται ή καλύπτουν το σήμα.
- Η ευαισθησία καθορίζεται από τους περιορισμούς των αισθητηρίων οργάνων, από την ικανότητα του παρατηρητή και από τις ιδιότητες της απεικόνισης (X - rays, Radar screen).

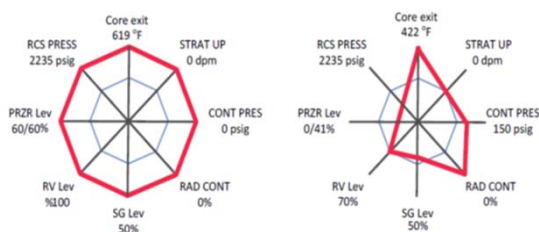
Προδιάθεση απόκρισης (response bias)

- Προδιάθεση απόκρισης ερμηνεύεται ως η τάση του ανθρώπου να ανταποκρίνεται θετικά ή αρνητικά στην πιθανότητα εμφάνιση ενός σήματος ή στόχου.
- Για παράδειγμα, οι επιθεωρητές αποσκευών μπορεί να αποτύχουν να εντοπίσουν μια ύποπτη αποσκευή είτε γιατί υπερεκτιμούν μια νέα συσκευή ανίχνευσης, είτε γιατί πιστεύουν ότι οι πτήσεις προέρχονται από ασφαλείς τόπους ανάχωρησης.
- Η γνώμη ενός σπουδαίου ιατρού μπορεί να επηρεάσει κάποιον άλλο

Επιλογή ερεθισμάτων και πληροφοριών

- Η επιλογή πληροφοριών καθοδηγείται από τη γνώση για τις στατιστικές ιδιότητες του περιβάλλοντος. Οι άνθρωποι στρέφουν την προσοχή τους σε όργανα που περιμένουν ότι θα δείξουν συχνές αλλαγές ή γεγονότα.
- Οι περιορισμοί στη μνήμη καταλήγουν σε μια τάση όπου κάποιες ενδείξεις χρησιμοποιούνται πιο συχνά απ' ότι είναι απαραίτητο
- Η επιλεκτική προσοχή επηρεάζεται από το υψηλό στρες που περιορίζει τον αριθμό των πληροφοριών που μπορεί να αναζητηθούν.
- Για παράδειγμα, μια πτήση της Eastern Airlines L-1011 συνετρίβει όταν το πλήρωμα απασχολήθηκε αποκλειστικά με την ένδειξη μιας επικίνδυνης διαμόρφωσης προσγείωσης και απέτυχε να παρατηρήσει το όργανο του υψομέτρου που έδειχνε τη σταδιακή απώλεια ύψους προς το έδαφος

Σχεδιασμός «πολυγωνικών οθονών»



Αναγνώριση της κατάστασης

- Η αναγνώριση είναι ένα είδος «κατανόησης» της κατάστασης των λειτουργιών και μέσων εξοπλισμού ενός συστήματος.
- Για παράδειγμα, ο ιατρός χρησιμοποιώντας τις ενδείξεις της κλινικής εξέτασης και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων μπορεί να αναγνωρίσει μια πάσχουσα κατάσταση του ασθενούς που μπορεί να προέρχεται από προσβολή του
- Δεν είναι απαραίτητη πάντα η ακριβής διάγνωση της ασθένειας προκειμένου να δοθεί μια αρχική θεραπεία στον ασθενή. Η αναγνώριση της κατάστασης των βασικών λειτουργιών του ανθρώπινου οργανισμού είναι μερικές φορές αρκετή για τη συνταγογράφηση φαρμακευτικών αγωγών.
- Η αναγνώριση της κατάστασης λειτουργίας βασίζεται σε ένα «νοητικό μοντέλο» που περιγράφει τις βασικές λειτουργίες του συστήματος



Ερμηνεία της κατάστασης - Παράγοντες που επηρεάζουν τη σειρά ελέγχων στη διάγνωση

- **Εκτιμώμενη συχνότητα των αιτιών** για διάφορες δυσλειτουργίες π.χ. η αρχική υπόθεση του πιλότου σχετικά με την αιτία της δυσλειτουργίας θα υποδείξει τη συχνότερα εμφανιζόμενη αστοχία
- **Δυσκολία και διάρκεια των απαιτούμενων ελέγχων** - π.χ. στην αρχή μπορεί να διατυπωθούν οι υποθέσεις των οποίων ο έλεγχος είναι ευκολότερος και γρηγορότερος
- **Διαθεσιμότητα των μέσων ελέγχου** - π.χ. πρώτα θα ελεγχθούν οι υποθέσεις για τις οποίες υπάρχουν διαθέσιμα μέσα και πληροφορίες
- **Σοβαρότητα κινδύνων** που παρουσιάζουν οι πιθανές αιτίες των δυσλειτουργιών - π.χ. πρώτες θα ελεγχθούν οι σοβαρές αιτίες που μπορεί να θέτουν σε σοβαρό κίνδυνο το σύστημα.

Ερμηνεία της κατάστασης - Πρόγνωση

- Το αεροπορικό περιβάλλον περιλαμβάνει αναρίθμητα παραδείγματα πρόγνωσης, όπως:
 - ✓ «τι θα κάνω εάν δεν εντοπίσω τον διάδρομο μετά την κάθοδο στο αποφασιστικό ύψος για διακοπή της περαιτέρω προσέγγισης»;
 - ✓ «τι θα κάνω εάν αρχίσει να σχηματίζεται πάγος στις επιφάνειες του αεροσκάφους» ;

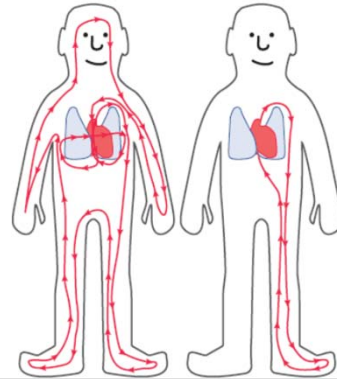
Νοητικά μοντέλα (mental models ή mental representations)

- Τα νοητικά μοντέλα ή νοητικές αναπαραστάσεις αποτελούν έναν τρόπο αναπαράστασης των γνώσεών μας για το περιβάλλον, τα γεγονότα και τις δράσεις μας.
- Τα νοητικά μοντέλα προκύπτουν σταδιακά από μια διαδικασία «απλοποίησης» του τεχνικού συστήματος για να δίνουμε καλές εξηγήσεις
- Τα νοητικά μοντέλα δε χρειάζεται να είναι πολύπλοκα αλλά χρήσιμα
- Με την εξάσκηση μπορούμε να εντοπίσουμε πλάνες και λάθη αντίληψης και να βελτιώσουμε τα μοντέλα μας

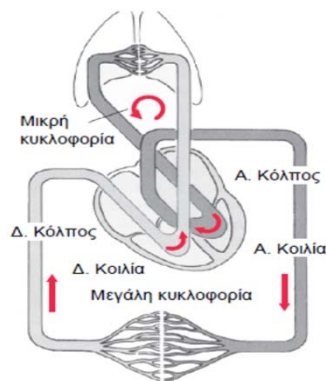
Ο ρόλος των νοητικών μοντέλων

- **καθοδηγούν την αντίληψη.** Με βάση το νοητικό μοντέλο γίνεται το φιλτράρισμα των πληροφοριών που συλλέγονται, η επιλογή των στοιχείων και σχέσεων στις οποίες επικεντρώνεται η αντίληψη, καθώς και των στοιχείων που αγνοούνται
- **καθοδηγούν τη δράση.** Τα νοητικά μοντέλα απεικονίζουν την εμπειρική γνώση που έχει το άτομο για τα στοιχεία που αποτελούν το σύστημα και τις μεταξύ τους σχέσεις. Περιέχουν προσδοκίες για το «τι πρόκειται να συμβεί», «πόσο μεγάλες θα είναι οι συνέπειες των ενεργειών», «τι καθυστερήσεις θα υπάρξουν»
- **υποβοηθούν την πρόβλεψη των εξελίξεων.**
 - ✓ «τι θα κάνω εάν δεν εντοπίσω τον δίαδρομο μετά την κάθοδο στο αποφασιστικό ύψος για διακοπή της περαιτέρω προσέγγισης»;
 - ✓ «τι θα κάνω εάν αρχίσει να σχηματίζεται πάγος στις επιφάνειες του αεροσκάφους» ;

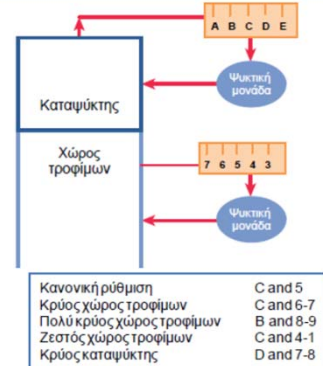
Σκίτσα φοιτητών για την κυκλοφορία του αίματος



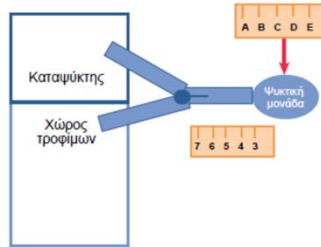
Κυκλοφορία του αίματος



Το νοητικό μοντέλο των χρηστών



Το νοητικό μοντέλο του σχεδιαστή



Παράγοντες που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων

- **Ποσότητα και ποιότητα των πληροφοριών** - π.χ. οι οθόνες ελέγχου περιορίζουν την προσοχή σε σειριακή επεξεργασία σε αντίθεση με τους μεγάλους πίνακες ελέγχου που επιτρέπουν παράλληλη επεξεργασία
- **Διαθέσιμος χρόνος για κάθε δραστηριότητα**
- **Ποσότητα και ποιότητα της γνώσης** που είναι σχετική με μια συγκεκριμένη δραστηριότητα (π.χ. πιθανές υποθέσεις, πορείες δράσης, πιθανές εκβάσεις)
- **Ικανότητα του ατόμου να ανακτά πληροφορίες από τη μνήμη** - π.χ. οι άνθρωποι μπορεί να έχουν γνώση που σχετίζεται με την τρέχουσα κατάσταση αλλά δυσκολεύονται να την ανακτήσουν σε συνθήκες πίεσης και άγχους
- **Περιορισμοί στην προσοχή** - π.χ. το άγχος μειώνει την ικανότητα θεώρησης όλων των υποθέσεων και την παράλληλη επεξεργασία των πληροφοριών

Κανονιστική προσέγγιση

- Κάθε απόφαση ή στόχος αναλύεται με συγκεκριμένα κριτήρια που είναι απαραίτητα για την πραγματοποίηση της επιλογής.
- Για παράδειγμα, κριτήρια επιλογής μπορεί να είναι η διάρκεια των εργασιών, η εξοικονόμηση ενέργειας, οι απαιτήσεις σε ανθρώπινους και τεχνικούς πόρους, η απαιτούμενη εξειδίκευση για τις εργασίες και η δυνατότητα προσαρμογής σε απρόοπτα γεγονότα.
- Ο αποφασίζων χρειάζεται να αξιολογήσει όλες τις επιλογές με βάση τα κριτήρια αυτά καθώς και να καθορίσει τη βαρύτητα - προτεραιότητα κάθε κριτηρίου.

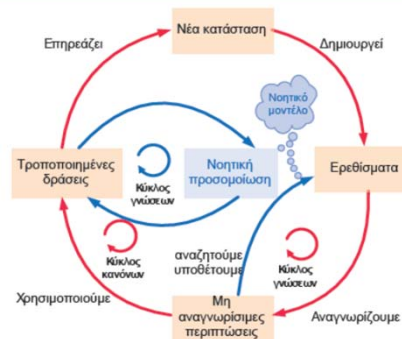
Το δίλημμα του πιλότου

	Ανεπάρκεια καυσίμου (P=0.80)	Επάρκεια καυσίμου (P=0.20)	
Συνέχιση για αεροδρόμιο προορισμού	Επικίνδυνη προσγείωση (p=0.60) (U= - 100) (P=0.80 x 0.60=0.48)	Προσγείωση στο αεροδρόμιο (p=1.0) (U= 0.0) (P=1.0 x 0.2=0.20)	$0.48 \times (-100) + 0.32 \times (-10) + 0.20 \times (0.0) = -51.2$
	Ασφαλής προσγείωση (p=0.40) (U= - 10) (P=0.80 x 0.40=0.32)		
Εκτακτη προσγείωση αλλού	Επικίνδυνη προσγείωση (p=0.20) (U= - 80, P=0.20)	Ασφαλής προσγείωση (p=0.80) (U= - 10, P=0.80)	$0.20 \times (-80) + 0.80 \times (-10) = -24$

Νατουραλιστική προσέγγιση

- Η «νατουραλιστική προσέγγιση» εξετάζει τους τρόπους με τους οποίους οι έμπειροι εργαζόμενοι χρησιμοποιούν την εμπειρία τους για να λάβουν αποφάσεις στους διάφορους επαγγελματικούς τομείς
- Χαρακτηριστικά πολυπλοκότητας συστημάτων εργασία
 - ✓ Αβεβαιότητα ως προς το χρόνο
 - ✓ Αλληλοεξάρτηση στοιχείων
 - ✓ Πολλαπλοί στόχοι που είναι συχνά ανταγωνιστικοί
 - ✓ Αυστηροί χρονικοί περιορισμοί
 - ✓ Υψηλή διακινδύνευση από λάθη

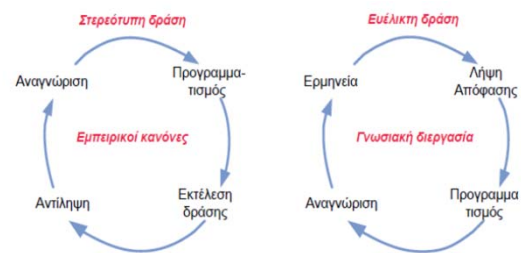
Μοντέλο κριτικής επισκόπησης της κατάστασης



Προγραμματισμός δράσεων

- **Αναγνώριση των περιορισμών** της κατάστασης του συστήματος
- **Αξιολόγηση της επάρκειας** των διαθέσιμων πόρων εργασίας (π.χ. αριθμός και εμπειρία του προσωπικού) των εργαλείων και των εφεδρειών
- **Προσδιορισμός της εξάρτησης** που υπάρχει μεταξύ των προτεινόμενων βημάτων ή ενεργειών
- **Διατύπωση της χρονικής σειράς** των βημάτων ώστε να εξασφαλίζεται η ταχεία αντιμετώπιση του προβλήματος
- **Ανάλυση του φόρτου εργασίας** για διαφορετικά μέρη του σχεδίου δράσης και εξέταση πιθανών τρόπων καταμερισμού των εργασιών σε διαφορετικά άτομα
- **Καθορισμός των επικοινωνιών** και συντονιστικών εργασιών που απαιτούνται σε μία ομάδα εργασίας

Στερεότυπη και ευέλικτη δράση



Αντιληπτικο-κινητικές ικανότητες (perceptual-motor skills)

- Οι «αντιληπτικο-κινητικές ικανότητες» είναι κάποιες αυτοματοποιημένες ακολουθίες κινήσεων που ενεργοποιούνται την κατάλληλη στιγμή, γρήγορα χωρίς την ανάγκη ανάδρασης από το περιβάλλον.
- Για παράδειγμα, όταν ένας έμπειρος οδηγός θέλει να αλλάξει ταχύτητα τότε ενεργοποιεί μια ακολουθία κινήσεων που περιλαμβάνει τον συντονισμό της χρήσης του μοχλού ταχυτήτων με το χέρι, το πάτημα του συμπλέκτη με το ένα πόδι και το άφημα του πεντάλ γκαζιού με το άλλο πόδι, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να χειρίζεται το τιμόνι με το άλλο χέρι καθώς και να παρατηρεί το δρόμο.

Θεωρία των πολλαπλών πόρων

- Πολλαπλοί πόροι/κανάλια επικοινωνίας: Οραση - Ακοή - Οσφρηση - Αφή - Κιναίσθηση -Χειρισμός με χέρια ή πόδια
- Η παράλληλη επεξεργασία απαιτεί την κατανομή των οπτικών και χειροκίνητων ελέγχων σε πολλούς πόρους
- Δε μπορούμε να διαβάσουμε ένα βιβλίο και να παρακολουθούμε τηλεόραση ταυτόχρονα. Όμως, κάποιος μπορεί πολύ πιο εύκολα να ακούει μια φωνητική έκδοση του βιβλίου και παράλληλα να παρακολουθεί τηλεόραση.
- Στο αεροπορικό πεδίο, οι πιλότοι αποδίδουν καλύτερα όταν κάποιες οδηγίες δεν απεικονίζονται σε γραπτές οδηγίες αλλά διατυπώνονται προφορικά από ένα ηχητικό σύστημα.

Αξιολόγηση προσωπικού

ΚΑΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ
1. Συγκέντρωση πληροφοριών	
Παρατηρεί παθητικά την κατάσταση, χωρίς να αναζητεί νέες πληροφορίες	Ανατρέχει ακόμη και σε εξωτερικές πηγές για να βρει νέες πληροφορίες
Λόγω προσφάτων πληροφοριών δημιουργεί αβεβαιότητα για το «τι μπορεί να συμβεί»	Ενημερώνει τα μέλη για κρίσιμες πληροφορίες που έρχονται μέχρι την τελευταία στιγμή
Δυσκολεύεται με συγκεχυμένες πληροφορίες	Βρίσκει ευφυή τεχνική για τη σωστή πληροφόρια
2. Αναγνώριση κατάστασης	
Αξιολογεί μέρος από τις εισερχόμενες πληροφορίες και καθυστερεί	Αξιολογεί όλες τις απαραίτητες πληροφορίες και μπορεί να αναγνωρίσει γρήγορα την κατάσταση
Δεν βρίσκει αξιόπιστες εναλλακτικές πληροφορίες όταν οι κύριες δεν είναι εφικτές	Ψάχνει επιπρόσθετες πληροφορίες που βοηθούν στη διαμόρφωση της «εικόνας της κατάστασης»

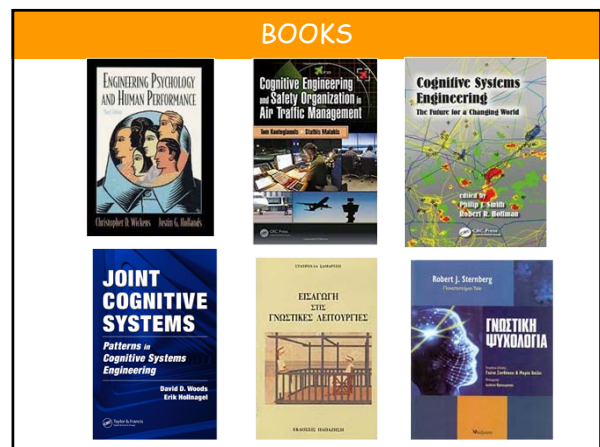
Αξιολόγηση προσωπικού

3. Ερμηνεία τακτικής κατάστασης	
3.1. Πρόβλεψη μελλοντικών καταστάσεων	
Δεν εκτιμά σωστά τα αίτια της κατάστασης	Κάνει σωστή αξιολόγηση των αιτιών
Υποθέτει ότι όλα θα συμβούν κανονικά	Υπάρχει πάντα εφεδρικό σχέδιο δράσης
Δεν υπάρχει σχέδιο επανένταξης σε περίπτωση που χαθεί η συνοχή του σχηματισμού	Υπάρχει σχέδιο επανένταξης για να αποφευχθεί ο κίνδυνος σύγκρουσης εάν κάποιος δεν βλέπει
3.2. Επίγνωση χρόνου και περιορισμών	
Δεν θέτει προτεραιότητες σε σχέση με τα χρονικά περιθώρια και γίνεται βιαστικός	Προβλέπει τους χρονικούς περιορισμούς και αναζητεί υποστήριξη όπου απαιτείται
Οι χρονικοί περιορισμοί δεν ανακοινώνονται	Συζητάει τους περιορισμούς εργασίας
Δεν μπορεί να φανταστεί όλους τους δυνατούς περιορισμούς και τη λύση τους	Παραμένει μπροστά από το αεροσκάφος για σχεδιασμένες και απρόβλεπτες καταστάσεις

Αξιολόγηση προσωπικού	
4. Λήψη αποφάσεων και στόχων	
4.1 Δημιουργία επιλογών	
Γίνεται βιαστικός και δεν εξετάζει τις επιλογές	Κάνει ισορροπημένη συζήτηση των επιλογών
Δεν είναι ξεκάθαρο αυτό που είναι πραγματικά σημαντικό για την επιτυχία της αποστολής	Κάνει ξεκάθαρη ενημέρωση σχετικά με τους αντικειμενικούς και επιμέρους στόχους
Δεν συζητάει τις επιλογές και τα προβλήματά τους	Διατυπώνει τις επιλογές και τις συζητάει
4.2 Αξιολόγηση κινδύνων	
Δεν εξετάζει όλους τους πιθανούς κινδύνους	Συζητάει επιλογές και σχετικούς κινδύνους
Δεν αξιολογεί σωστά τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατάσταση	Ελαχιστοποιεί τις αρνητικές επιπτώσεις και εκμεταλλεύεται τις ευκαιρίες στην αποστολή
Οι επιλογές είναι ασαφείς αυτοσχεδισμοί	Σκέφτεται εκ των προτέρων πιθανά λάθη
4.3 Αναθεώρηση αποφάσεων και ενεργειών	
Επιμένει στην αρχική επιλογή ακόμη και όταν έχει ενδείξεις για χρήση καλύτερων επιλογών	Συνειδητοποιεί ότι η επιλογή του δεν λειτουργεί και εφαρμόζει ένα εναλλακτικό στόχο

Αξιολόγηση προσωπικού	
5. Σχεδιασμός δράσεων	
5.1 Επιλογή και σχεδιασμός δράσεων	
Εξετάζει βιαστικά τις πτυχές της αποστολής και τους σχετικούς παράγοντες επιτυχίας	Γνωρίζει σε βάθος τις λεπτομέρειες της αποστολής που έχει αποφασισθεί
Ο διαθέσιμος χρόνος για τη σχεδίαση της αποστολής δεν είναι αρκετός	Ο αρχηγός αφιερώνει ικανοποιητικό χρόνο για τον προγραμματισμό της τακτικής
Οι δευτερεύοντες εργασίες έρχονται σε σύγκρουση με τα κύρια καθήκοντα	Ιεραρχεί όλες τις ενέργειες για να διατηρεί επαρκείς πόρους για τα κύρια καθήκοντα
5.2 Συντονισμός και επικοινωνίες	
Ο ανεπαρκής σχεδιασμός αυξάνει το φόρτο	Η κατανομή των εργασιών είναι κατάλληλη
Δεν κάνει σωστή κατανομή ενεργειών και δεν γνωρίζει πότε να δώσει την αρχηγία σε άλλον	Κατανέμει σωστά τις ενέργειες για την επίτευξη του στόχου
Δεν αναγνωρίζει τα κρίσιμα σημεία της αποστολής	Δίνει έμφαση σε επείγουσες καταστάσεις

Επιτηδειότητες	
Νοητικές διεργασίες	Νοητικές επιτηδειότητες
Αντίληψη	- Τακτικές δειγματοληψίας - Προσαρμογή προδιάθεσης στην επιλογή ερεθισμάτων - Παράλληλη επεξεργασία ερεθισμάτων
Αναγνώριση	- Κατηγοριοποίηση καταστάσεων - Λειτουργική αναπαράσταση του συστήματος
Ερμηνεία	- Σειρά διατύπωσης και ελέγχου των υποθέσεων - Επινόηση «ανεπιβεβαίωτων υποθέσεων» για τη συμπλήρωση των κενών του νοητικού μοντέλου
Νοητικές εικόνες	- Εντεχνη απλοποίηση της κατάστασης - Εμπλουτισμός του νοητικού μοντέλου - Αναθεώρηση εσφαλμένων γνώσεων
Λήψη αποφάσεων	- Πρόβλεψη εναλλακτικών λύσεων και κριτηρίων επιλογής - Ευρετικές λύσεις και απλουστεύσεις των αποφάσεων - Ευκαιριακή σκέψη
Προγραμματισμός	- Νοητική προσομοίωση - Ρύθμιση κατάλληλης σύζευξης των ενεργειών - Προληπτικότητα
Δράση	- Διαχείριση διακοπών σε ακολουθίες βημάτων - Καθορισμός αναμονής για επιπλέον ανάδραση



Κεφάλαιο 5 Εργονομική Ανάλυση Εργασίας

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Τί ψάχνουμε να βρούμε με την ΕΑΕ

- ✓ τους στόχους που κρύβονται πίσω από όσα βλέπουμε
- ✓ τα ερεθίσματα/πληροφορίες που χρειάζονται
- ✓ τα σχέδια δράσης των χειριστών
- ✓ τα πιθανά λάθη των χειριστών
- ✓ τη χρονική διαδοχή των ενεργειών
- ✓ το συντονισμό της ομάδας εργασίας
- ✓ τις συνθήκες εργασίας (π.χ. φόρτος εργασίας, θόρυβος, διαθεσιμότητα βοηθημάτων, επόπτευση)

Χρήσεις της Εργονομική Ανάλυση Εργασίας

- Προσδιορισμός των σχεδίων δράσης των χειριστών
- Εντοπισμός κρίσιμων ενεργειών
- Αξιολόγηση συνθηκών εργασίας
- Εξακρίβωση πιθανών λαθών και αστοχιών
- Ανάπτυξη γραπτών εγχειριδίων
- Εκπαίδευση προσωπικού
- Σχεδιασμός πληροφοριακών συστημάτων
- Κατανομή αρμοδιοτήτων

Μέθοδοι απόκτησης δεδομένων και εκμείευσης γνώσεων

- Συνεντεύξεις με ειδικούς
- Παρατήρηση
- Αφήγηση κρίσιμων γεγονότων και αναφορές συμβάντων
- Εργασιακά εγχειρίδια
- Προσομοιωτές
- Καταγραφή κινήσεων των οφθαλμών

Κατηγορίες μεθόδων ΕΑΕ

- Ανάλυση λειτουργιών του συστήματος, σε γενικό επίπεδο, χωρίς την καταγραφή της βέλτιστης σειράς των εργασιών και των περιορισμών εργασίας
- Ανάλυση πολύπλοκων εργασιών που απαιτούν λήψη αποφάσεων και προγραμματισμό δράσεων (π.χ. Ιεραρχική Ανάλυση Εργασιών και Διαγράμματα Ροής Δράσεων)
- Γραφική αναπαράσταση ακολουθιών που απεικονίζουν γραφικά τη χρονική διαδοχή και το συντονισμό εργασιών με μικρές απαιτήσεις σε λήψη αποφάσεων
- Ανάλυση νοητικών διεργασιών που απαιτούνται για τη διεκπεραίωση πολύπλοκων εργασιών και απαιτούν ερμηνεία των πληροφοριών, πρόβλεψη και λήψη αποφάσεων.

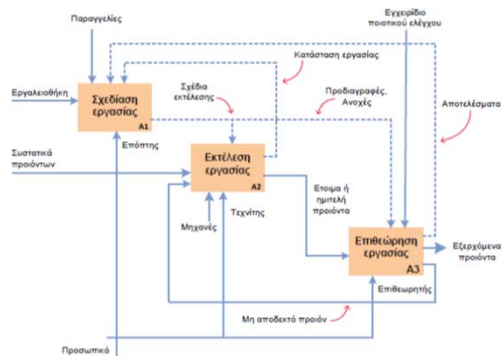
Δομημένη Ανάλυση & Σχεδιασμός Λειτουργιών (Structured Analysis and Design Technique)

- *Εισροές (inputs)* που εμφανίζονται πάντα αριστερά του πλαισίου και συνήθως είναι μηχανικοί πόροι, προϊόντα, υλικά ή εργαλεία. Το χαρακτηριστικό των εισροών είναι ότι αναλώνονται (δηλαδή αλλάζουν μορφή) κατά τη διεκπεραίωση των εργασιών
- *Εκροές (outputs)* που εμφανίζονται στα δεξιά του πλαισίου και συνιστούν τα παραδοτέα της διαδικασίας, που μπορεί να έχουν υλική ή άυλη μορφή (π.χ. μια πρόταση ή ένα σχέδιο)
- *Έλεγχοι (controls)* που υπεισέρχονται στη διαδικασία από την επάνω πλευρά του πλαισίου και αναφέρονται σε προδιαγραφές, στόχους και αρμοδιότητες των θέσεων εργασίας

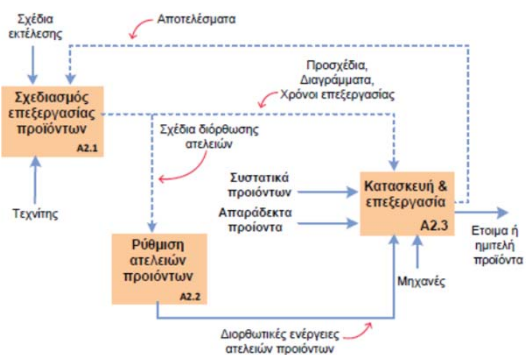
Μηχανισμοί (mechanisms) που εισάγονται από την κάτω πλευρά του πλαισίου και αντιπροσωπεύουν τα μέσα με τα οποία επιδιώκεται η διεκπεραίωση των διαδικασιών.



Σχεδιασμός και επεξεργασία προϊόντων (SADT)



«Στάδιο εκτέλεσης εργασιών»



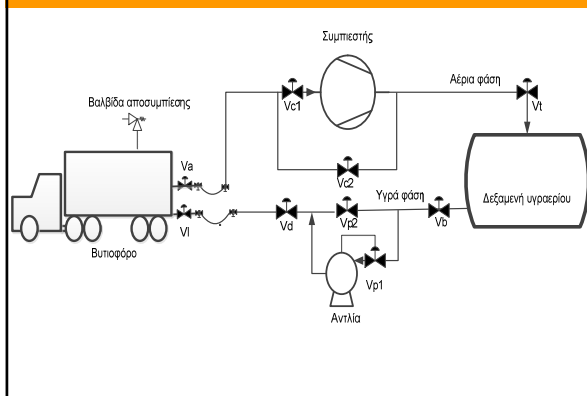
Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας

- Ταξινόμηση ενεργειών σε ομάδες που εξυπηρετούν κοινούς στόχους
- Καθορισμός σχεδίου δράσης για τον συντονισμό των ενεργειών κάθε ομάδας
- Εντοπισμός εναλλακτικών σχεδίων δράσης
- Εξακρίβωση των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται
- Κατανομή ενεργειών σε χειριστές

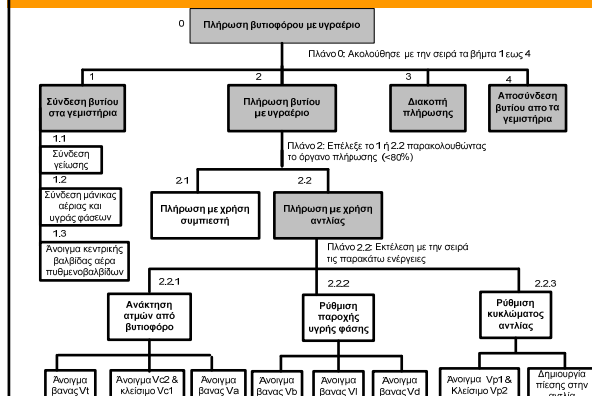
Τύποι σχεδίων δράσης

Σειριακή επεξεργασία	Εκτέλεση βημάτων κατά την ενδεικνυόμενη σειρά π.χ. δεν αρχίζει μια εργασία πριν τελειώσει η προηγούμενη
Ενδεχομενική επεξεργασία	Η εκτέλεση των βημάτων προσδιορίζεται από μια σειρά οπτικών ελέγχων που καθορίζουν την περαιτέρω πορεία δράσης
Επιλογή εναλλακτικών	Επιλέγεται μία εναλλακτική ενέργεια από ένα μικρό σύνολο επιλογών σύμφωνα με κάποια κριτήρια απόφασης (π.χ. λήψη αποφάσεων για διαδικαστικές εργασίες)
Παράλληλη επεξεργασία	Δύο ή περισσότερες εργασίες εκτελούνται παράλληλα από τον ίδιο εργαζόμενο
Επαναληπτικά σχέδια	Μια σειρά βημάτων επαναλαμβάνεται μέχρι να εκπληρωθεί μία συνθήκη. Υπάρχει συνήθως ένας χρόνος αναμονής μέχρι να γίνει η επανάληψη

Ανάλυση φόρτωσης βυτιοφόρου



Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας



Περιγραφή εργασίας	Προϋποθέσεις έναρξης	Εργαλεία και μηχανές	Πρόσδοκ. εργασίας Ανάδραση	Χρονικοί περιορισμοί	Επικοινωνίες	Συνθήκες εργασίας	Επικινδυνότητα εργασίας
Προληπτικός έλεγχος της μάνικας σύνδεσης στις γραμμές μεταφοράς προϊόντος	Πριν την έναρξη μεταφοράς του προϊόντος στο βυτιοφόρο	Οπτικός έλεγχος σημείων φθοράς της μάνικας σύνδεσης	Μικρές διαρροές γίνονται άμεσα αντιληπτές οπτικά αλλά και λόγω σπινής	Δεν υπάρχει διάρθρωση στην περίπτωση που διαρραγεί ο ελαστικός σωλήνας της μάνικας	Ο επόπτης καθιστείται να έρθει στην αρχή της διαδικασίας	Πίσω χρόνος λόγω κατωφύσιων καλωσίων Δεν υπάρχει υπεράβωση στις γραπτές οδηγίες	Διάρρηξη τοχυωματος ελαστικού σωλήνα και διαρροή προϊόντος
Διμερουργία πτεσών στην αντλία παροχής προϊόντος	Ανοίγμα όλων των βανών στην κατάβληση της αντλίας (VI & Vd)	Ενεργοποίηση η μπουτόν συμπίεσης της αντλίας	Ενδεικτικά όργανα παροχής προϊόντος Άνωδος της στάθμης του προϊόντος στο βυτιοφόρο	Το όργανο παροχής δεν δείχνει αύξηση Μικρός χρόνος εντοπισμού παραβίασης των προϋποθέσεων	Ο επόπτης δεν βλέπει πάντα κοντά στον οδηγό	Δεν υπάρχουν οδηγίες που να υπενθυμίζουν τον οδηγό να ανοίξει πρώτα τις βάνες στην κατάβληση της αντλίας	Εάν δεν έχει ανοίξει η VI τότε θα γίνει μεγάλη συμπίεση της μάνικας με κίνδυνο διάρρηξη της αντλίας
Παρακολούθηση πλήρωσης βυτιοφόρου στο 80% της στάθμης	Γίνεται μετά την ενεργοποίηση της αντλίας παροχής	Ενδεικτικό όργανο στάθμης	Συνεχής παρακολούθηση στάθμης γιατί δεν υπάρχει αυτοματ. ρύθμιση ποσότητας μεταφοράς	Εάν η στάθμη υπερβεί το 80% πρέπει να πείσει το μπουτόν (ESD) της αυτόματης διακοπής της παροχής	Ενας επόπτης παρακολουθεί συνήθως την διαδικασία	Εμπειρός οδηγός Δεν υπάρχει συναγερμός για υψηλή στάθμη	Κίνδυνος υπερπίεσης εάν δεν ενεργοποιηθεί έγκαιρα το μπουτόν ESD
Αποσυνδεδείωση της μάνικας υγρής φάσης μετά τη	Πλήρωση βυτίου με το προϊόν Έχουν κλείσει όλες οι	Αποσυνδέει την μάνικα προσέ-χοντας να μην	Απτελευθέρωση μικρής ποσότητας υγραερίου που	Δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για να σταματήσει τη	Ο επόπτης μπορεί να τον υπενθυμίσει για	Εμπειρός οδηγός αλλά χωρίς να έχει μαζί του	Διαρροή υγραερίου στο δάπεδο και πιθανή

Γραπτή διαδικασία πλήρωσης βυτίου

1. ΣΥΝΔΕΣΗ ΒΥΤΙΟΥ ΣΤΑ ΓΕΜΙΣΤΗΡΑ

- Μέσα στο χώρο των γεμιστήρων ο οδηγός βάζει χειρόφρενο, σβήνει τη μηχανή, κλείνει τα παρόθυρα και κλείνει το γενικό διακόπτη.
- Ο οδηγός συνδέει την πρίζα γέλυσης, συνδέει τη μάνικα ανάκτησης ατμών και ανοίγει την κεντρική βαλβίδα αέρα των πυθμενοβαλβίδων στη δεξιά μενί αποθήκευσης του προϊόντος.
ΠΡΟΣΟΧΗ: Τα βυτία θα πρέπει να έχουν άριστη συντηρημένο σύστημα αέρος, γιατί χάνοντας τον αέρα κινδύνουν οι πυθμενοβαλβίδες και η φόρτωση δεν είναι δυνατή.
ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ: Ο οδηγός επιβεβαιώνει ότι η δεξιά μενί του βυτίου είναι κενή από οποιαδήποτε ποσότητα ενταπομεινέντος προϊόντος.
- Συνδέει τις μάνικες φόρτωσης προϊόντος.

2. ΦΟΡΤΩΣΗ ΒΥΤΙΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑΕΡΙΟ

- Πριν την έναρξη της φόρτωσης, γίνεται ανάκτηση ατμών από το βυτιοφόρο, ανοίγοντας όλες τις βάνες για τη διόχευση των ατμών στη δεξιά μενί αποθήκευσης προϊόντος.
- Ο οδηγός ξεκινά τη φόρτωση ανοίγοντας μια-μια τις βάνες στην γραμμή φόρτωσης του υγρού προϊόντος και κατόπιν ενεργοποιεί την αντλία για τη ώση του προϊόντος στο βυτιοφόρο.
ΠΡΟΣΟΧΗ: Οι βάνες στην κατάβληση πρέπει να είναι ανοικτές πριν την ενεργοποίηση της αντλίας, διαφορετικά θα αναπτυχθεί πίεση που μπορεί να διαρραγεί τη μάνικα υγρής φάσης.
- Παρακολουθεί το όργανο ενδείξης πληρώσεως του βυτίου ώστε να μην υπερβεί το όριο 80%.
ΠΡΟΣΟΧΗ: Εάν εμφανιστεί υγραεριο σε υψηλή κατάσταση στο όργανο ενδείξης πληρώσεως, τότε η φόρτωση θα πρέπει να διακοπεί αμέσως και να κλείσουν όλες οι βάνες.
- Σε περίπτωση κινδύνου ο οδηγός πείζει το μπουτόν ασφαλείας (ESD)

Γραπτή διαδικασία πλήρωσης βυτίου

3. ΔΙΑΚΟΠΗ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΒΥΤΙΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΜΙΣΤΗΡΑ

- Μετά το τέλος της φόρτωσης, ο οδηγός κλείνει όλες τις βάνες στη γραμμή φόρτωσης του υγρού προϊόντος καθώς και τις βάνες στη γραμμή ανάκτησης ατμών.
- Αποσυνδέει σιγά-σιγά τη μάνικα της υγρής φάσης, προσέχοντας να μην πείσει κάποια μικρή ποσότητα προϊόντος στο χώρο φόρτωσης, κλείνει το καπάκι της βαλβίδας εξαγωγής της δεξιά μενί του βυτίου που μόλις φόρτωσε και την τοποθετεί προσεκτικά στη θέση της.
ΠΡΟΣΟΧΗ: Πριν την αποσυνδεδείωση της μάνικας υγρής φάσης, ο οδηγός λαμβάνει μέτρα για την απτελευθέρωση της μικρής ποσότητας υγραερίου που έχει παγδευτεί μεταξύ των συνδέσεων.
- Μετά αποσυνδέει τη μάνικα αέριος φάσης και την τοποθετεί προσεκτικά στη θέση της.
- Κλείνει την κεντρική βαλβίδα αέρος των πυθμενοβαλβίδων και αποσυνδέει τη γέλυση
- Τέλος θα πρέπει να ξανακάνει ένα οπτικό έλεγχο για στεγανότητα, να αφαιρέσει τους τακούς πριν εκκινήσει τη μηχανή και να οδηγήσει το βυτίο στην γεφυροπλαστήγεια για ζύγιση.

Κριτήρια ανάλυσης νοητικού φόρτου εργασίας

- Αριθμός ενεργειών συνολικά
- Τύποι σχεδίων δράσης (σειριακή ή παράλληλη επεξεργασία)
- Εναλλακτικοί τρόποι δράσεις
- Σχέσεις εξάρτησης μεταξύ των ενεργειών
- Χρονικά περιθώρια δράσης
- Κρισιμότητα των λαθών που γίνονται
- Διαθεσιμότητα εφεδρικού εξοπλισμού



Εγχειρίδιο χρήσης πυροσβεστήρα

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ

Βήμα 1: Εάν η πυρκαγιά είναι μεγάλης έκτασης: κάλεσε την ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ.
Βήμα 2: Εάν είσαι σε ύψαιό: τοποθετήσου έτσι ώστε η πλάτη σου να είναι προς τον άνεμο.
Βήμα 3: Εάν είσαι σε κτίριο:

- Έχε την πλάτη προς κάποιο έργο ώστε να φύγεις άμεσα αν χρειαστεί
- Κάλυψε τη μύτη σου με ένα βρεγμένο παλιό αν υπάρχουν καπνοί
- Κλείνε τις πόρτες πίσω σου για να επιβραδύνεις την έλευση της φωτιάς
- Μην ανοίξεις πόρτες χωρίς να ελέγξεις πριν με το πόσο μέρος του χεριού σου (όχι με την παλάμη) την θερμοκρασία της
- Κλείσε το ρεύμα και το φυσικό αέριο εάν είναι ασφαλές να το κάνεις

ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΑ

ΠΡΟΣΟΧΗ: Είναι πολύ σημαντικό να διαλέξεις το σωστό πυροσβεστήρα για κάθε φωτιά

Βήμα 4: Τι είναι αυτό που καίγεται;

- Στερεό: Πυροσβεστήρες Τύπου Α (Νερό, Αφρό, Σπράς σκόνης ABC)
- Υγρό: Πυροσβεστήρες Τύπου Β (Αφρό, Σπράς Σκόνης ABC, Σπράς Σκόνης BC, CO2)
- Αέριο: Πυροσβεστήρες Τύπου C (Σπράς Σκόνης ABC & BC)
- Ηλ. Ρεύμα: Πυροσβεστήρες Τύπου Ε (Σπράς Σκόνης ABC, Σπράς Σκόνης BC, CO2)
- Λίπη & Έλαια: Πυροσβεστήρες Τύπου F (Wet Chemical)

ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ

Βήμα 5: Βεβαιώσου ότι ο δείκτης είναι στην πράσινη περιοχή
Βήμα 6: Εκκρέμασε τον πυροσβεστήρα από τη βάση του
Βήμα 7: Τι είδους είναι ο πυροσβεστήρας;

- Σπράς Σκόνης: Στάσου σε απόσταση 3-4 μέτρων από τις φλόγες
- CO2: Στάσου σε απόσταση 1,5 μέτρων πίσω από τις φλόγες
- Αφρό/Wet Chemical: Σε απόσταση 1,5 μέτρων από τις φλόγες

Βήμα 8: Τράβηξε την πέρνη σπάζοντας την ασφαλεία που την κρατάει

Εγχειρίδιο χρήσης πυροσβεστήρα

ΚΑΤΑΣΒΕΣΗ ΦΩΤΙΑΣ

Βήμα 9: Εάν μπορείς, βρες και άλλα άτομα για να σε βοηθήσουν. Η ταυτόχρονη κατάσβεση φωτιάς με πολλούς πυροσβεστήρες είναι πιο αποτελεσματική
Βήμα 10: Το υλικό που καίγεται είναι:

- Στερεό Καύσιμο: Στόχευσε στην εστία της φωτιάς
- Υγρό καύσιμο: Στόχευσε μπροστά στη βάση της φωτιάς
- Υγρό καύσιμο που διαρρέει (πχ από σωληνώσεις): Στόχευσε το σημείο διαρροής
- Λοιπές περιπτώσεις: Στόχευσε στη βάση της φωτιάς

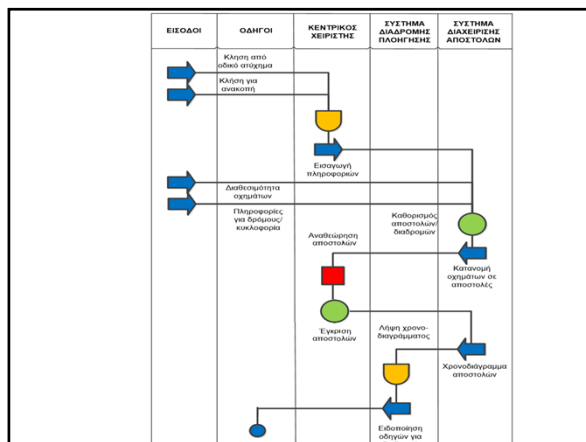
ΠΡΟΣΟΧΗ: Δεν ψεκάζουμε ποτέ ανθρώπους με κατασβεστικό υλικό - μπορεί να προκληθούν ψυχρά εγκαύματα

Τμηματικά OSD

	Μια λειτουργία αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό βήμα στη διαδικασία και συνήθως περιλαμβάνει έγκριση εργασιών, χειροκίνητο έλεγχο ή απόφαση
	Μια μεταφορά εμφανίζεται όταν υπάρχει μετακίνηση αντικειμένων, εισαγωγή πληροφοριών σε ένα σύστημα ή αποστολή πληροφοριών σε συνεργάτες
	Η λήψη πληροφοριών είναι ένα χρήσιμο σύμβολο που δείχνει τον συνδυασμό πληροφοριών που απαιτείται σε μία εργασία για την εκτέλεσή της
	Μια επιθεώρηση εμφανίζεται όταν εξετάζεται ένα αντικείμενο για αναγνώριση ή όταν συγκρίνεται με ένα πρότυπο ως προς την ποσότητα ή την ποιότητα
	Μια καθυστέρηση εμφανίζεται όταν η άμεση εκτέλεση της επόμενης προγραμματισμένης δράσης δεν πραγματοποιείται
	Μια αποθήκευση εμφανίζεται όταν ένα αντικείμενο τίθεται υπό ελεγχόμενη φύλαξη, έτσι ώστε η απομάκρυνσή του από εκεί να απαιτεί έγκριση

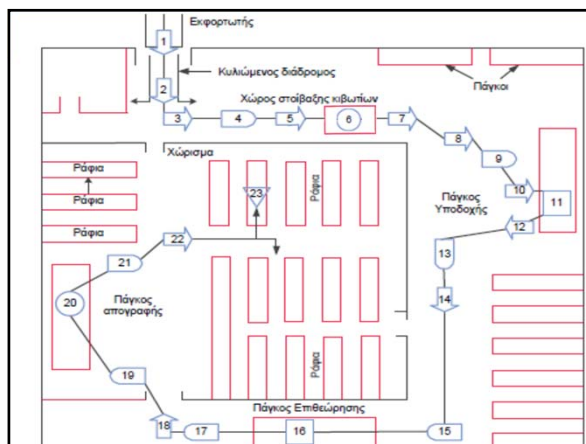
Διαχείριση διακομιδής ασθενών

Ένας χειριστής διαχειρίζεται τις αποστολές οδηγών ασθενοφόρων σε μία μεγαλούπολη κατά τη νυκτερινή του βάρδια, και λαμβάνει ταυτοχρόνως δύο κλήσεις για ιατρική βοήθεια από ένα οδικό ατύχημα και μία ανακοπή καρδιάς σε σπίτι. Ο χειριστής πληκτρολογεί τις τοποθεσίες των περιστατικών στο πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης αποστολών (computer aided dispatch system), που καθορίζει ποιους σταθμούς ασθενοφόρων να καλέσει και ποιες διαδρομές να ακολουθηθούν με βάση επιπλέον πληροφορίες για τον προβλεπόμενο χρόνο διαδρομών και τρεχουσών συνθηκών κυκλοφορίας. Αυτές οι οδηγίες προωθούνται στον χειριστή, ο οποίος τις αναθεωρεί και ειδοποιεί τους επιλεχθέντες οδηγούς ασθενοφόρων για την αποστολή τους. Οδηγίες για τις κατάλληλες διαδρομές δίδονται στους οδηγούς από ένα σύστημα πλοήγησης το οποίο διαθέτουν τα ασθενοφόρα (In-Vehicle Routing and Navigation System) κατόπιν ενημέρωσης από το σύστημα διαχείρισης αποστολών.



Χωροταξικά OSD Διακίνηση προϊόντων σε αποθήκη

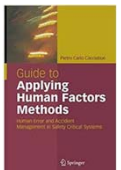
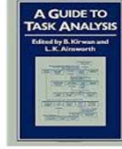
Τα προϊόντα μεταφέρονται σε χαρτοκιβώτια από έναν εκφορτωτή, τοποθετούνται επάνω σε ένα κυλιόμενο διάδρομο μεταφοράς, και στοιβάζονται στο έδαφος περιμένοντας τη μεταφορά τους στον πρώτο πάγκο εργασίας, για το άνοιγμα των χαρτοκιβωτίων και την επιθεώρηση των εγγράφων αποστολής. Κατόπιν, ένας εργάτης τα τοποθετεί σε ένα κυλιόμενο μεταφορέα και τα μεταφέρει στο δεύτερο πάγκο εργασίας, όπου περιμένει για λίγο, και μετά τα τοποθετεί επάνω στον πάγκο, προκειμένου να γίνει έλεγχος των κομματιών και συνδέσεων του προϊόντος από κάποιον άλλο ειδικό. Ακολουθεί η τοποθέτησή τους στο χειροκίνητο μεταφορέα και η μεταφορά τους στον τρίτο πάγκο εργασίας, όπου γίνεται η επιθεώρηση της λειτουργίας των διαφόρων κομματιών. Από εκεί, τα προϊόντα μεταφέρονται στον τελευταίο πάγκο εργασίας, προκειμένου να γίνει η απογραφή τους και η καταχώρησή τους σε συγκεκριμένα ράφια αποθήκευσης.



	Ερωτήσεις - Απαντήσεις
5. Περιορισμοί - Δυσκολίες	5.1 Τι δυσκολίες υπάρχουν στην προσοχή, μνήμη και κρίση για την εργασία αυτή; 5.2 Με ποίο τρόπο παρακολουθείτε την πρόοδο των εργασιών και πώς εντοπίζετε κάποιες διακοπές ή παραλήψεις ; 5.3 Θα ωφελούσε η αλλαγή του τρόπου δράσης ώστε να γίνουν οι ενέργειες ευκολότερα; (εναλλακτικές ενέργειες)
6. Πιθανά λάθη	6.1 Σε ποιες περιπτώσεις θα μπορούσε να εξελιχθεί διαφορετικά η εργασία; Ποια είναι τα πιθανά λάθη; 6.2 Ποια θα ήταν η απόδοση για την ίδια κατάσταση από κάποιον άπειρο συνάδελφό σας; Τι δεν θα μπορούσε να διακρίνει; 6.3 Αν τελικά γινόταν τα παραπάνω λάθη, ποιες θα ήταν οι επιπτώσεις; Πώς θα μπορούσαν να διορθωθούν εύκολα;
7. Εναλλακτικοί τρόποι αντιμετώπισης	7.1 Σε περίπτωση εκτροπής από το κανονικό, ποιες θα ήταν οι ενέργειές σας; 7.2 Υπήρχαν εναλλακτικές επιλογές; Γιατί δεν επιλέχθηκαν ; 7.3 Όταν εκτελείται αυτή η εργασία υπάρχουν έξυπνοι τρόποι (π.χ. ευρηκτικές τακτικές) που θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμοι;
8. Κατάλληλος εξοπλισμός & ανθρώπινοι πόροι	8.1 Υπάρχει κατάλληλος εξοπλισμός για την εκτέλεση αυτής της εργασίας; Ποιος είναι αυτός; 8.2 Έχετε στηριχθεί στην εμπειρία σας για να αποφύγετε την έλλειψη διαθεσιμότητας εξειδικευμένου εξοπλισμού; Και πώς; 8.3 Θα μπορούσατε να φανταστείτε κάποιο «ιδανικό εργαλείο» που θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο σε αυτή την εργασία;
9. Επιπλέον πληροφορίες	9. Έχετε να κάνετε κάποια παρατήρηση ή να προσθέσετε σχετικές πληροφορίες που να πιστεύετε ότι θα ήταν χρήσιμες;

Ανάλυση πυρόσβεσης με την ACTA
Κρισιμότητα εργασίας Η κρισιμότητα έγκειται στον περιορισμό των ζημιών και την περαιτέρω επέκταση της πυρκαγιάς καθώς και στη γρήγορη και ψύχραιμη αντίδραση Σημαντικά στοιχεία και στόχοι Αναζήτηση της ασφαλέστερης και ταχύτερης πρόσβασης στους εγκλωβισμένους και στην εστία της φωτιάς με τα κατάλληλα κατασβεστικά μέσα ώστε να σβήσει η πυρκαγιά και να ελαχιστοποιηθούν οι ζημιές. Αναγκαίες πληροφορίες • Πού ακριβώς είναι η εστία της πυρκαγιάς; • Τι καίγεται και πόση ώρα καίει η πυρκαγιά; • Έχει διακοπεί η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος; • Ποια είναι η ασφαλέστερη και ταχύτερη πρόσβαση προς την εστία; • Υπάρχουν εγκλωβισμένοι και ποια είναι η αμεσότερη και ασφαλέστερη οδός προσέγγισης; Περιορισμοί - Δυσκολίες • Πρέπει να συνεκτιμηθούν πολλοί παράγοντες σε ελάχιστο χρόνο • Επικρατούν πολλές δυσμενείς συνθήκες εργασίας (π.χ. καπνός, υψηλή θερμοκρασία, κίνδυνος εκρήξεων, ηλεκτρικό ρεύμα κλπ). • Οι αναπνευστικές συσκευές δυσκολεύουν την εργασία

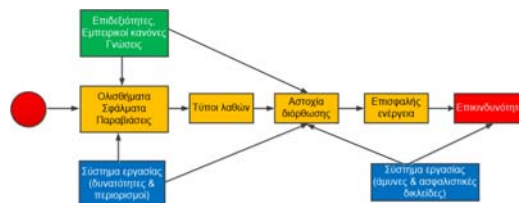
Ανάλυση πυρόσβεσης με την ACTA
Ενδεχόμενες καταστάσεις και ανθρώπινα λάθη Το ενδεχόμενο της γρήγορης εξάπλωσης της πυρκαγιάς και της αβεβαιότητας για τυχόν εγκλωβισμένους, καθιστά την επιχείρηση επικίνδυνη. Επιχειρησιακά λάθη περιλαμβάνουν: • Καθυστερημένη ή λανθασμένη πληροφόρηση για τυχόν εγκλωβισμένους • Παράλειψη ελέγχου κινδύνων που αφορούν την ασφάλεια του προσωπικού (π.χ. ηλεκτρικό ρεύμα, φιάλες υπό πίεση, κλπ) • Αδυναμία διάκρισης σημάτων που ενδεχομένως θα βοηθούσαν στο γρήγορο εντοπισμό της εστίας (π.χ. ο ήχος της πυρκαγιάς, η υψηλή θερμοκρασία κ.α.) • Ακατάλληλος τρόπος πρόσβασης στο χώρο της πυρκαγιάς • Ακατάλληλη επιλογή κατασβεστικού υλικού Εναλλακτικοί τρόποι δράσης Οποτε είναι δυνατόν και ενδείκνυται χρησιμοποιείται το νερό ως κατασβεστικό υλικό, εναλλακτικά της ξηράς σκόνης και του αφρού. • Εύρεση τρόπων βελτίωσης της ορατότητας και επικοινωνίας • Προληπτικός έλεγχος ηλεκτρικού ρεύματος στο χώρο της πυρκαγιάς (π.χ. ρίχνεται μία μόνο ραβή σε κάποιο πίνακα ή σε γυμνά καλώδια για να δούμε εάν προκληθεί βραχυκύκλωμα) • Αναζήτηση τυχόν ανοιγμάτων στο καιγόμενο χώρο ώστε να επιτευχθεί καλή εξαέρωση και να αποκατασταθεί η ορατότητα. Με τον τρόπο αυτό γίνεται πιο ορθολογική η χρήση του κατασβεστικού υλικού

BOOKS
     

Κεφάλαιο 6 Ανθρώπινη αξιοπιστία

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Πλαίσιο ανάλυσης ενδογενών αιτιών και ανθρώπινων λαθών



Λέξεις - κλειδιά για τον προσδιορισμό λαθών

1. Αδυναμία προσδιορισμού στόχου ή ενέργειας (π.χ. δεν έγινε γιατί δεν μπόρεσε να σκεφθεί τι να κάνει)
2. Παράλειψη (π.χ. δεν έγινε γιατί ξεχάστηκε ή διακόπηκε)
3. Ανεπάρκεια (π.χ. έγινε αλλά ο στόχος ή σειρά ενεργειών εκπληρώθηκε)
4. Λάθος σχεδιασμού ή εκτέλεσης (π.χ. έγινε αλλά δεν σχεδιάστηκε σωστά ή έγινε λάθος χειρισμού σε μέγεθος ή κατεύθυνση αλλαγής)
5. Παρενέργεια σε άλλη εργασία
6. Καθυστερήση (π.χ. στην έναρξη ή στη διάρκεια της εργασίας)
7. Πρόωρη εκτέλεση (π.χ. έγινε χωρίς να πληρούνται οι προϋποθέσεις)
8. Επανάληψη (π.χ. δεν πρόσεξε ότι είχε ήδη γίνει από κάποιον άλλο)
9. Δυσκαμψία σχεδίου δράσης (π.χ. σε αλλαγές ή σε απρόοπτα γεγονότα)
10. Ανεπαρκής προσαρμογή στόχου ή κατεύθυνσης

ΤΥΠΟΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΛΑΘΩΝ

- **ΟΛΙΣΘΗΜΑΤΑ & ΚΕΝΑ ΜΝΗΜΗΣ:** Σωστό σχέδιο – λάθος χειρισμός ή έλεγχος
- **ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΚΑΝΟΝΩΝ:** Λάθος Σχέδιο – Σωστή απόφαση
- **ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΓΝΩΣΗΣ:** Λανθασμένη απόφαση - διάγνωση
- **ΠΑΡΑΒΙΑΣΕΙΣ:** Εσκεμμένη παράκαμψη του ενδεικνυόμενου σχεδίου

Ολισθήματα

Αντίληψη – Παρατήρηση	Εκτέλεση δράσεων
- Παράλειψη ή αδυναμία αντίληψης πληροφορίας - Καθυστερημένη αντίληψη - Εσφαλμένη αντίληψη - Ανεπαρκής αριθμός δεδομένων - Άσχετα δεδομένα - Σχετικά αλλά πλεονάζοντα δεδομένα - Εστίαση σε έντονες ή συναρπαστικές πληροφορίες	- Παράλειψη ενέργειας ή οπτικού ελέγχου - Καθυστερημένη ενέργεια ή έλεγχος - Πρόωρη ενέργεια ή έλεγχος - Επανάληψη ενέργειας - Ενέργεια σε λάθος χρονική στιγμή - Ανεπαρκής ενέργεια ή έλεγχος - Εσφαλμένη ρύθμιση - Εσφαλμένη επιλογή αντικειμένου - Παρενέργεια από μία εργασία

Σφάλματα κανόνων

Αναγνώριση κατάστασης	Σχεδιασμός δράσεων (επιλογή κανόνων)
- Αδυναμία αναγνώρισης κατάστασης - Καθυστερημένη αναγνώριση - Πρόωρη αναγνώριση - Ανεπαρκής αναγνώριση - Σφάλμα αναγνώρισης - Εστίαση αναγνώρισης	- Παρενέργεια από το σχέδιο δράσης - Καθυστερημένος σχεδιασμός - Πρόωρη αποδοχή σχεδίου δράσης - Ανεπαρκές σχέδιο δράσης - Εσφαλμένο σχέδιο δράσης - Δυσκαμψία στην προσαρμογή σχεδίου

Σφάλματα γνώσης

Ερμηνεία κατάστασης	Επιλογή στόχων και αποφάσεων
- Αδυναμία διάγνωσης ή πρόβλεψης - Καθυστερημένη διάγνωση ή πρόβλεψη - Πρόωρη διάγνωση ή πρόβλεψη - Ανεπαρκής διάγνωση ή πρόβλεψη - Εσφαλμένη διάγνωση ή πρόβλεψη - Εστίαση διάγνωσης ή πρόβλεψης	- Αδυναμία επιλογής στόχου - Καθυστερημένη επιλογή - Πρόωρη επιλογή - Ανεπαρκής προσδιορισμός στόχου - Εσφαλμένη επιλογή στόχου - Εστίαση σε προηγούμενο στόχο

Βαθύτερες ενδογενείς αιτίες

➤ Μια επισφαλή ενέργεια (π.χ. παράλειψη μιας εργασίας) μπορεί να οφείλεται σε διαφορετικές αιτίες:

- ✓ ΟΛΙΣΘΗΜΑ
- ✓ ΣΦΑΛΜΑ
- ✓ ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ

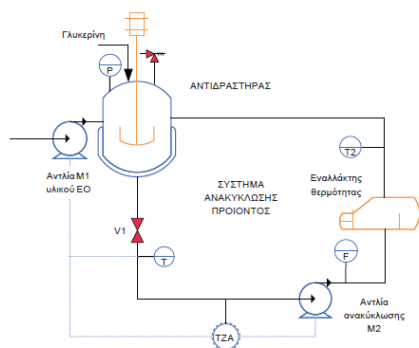
➤ Μόνον όταν γίνει η **ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗ** της **επισφαλούς ενέργειας** με τον **τύπο λάθους** είναι δυνατόν να γίνουν εργονομικές παρεμβάσεις για την πρόληψη ατυχημάτων

Εξωγενείς αιτίες ατυχημάτων

- έλλειψη διαθεσιμότητας των αναγκαίων πληροφοριών
- ακατάλληλη μορφή ή παρουσίαση των πληροφοριών
- ακατάλληλη χωροθέτηση των χειριστηρίων
- ακατάλληλη διαμόρφωση του χώρου εργασίας
- επιβαρυντικές για τον εργαζόμενο συνθήκες περιβάλλοντος
- ακατάλληλη οργάνωση των ωραρίων και των διαλειμμάτων
- υπερβολική χρονική και ψυχική πίεση των εργαζομένων
- ανεπαρκής εκπαίδευση

Κατηγορίες λάθους	Τύπος λάθους	Βαθύτερες ενδογενείς αιτίες	Εξωγενείς αιτίες
ΟΛΙΣΤΗΜΑ	Παράλειψη ενέργειας	Λήθη (έχασε)	Φόρτος εργασίας
	Παράλειψη ενέργειας	Υπόθεση (Υπέθεσε ότι κάποιος άλλος θα την έκανε)	Συντονισμός
	Αδυναμία αντίληψης της στιγμής που θα έπρεπε να γίνει	Διακοπή (πήγε να την κάνει αλλά κάποιος τον διέκοψε)	Επικοινωνίες
ΣΦΑΛΜΑ	Επίταση σε άλλες πληροφορίες	Λανθασμένη προσπάθεια ενέργειας	Πίνακες ελέγχου
	Ανεπαρκές ή εσφαλμένο σχέδιο δράσης	Πρότυπα συνήθειας (συνήθως δεν χρειαζόταν στις περισσότερες εργασίες)	Εμπειρία
	Ανεπαρκές ή εσφαλμένο σχέδιο δράσης	Εσφαλμένες προτεραιότητες στο σχέδιο δράσης	Εκπαίδευση, εμπειρία, γραπτές οδηγίες
ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ (ΠΑΡΑΚΑΜΨΗ)	Ανεπαρκές ή εσφαλμένη ερμηνεία	Εσφαλμένο νοητικό μοντέλο (δεν ήξερε ότι έπρεπε να γίνει)	Εκπαίδευση, εμπειρία, πίνακες ελέγχου
	Παρενέργεια από παράκαμψη	Υπεραπλούστευση (δεν σκέφθηκε τις συνέπειες)	Εκπαίδευση, εμπειρία, πίεση χρόνου, γραπτές οδηγίες
	Παρενέργεια από παράκαμψη	Εξάρτηση από συνήθειες (Αποφάσισε να μην την κάνει επειδή έπαιρνε χρόνο)	Εκπαίδευση, εμπειρία, πίεση χρόνου, γραπτές οδηγίες

Εξώθερμη αντίδραση σε χημικό αντιδραστήρα



Συνθήκες λειτουργίας

- Ο χειριστής προσθέτει αρχικά την γλυκερίνη και την προθερμαίνει στους 115ο C μέσω της κυκλοφορίας της σε ένα εναλλάκτη θερμότητας.
- Στη θερμοκρασία αυτή γίνεται η προσθήκη του συστατικού ΕΟ (οξείδιο του αιθυλενίου)
- Ο αυτοματισμός δεν επιτρέπει τη λειτουργία της αντλίας M1 όταν η θερμοκρασία T1 < 115ο C και όταν υπάρχει πρόβλημα στην αντλία M2
- Το όργανο T είχε τοποθετηθεί πολύ κοντά στην αντλία M2 με αποτέλεσμα να μετράει την υπερθέρμανση της αντλίας που λειτουργούσε με τη βαλβίδα εισόδου κλειστή.
- Ο αλγόριθμος του συστήματος αναφερόταν στην ενεργοποίηση της αντλίας M2 και όχι στην σωστή λειτουργία της (δλδ με την βαλβίδα εισόδου ανοικτή ώστε να υπάρχει κυκλοφορία γλυκερίνη στην αντλία)

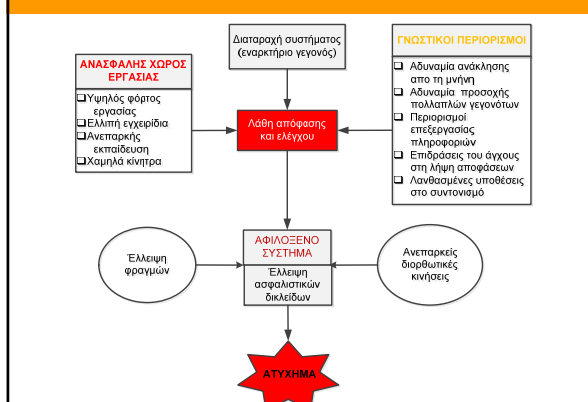
Ιστορικό ατυχήματος

- Μια ημέρα, όταν έγινε η προσθήκη του ΕΟ, ο χειριστής είδε ότι η πίεση στον αντιδραστήρα ανέβηκε υπερβολικά, ένδειξη που σήμαινε ότι η αντίδραση δεν είχε ξεκινήσει.
- Επίσης η θερμοκρασία των προϊόντων (T1) < θερμοκρασία αντίδρασης (120 C).
- Ένας συνάδελφός είχε ξεχάσει να ανοίξει την βαλβίδα απορροής V για να ξεκινήσει η ανακύκλωση και θέρμανση της γλυκερίνης.
- Παρότι η αντίδραση δεν ξεκίνησε, το όργανο T έδειχνε υψηλή θερμοκρασία επειδή ήταν πολύ κοντά στην αντλία M2 η οποία είχε υπερθερμανθεί εφόσον λειτουργούσε με κλειστή τη βαλβίδα εισόδου V.
- Ο χειριστής δεν μπορούσε να καταλάβει ότι δεν γινόταν ανακύκλωση της γλυκερίνης επειδή το όργανο παροχής F δεν λειτουργούσε λόγω συντήρησης.
- Το σύστημα ανακύκλωσης διέθετε και άλλο όργανο μέτρησης της θερμοκρασίας (T2) αλλά, δυστυχώς, ο χειριστής δεν έκανε ένα διασταυρωτικό έλεγχο των οργάνων
- Η υπόθεση του χειριστή ήταν ότι η ανακύκλωση ήταν κανονική αλλά η θερμοκρασία έπρεπε να αυξηθεί λίγο για να ξεκινήσει η αντίδραση. Έτσι, περίμενε αρκετά έως ότου η θερμοκρασία αυξήθηκε στους 140ο C αλλά η πίεση δεν μειωνόταν.
- Τότε συνειδητοποίησε ότι η βαλβίδα V παρέμενε κλειστή και πήγε να την ανοίξει αμέσως.
- Έτσι, 3 τόνοι των υασιών που δεν είχαν αντιδράσει ακόμη πέρασαν από τον εναλλάκτη θερμότητας και αντέδρασαν βίαια με αποτέλεσμα να γίνει έκρηξη στον αντιδραστήρα.

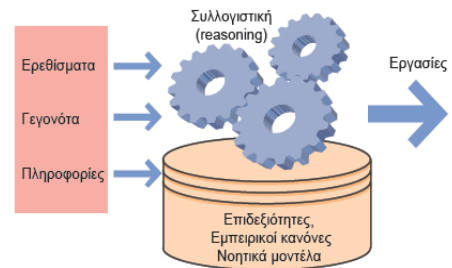
Ενδογενείς και ενδογενείς αιτίες ατυχήματος

Νοητική διεργασία	Τύπος λάθους	Ενδογενείς αιτίες	Εξωγενείς αιτίες
Αναγνώριση	Ανεπαρκής αναγνώριση της κατάστασης	• Ανεπαρκής αριθμός παρατηρήσεων των T1 και T2 • Αδυναμία αντίληψης της παροχής της αντλίας (F)	• Ανεπαρκής διασταυρωτικός έλεγχος αξιοπιστίας • Εφησυχασμός
Ερμηνεία	Εστίωση ερμηνείας	Ανεπιβεβαίωτες υποθέσεις	Εκπαίδευση, εμπειρία
Σχεδιασμός δράσης	Πρόωρη αποδοχή σχεδίου δράσης	Εσπευσμένη αντίδραση	Κακή πολιτική μη επανερгоποίησης των οργάνων (F)
			Σχεδιαστικό λάθος συστ. ασφαλείας
			Εκπαίδευση, εμπειρία

Συστημικό πλαίσιο ασφάλειας



Οι επιδόσεις εργασίας ως αποτέλεσμα της συνδυαστικής δράσης των συλλογισμών και των γνώσεων που υπάρχουν στη μνήμη



Συλλογισμοί

- Οι συλλογισμοί αναφέρονται στις νοητικές διεργασίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη, προσαρμογή και εφαρμογή των επιδεξιοτήτων, κανόνων και γνώσεων.

- ✓ έλεγχος των υποθέσεων
- ✓ αντιμετώπιση της αβεβαιότητας,
- ✓ απλούστευση του προβλήματος,
- ✓ εξάρτηση από έτοιμες λύσεις
- ✓ τρόπος προσαρμογής σε νέες συνθήκες,
- ✓ τρόπος ανάπτυξης νέων κανόνων κ.α.

Decision biases

- Οι ατέλειες στους συλλογισμούς είναι επίσης γνωστές ως μεροληψίες ή προκαταλήψεις (decision biases).

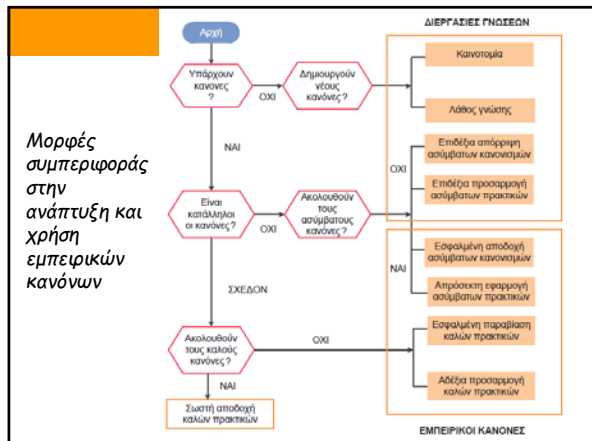
- ✓ Μεροληψία διαθεσιμότητας
- ✓ Προδιάθεση επιβεβαίωσης
- ✓ Εξάρτηση από πρότυπα συνήθειας

- Οι γνώσεις και οι συλλογισμοί βρίσκονται σε διαρκή ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ κατά την επίλυση ενός προβλήματος. Για παράδειγμα, τα νοητικά μοντέλα αναπτύσσονται μέσω του συλλογισμού της «απλούστευσης»

- Συγκεκριμένες πληροφορίες επεξεργάζονται από τους συλλογισμούς προκειμένου να γίνει η ερμηνεία και η επίλυση ενός προβλήματος. Ένα μέρος των πληροφοριών χρησιμο-ποιείται αυτόματα από τις επιδεξιότητες και τους εμπειρικούς κανόνες, στοχεύοντας στη γρήγορη αντιμετώπιση του προβλήματος.

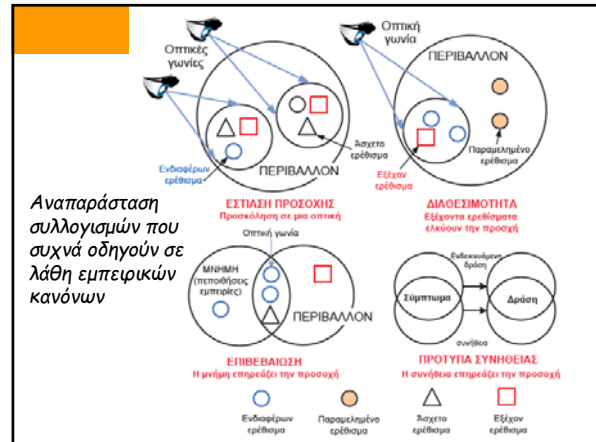
Λάθη στη χρήση εμπειρικών κανόνων

- Αδέξια προσαρμογή καλών πρακτικών
- Απρόσεκτη εφαρμογή ασύμβατων πρακτικών (π.χ. κακές συνήθειες)
- Εσφαλμένη παραβίαση καλών κανονισμών
- Εσφαλμένη αποδοχή ασύμβατων κανονισμών



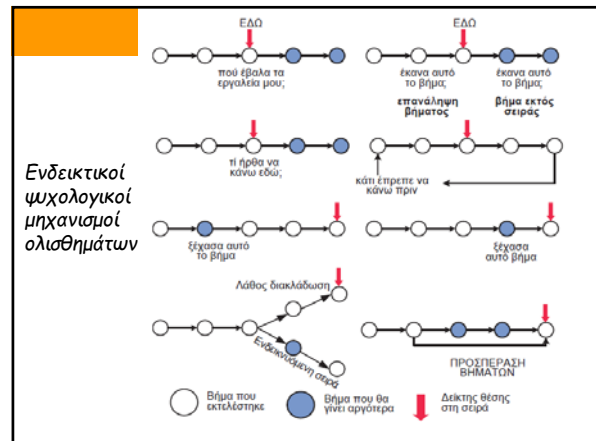
Εσφαλμένοι συλλογισμοί εμπειρικών κανόνων

- **Περιορισμένη προσοχή** (π.χ. απόσπαση προσοχής, έλλειψη αυτοσυγκέντρωσης)
- **Εστίαση της προσοχής** σε εξέχοντα ερεθίσματα ή γεγονότα που μας κεντρίζουν την περιέργεια.
- **Μεροληψία διαθεσιμότητας** – τα άτομα δίνουν μεγαλύτερες πιθανότητες από όσο πρέπει στις εμπειρίες με γεγονότα που εύκολα θυμούνται
- **Εξάρτηση από πρότυπα συνήθειας** - π.χ. ένα άτομο μπορεί να συνεχίζει να εφαρμόζει τις ίδιες πρακτικές που συνήθιζε κατά το παρελθόν, παρότι τα χαρακτηριστικά της κατάστασης άλλαξαν
- **Προδιάθεση επιβεβαίωσης** - η τάση του ανθρώπου να υιοθετεί μια συγκεκριμένη συμπεριφορά ή πρακτική που αποδείχθηκε επιτυχής στο παρελθόν.



ΟΛΙΣΘΗΜΑΤΑ - Μηχανισμοί λαθών

- **Λάθη αντίληψης**
 - ✓ Ανεπαρκής ευαισθησία – δυσκολία αντίληψης λόγω κακής απεικόνισης της ακτινογραφίας, ή κακού φωτισμού ή έλλειψης γνώσεων
 - ✓ Ακατάλληλη προσδοκία - βλέπουμε αυτό που περιμένουμε να δούμε
- **Λάθη μνήμης**
 - ✓ Λάθη κωδικοποίησης - όπου δεν δίνεται η αναγκαία προσοχή στην πληροφορία προς επεξεργασία με αποτέλεσμα να χάνεται από το συνειδητό επίπεδο
 - ✓ Αποτυχία αποθήκευσης στη μνήμη - όπου αποθηκευμένες πληροφορίες φθίνουν σταδιακά στη μνήμη του ανθρώπου.
 - ✓ Λάθη ανάκτησης από τη μνήμη - όπου πληροφορίες που γνωρίζουμε δεν μπορούν να ανακληθούν από τη μνήμη την απαιτούμενη στιγμή
- **Πρότυπα συνήθειας** (π.χ. λανθασμένη ή προσπέραση)

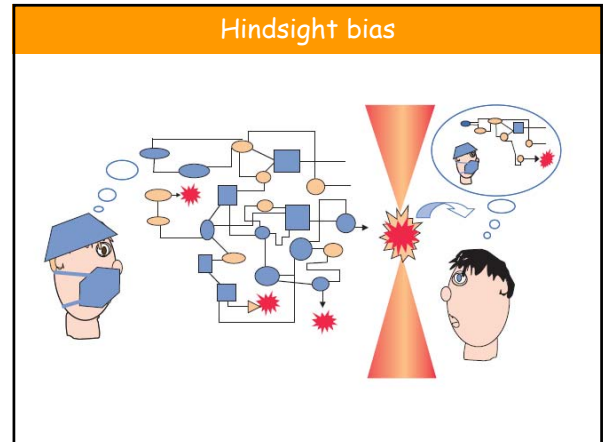
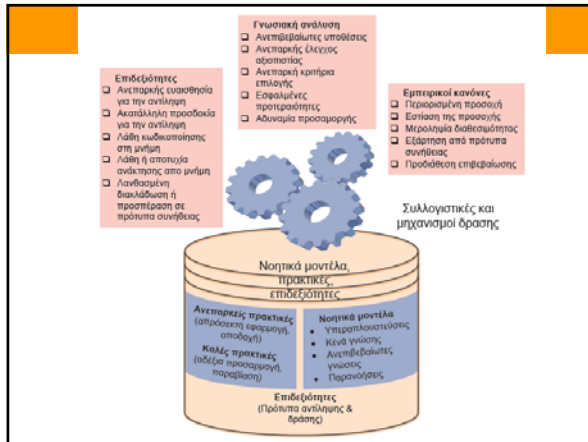




- ### Ατέλειες στην ανάπτυξη και ενημέρωση των νοητικών μοντέλων
- Υπεραπλούστευση
 - Κενά γνώσης
 - Ανεπιβεβαίωτες γνώσεις
 - Παρανοήσεις

- ### Παραβιάσεις ή παρακαμπτήριες λύσεις
- **Παραβιάσεις ρουτίνας.** Γίνονται για την αποφυγή επιπλέον προσπάθειας, την ταχύτερη διεκπεραίωση της εργασίας, την επίδειξη επιδεξιότητας ή την παράκαμψη των διαδικασιών που φαίνονται περιττές ή κοπιώδεις
 - **Αναζήτηση συναρπαστικών εμπειριών.** Οι άνθρωποι έχουν πολλούς στόχους που δεν σχετίζονται όλοι με την εργασία τους. Αυτές οι παραβιάσεις γίνονται για λόγους επίδειξης ή απλά για αναζήτηση συναρπαστικών εμπειριών
 - **Περιστασιακές παραβιάσεις.** Πολλές φορές είναι αδύνατο να ολοκληρωθεί μια εργασία χωρίς την παραβίαση κάποιων τυπικών διαδικασιών. Το πρόβλημα τότε φαίνεται να βρίσκεται στο σχεδιασμό των συστημάτων εργασίας που δεν παρέχουν τα αναγκαία μέσα & χρόνο για την επιτυχή εκτέλεση των εργασιών





Κεφάλαιο 7 Διόρθωση και εξάρτηση ενεργειών

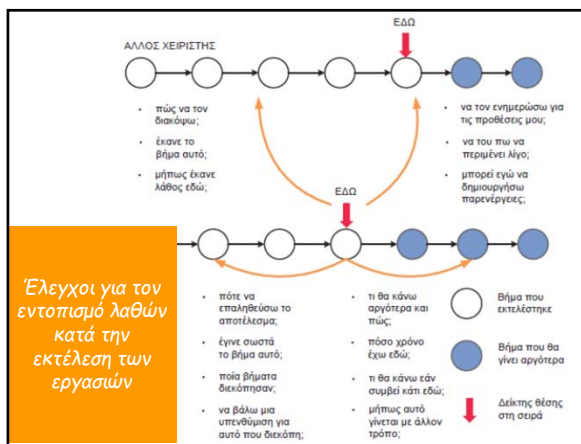
Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Διόρθωση λαθών

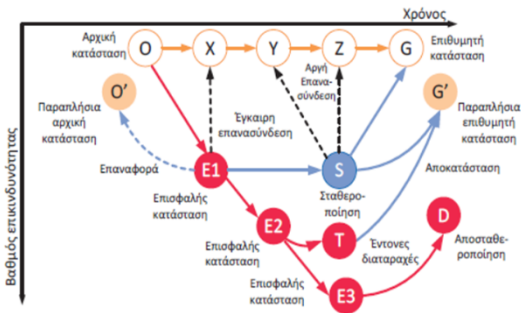
- **Αναγνώριση λάθους** που αναφέρεται στην υποψία ύπαρξης κάποιου διαπραχθέντος λάθους ή στην πρόβλεψη κάποιου μελλοντικού λάθους
- **Ερμηνεία λάθους** που αναφέρεται στην αναγνώριση της φύσης του λάθους και στην εξεήγηση των αιτιών
- **Διόρθωση ή αποκατάσταση λάθους** που αναφέρεται στην τροποποίηση του υφιστάμενου σχεδίου ή στην ανάπτυξη νέου σχεδίου ως αντιστάθμισμα.

Αναγνώριση λαθών

- Εντοπισμός λαθών **με βάση τα αποτελέσματα** (outcome-based detection): όπου τα λάθη αναγνωρίζονται αφού έχουν επιφέρει κάποιες βλαβερές επιπτώσεις στο σύστημα.
- Παγίδευση λαθών **κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης** της εργασίας: όπου τα λάθη εντοπίζονται την ώρα που γίνονται
- Πρόβλεψη λαθών **κατά τη διαμόρφωση ενός σχεδίου** δράσης: όπου ένα σχέδιο δράσης αναθεωρείται για να ληφθούν υπόψη νέα αποδεικτικά στοιχεία, συγκρούσεις στόχων και εξαρτήσεις εργασιών



Διάγραμμα μεταβατικών καταστάσεων στην πορεία της αποκατάστασης



Στρατηγικές αναγνώρισης και αποκατάστασης λαθών

- Επαγρύπνηση
- Έλεγχοι ρουτίνας- αυτοέλεγχοι
- Σχολιασμός -επίκριση αντιλήψεων
- Ενημέρωση συναδέλφων
- Προγραμματισμός ενεργειών
- Ανασκόπηση σχεδίων
- Σύμπλεξη ενεργειών

Επαγρύπνηση

- Είναι επάγρυπνος σε γεγονότα ή αλλαγές στο περιβάλλον που μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα αργότερα.
- Φροντίζει να ενημερωθεί ή να βρει πληροφορίες για το τι μπορεί να συναντήσει στο επόμενο χρονικό διάστημα.
- Εάν βρει λίγο χρόνο, προετοιμάζεται για περιόδους μεγαλύτερου φόρτου εργασίας.
- Είναι επάγρυπνος στο φόρτο εργασίας των συναδέλφων του και σε πιθανές καταστάσεις κόπωσης των άλλων.

Έλεγχοι ρουτίνας- αυτοέλεγχοι

- Επαναλαμβάνει νοερά μια σειρά βημάτων για να δει εάν παρέλειψε κάτι
- Επαναλαμβάνει νοερά μια σειρά βημάτων που πρέπει να εκτελέσει αργότερα υπό πίεση χρόνου.
- Εάν τον διακόψουν, ξεκινά έναν επανέλεγχο από αρκετά βήματα πριν την διακοπή.
- Σημειώνει- ενθυμείται ενέργειες που αναβλήθηκαν και πρέπει να εκτελεστούν σύντομα.

Σχολιασμός -επίκριση αντιλήψεων

- Σημειώνει - ενθυμείται τις ενδείξεις που λείπουν για να επιβεβαιώσει την ερμηνεία του.
- Αναγνωρίζει τα «κενά» που υπάρχουν στην «θεωρία» του για τα αίτια της κατάστασης.
- Δεν απορρίπτει τυχόν υποψίες για άλλες ερμηνείες
- Σημειώνει -ενθυμείται ενδείξεις ή πληροφορίες που αρχικά δεν έδωσε την πρέπουσα σημασία.
- Προσπαθεί, όσο είναι δυνατόν, να διπλο-τσεκάρει τις ενδείξεις κρίσιμων οργάνων.

Ενημέρωση συναδέλφων

- Είναι επάγρυπνος στα συμπτώματα κόπωσης των συναδέλφων του.
- Εκφράζει τις υποψίες και ανησυχίες στον επόπτη ώστε να βοηθήσει στην έγκαιρη διόρθωση λαθών.
- Εντοπίζει τα λάθη των συναδέλφων του, χωρίς να εξοργίζεται μπροστά τους.
- Ενημερώνει συναδέλφους για δικά τους σφάλματα χωρίς να αποδίδει ευθύνες.

Προγραμματισμός ενεργειών

- Αποφασίζει ποιές ενέργειες έχουν προτεραιότητα και ποιές μπορούν να αναβληθούν εάν στενέψουν τα περιθώρια.
- Σημειώνει - ενθυμείται ποιές ενέργειες μπορούν να πάρουν περισσότερο χρόνο απ' ότι έχει προβλεφθεί.
- Σκέφτεται εκ των προτέρων σε ποιες ενέργειες μπορεί να ζητήσει την βοήθεια των συναδέλφων του εάν χρειαστεί.
- Γνωρίζει πότε και πώς να αναβάλλει, για το εγγύς μέλλον, κάποιες ενέργειες που θεωρεί δευτερευούσης σημασίας.

Ανασκόπηση σχεδίων

- Σκέφτεται εκ των προτέρων πότε θα προβεί σε επανεκτίμηση της κατάστασης.
- Δεν προσκολλάται στο σχέδιο δράσης και είναι πρόθυμος να το «ράψει» στα μέτρα κάποιων απρόβλεπτων γεγονότων.
- Ενεργητικά χρησιμοποιεί τις νέες ενδείξεις για να επικρίνει τις υποθέσεις του και όχι να «εκλογικεύσει» τα λάθη του.
- Εξετάζει προσεκτικά ότι έχει καταφέρει και ποιές ενέργειες πρέπει να προσέξει στα επόμενα στάδια.

Σύμπλεξη ενεργειών

- Οργανώνει μια σειρά βημάτων ώστε, εάν γίνει λάθος, να μπορέσει να επαναλάβει ή να αλλάξει τα βήματα που εκτέλεσε.
- Δημιουργεί «τεχνικές ενδείξεις» όταν κάτι διακόπηκε και πρέπει να συνεχιστεί αργότερα
- Δημιουργεί «υπομνήματα» για να θυμηθεί να κάνει κάποια ενέργεια σε μια χρονική στιγμή.
- Δημιουργεί «τεχνητά εμπόδια» για να αποφύγει να προβεί άθελά του σε κάποια ενέργεια λόγω συνήθειας.

Σχέσεις εξάρτησης

- Ας υποθέσουμε ότι προσθέτουμε μία εφεδρική αντλία για τη διατήρηση της παροχής σε μία δεξαμενή.
- Εάν η πιθανότητα αποτυχίας της κάθε αντλίας είναι 1 στις 1000, τότε η πιθανότητα αποτυχίας των δύο αντλιών μαζί είναι 1 στο 1.000.000.
- Εάν υπάρχει εξάρτηση (π.χ. συντηρούνται από τον ίδιο τεχνίτη ή τροφοδοτούνται από την ίδια πηγή ρεύματος),
- Τότε η συνολική πιθανότητα αστοχίας δεν θα είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από 1 στις 1000.

Είδη εξάρτησης

- **Μεμονωμένη εξάρτηση από κοινούς παράγοντες.**
Ένας τεχνικός που επισκευάζει την κύρια και την εφεδρική αντλία, μπορεί να επαναλάβει το ίδιο λάθος και στις δύο αντλίες. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιείται ένα ενδεικτικό όργανο που δεν είναι κατάλληλα σχεδιασμένο, ή ο φωτισμός του χώρου να είναι φτωχός, πράγμα που οδηγεί τους χειριστές σε λανθασμένη ανάγνωση πολλών οργάνων.
- **Εξάρτηση ατόμου από άτομο στην ίδια ομάδα εργασίας.**
Ένας επόπτης δείχνει άκριτη εμπιστοσύνη σε έναν εργαζόμενο και παραμελεί τους διασταυρωτικούς ελέγχους.
- **Εξάρτηση ατόμου από το σύστημα.**
Ένας χειριστής εμπιστεύεται έναν αυτοματισμό ή συναγερμό, χωρίς να εκτελεί τους διασταυρωτικούς ελέγχους που του έχουν ανατεθεί για την εργασία.

Παράγοντες επιρροής στις σχέσεις εξάρτησης

Είδος εργαλείων	Όταν δύο εργασίες γίνονται με τη χρήση του ίδιου εργαλείου, τότε μπορούν αμφότερες να επηρεαστούν αρνητικά εάν το εργαλείο είναι ελαττωματικό
Αριθμός ατόμων	Δύο εργασίες που γίνονται από το ίδιο άτομο επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο (π.χ. κουρασμένο, εφησυχασμένο ή άπειρο άτομο) ανεξάρτητα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τη δυσκολία τους
Ανεξάρτητοι επόπτες	Εάν δύο εργασίες γίνονται παρουσία ενός επιπλέον ατόμου, που εποπτεύει την εργασία του χειριστή, τότε παρουσιάζονται επιπρόσθετες πληροφορίες που μειώνουν την εξάρτηση των εργασιών
Σχέσεις εμπιστοσύνης	Εάν υπάρχει μεγάλη σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ ενός χειριστή και ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου ή ενός συναδέλφου, τότε χάνεται το πλεονέκτημα της επίβλεψης των εργασιών από το επιπλέον άτομο
Χρονικά περιθώρια	Εάν το προσωπικό ολοκληρώνει δύο εργασίες σε γρήγορη διαδοχή, τότε αυξάνεται η πιθανότητα να συνεχίσει ο εργαζόμενος την ίδια συμπεριφορά και με τη δεύτερη εργασία
Χώρος εργασίας	Δύο εργασίες που λαμβάνουν χώρα στον ίδιο χώρο εργασίας, μοιράζονται τις ίδιες συνθήκες εργασίας (π.χ. φωτισμού, θορύβου, σχεδιασμού θέσεων εργασίας) και έχουν κοινούς παράγοντες επιρροής

Μέθοδοι μείωσης της εξάρτησης

- Με τον κατάλληλο **σχεδιασμό** μπορούμε να εμποδίσουμε μια εργασία να δημιουργεί συνθήκες που επηρεάζουν τη μεταφορά ενός λάθους - π.χ. τα μέρη του εξοπλισμού σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι αδύνατο να επαναληφθεί ένα λάθος
- **Μείωση αύξευξης εργασιών** - π.χ. χρονικός διαχωρισμός των εργασιών και αποφυγή χρήσης του ίδιου εργαλείου σε πολλαπλές εργασίες
- **Κριτική Θεώρηση**. Μείωση της τάσης των ατόμων να δέχονται άκριτα τις ικανότητες των άλλων και να μη διατυπώνουν διαφορετικές απόψεις τους
- **Ανίχνευση λαθών και ετοιμότητα** σε μια εργασία προκαλεί αύξησης της επαγρύπνησης ώστε να είναι προσεκτικός με τη δεύτερη εργασία (π.χ. αυτόματοι συναγερμοί και δισταυρωτικοί έλεγχοι βοηθούν στην ανίχνευση των λαθών).

Κεφάλαιο 8 Δένδρα αστοχιών και γεγονότων

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Πλεονεκτήματα δένδρων αστοχιών/γεγονότων σε σχέση με bow ties

- Ακριβής προσδιορισμός της **χρονοσειράς** των φραγμών ασφαλείας και του **τρόπου διασύνδεσης** (AND - OR gates)
- Ποσοτική εκτίμηση πιθανότητας εμφάνισης κινδύνων
- Εξέταση σχέσεων εξάρτησης μεταξύ φραγμών ασφαλείας
- Εξέταση του ρόλου της διόρθωσης των ανθρωπίνων λαθών
- Καλύτερη μοντελοποίηση των εργασιακών και οργανωτικών παραγόντων

Σύγκριση δένδρων αστοχιών & γεγονότων

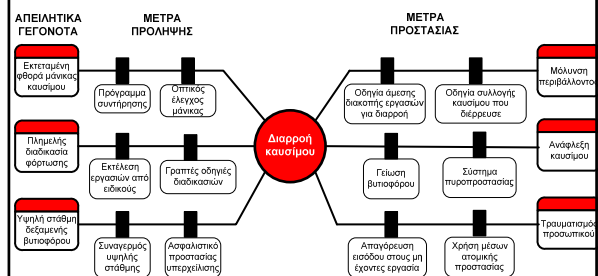
Δένδρα αστοχιών

- Ανάλυση ξεκινά από το κορυφαίο γεγονός
- Εστίαση σε ένα ατύχημα
- Χρήση πολλών πυλών διασύνδεσης
- Μοντελοποίηση εξάρτησης

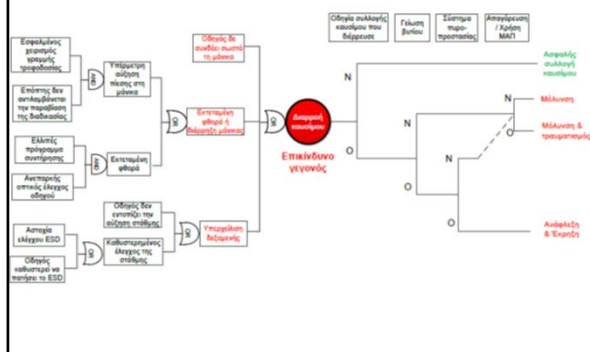
Δένδρα γεγονότων

- Ανάλυση ξεκινά από τον κίνδυνο
- Εντοπισμός πολλών ατυχημάτων
- Χρήση κυρίως πυλών OR
- Δυσκολία στην ανάλυση εξάρτησης

Από τα bow-ties στα fault & event trees



Από τα bow-ties στα fault & event trees



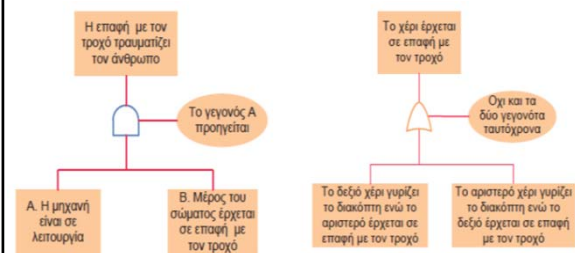
Σύμβολα ανάλυσης στο δένδρο αστοχιών

	Βασικό γεγονός: αναπαριστά ένα σφάλμα ή μια αποτυχία του εξοπλισμού που δεν απαιτεί επιπλέον περιγραφή
	Ενδιάμεσο γεγονός: αναπαριστά ένα λανθασμένο γεγονός που προκύπτει από τις αλληλεπιδράσεις άλλων γεγονότων
	Μη αναπτυγμένο γεγονός: δεν εξετάζεται περαιτέρω επειδή δεν υπάρχει διαθέσιμη πληροφορία ή είναι ασήμαντης σπουδαιότητας
	Εξωτερικό γεγονός: αναπαριστά μια συνθήκη ή ένα γεγονός που υποτίθεται ότι υπάρχει ως μια οριακή συνθήκη για το δέντρο αστοχιών
	Σύμβολα μεταφοράς που υποδηλώνουν ότι το δέντρο αστοχιών αναπτύσσεται περαιτέρω σε άλλη σελίδα

Πύλες διασύνδεσης γεγονότων

	Πύλη AND: υποδηλώνει ότι η έξοδος συμβαίνει όταν συμβαίνουν όλες οι εισόδους.
	Πύλη OR: υποδηλώνει ότι η έξοδος συμβαίνει όταν συμβαίνει οποιαδήποτε από τις εισόδους.
	Αποκλειστική πύλη (XOR): υποδηλώνει πως η έξοδος συμβαίνει όταν μία, αλλά όχι και οι δύο, από τις εισόδους συμβαίνει
	Πύλη προτεραιότητας AND: υποδηλώνει ότι η έξοδος συμβαίνει όταν όλες οι εισόδους συμβαίνουν από τα αριστερά προς τα δεξιά
	Πύλη απαγόρευσης: υποδηλώνει ότι η έξοδος συμβαίνει όταν η συνθήκη απαγόρευσης ικανοποιείται
	Πύλη m από n: υποδηλώνει πως η έξοδος συμβαίνει εάν m από n εισόδους συμβαίνουν

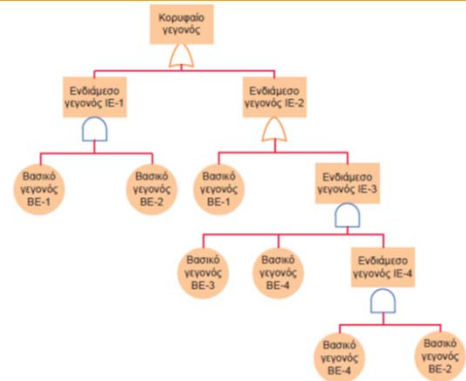
Συνθήκες προτεραιότητας & συγχρονισμού



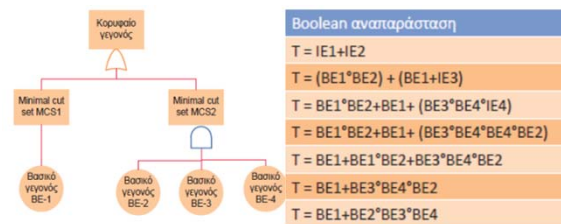
Επιλεγμένοι κανόνες της άλγεβρας Boolean

Κανόνας	Μαθηματική μορφή
Μεταβατικός κανόνας	$A \circ B = B \circ A$ $A+B = B+A$
Συνδετικός κανόνας	$A \circ (B \circ C) = (A \circ B) \circ C$ $A+(B+C) = (A+B)+C$
Διανεμητικός κανόνας	$A \circ (B+C) = A \circ B + A \circ C$ $A+(B \circ C) = (A+B) \circ (A+C)$
Μοναδιαίος κανόνας	$A \circ A = A$ $A+A = A$
Απορροφητικός κανόνας	$A \circ (A+B) = A$ $A+A \circ B = A$

Ενδεικτικό δέντρο αστοχιών προς επίλυση



Μείωση δέντρου αστοχιών με χρήση άλγεβρας Boolean



AND & OR GATES

AND gate

$P(A \circ B) = P(A) \cdot P(B)$ σε μονάδες πιθανότητας

$F(A \circ B) = F(A) \cdot P(B)$ σε μονάδες συχνότητας

Δεν επιτρέπεται: $F(A) \cdot F(B)$ καθώς το αποτέλεσμα δεν είναι συχνότητα

OR gate

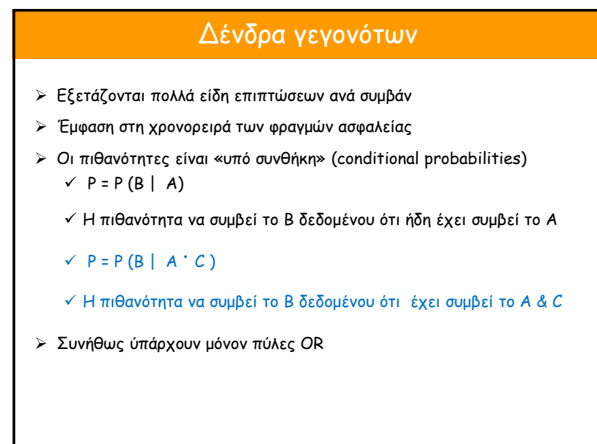
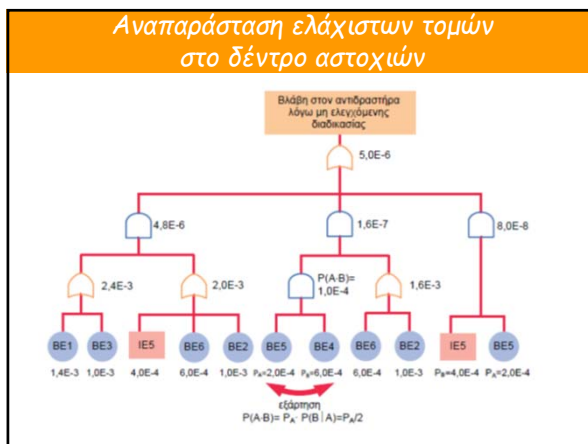
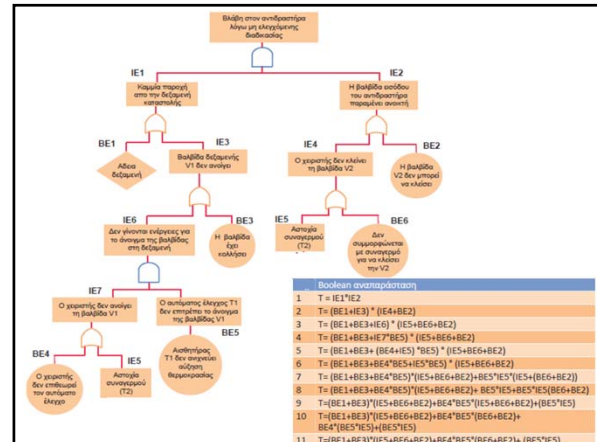
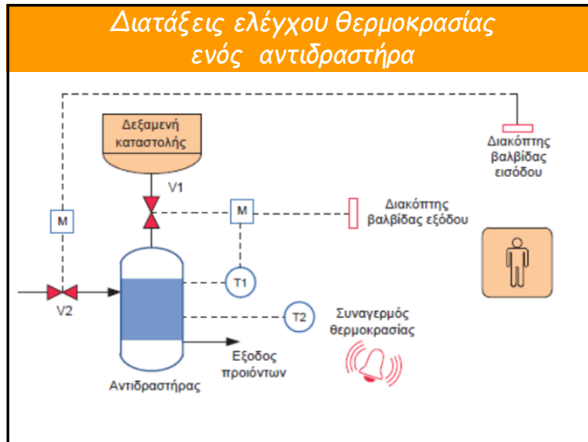
$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(A) \cdot P(B)$ σε μονάδες πιθανότητας

$F(A + B) = F(A) + F(B)$ σε μονάδες συχνότητας

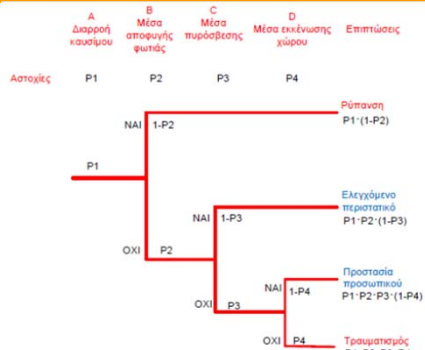
Δεν επιτρέπεται: $F(A) \cdot P(B)$ καθώς το αποτέλεσμα είναι χωρίς νόημα

$P(A+B+C) = P(A) + P(B) + P(C) - P(A) \cdot P(B) - P(A) \cdot P(C) - P(B) \cdot P(C) + P(A) \cdot P(B) \cdot P(C)$

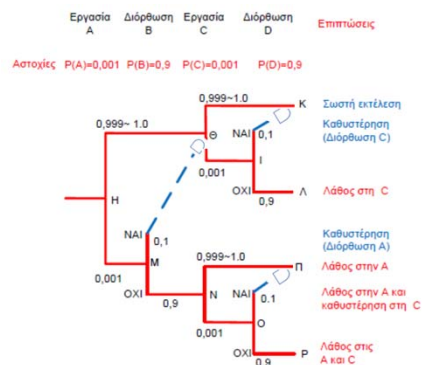
$P = \sum(1st\ terms) - \sum(2nd\ terms) + \sum(3rd\ terms) - \sum(4th\ terms), \dots$



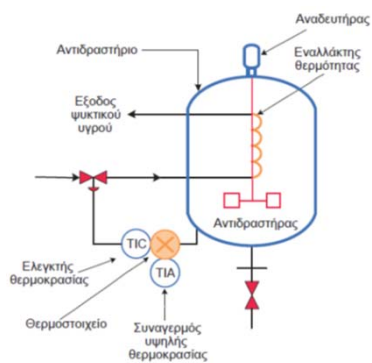
Μοντελοποίηση επιπτώσεων διαρροής καυσίμου



Δένδρο γεγονότων για δύο εργασίες με δυνατότητα διόρθωσης

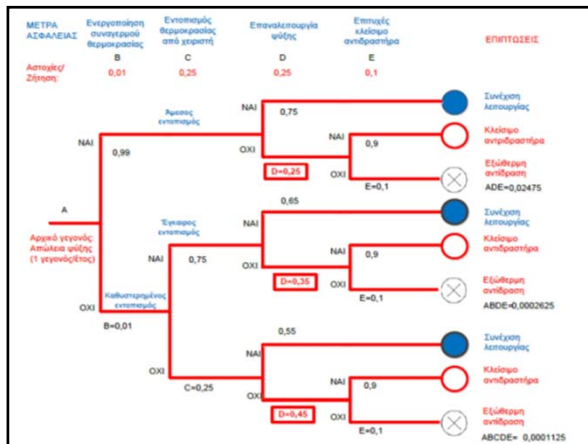


Απώλεια μηχανισμού ψύξης αντιδραστήρα



Φραγμοί ασφαλείας στον αντιδραστήρα

- Ενεργοποίηση του συναγερμού υψηλής θερμοκρασίας.
- Εντοπισμός αύξησης της θερμοκρασίας του αντιδραστήρα από τον χειριστή με την χρήση ενδεικτικών οργάνων
- Επανεκκίνηση ψύξης από τον χειριστή στον κατάλληλο χρόνο
- Τερματισμός λειτουργίας του αντιδραστήρα πριν γίνει κάποιο ατύχημα λόγω υπερθέρμανσης.



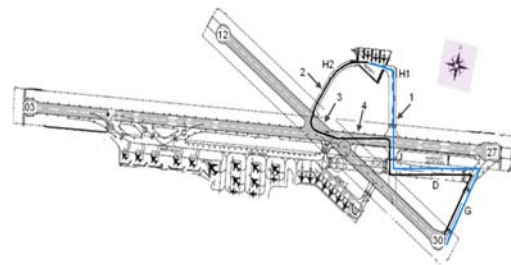
Ανάπτυξη δυναμικών δένδρων γεγονότων

- Στα δυναμικά δένδρα γεγονότων, οι διακλαδώσεις στους κόμβους γίνονται σε διακριτά χρονικά διαστήματα σύμφωνα με κάποιους κανόνες
- Τα συμβατά δένδρα γεγονότων είναι δυαδικής φύσης. Είναι δυνατόν όμως να επεκτείνουμε τη διαβάθμιση των επιδόσεων
 - ✓ Λανθασμένη επιλογή
 - ✓ Γενική επιλογή
 - ✓ Εξειδικευμένη επιλογή με καθυστέρηση
- Μοντελοποίηση αναμονής των εργαζομένων μέχρι να δράσουν
- Το μέγεθος του δένδρου τείνει να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου καθώς στενεύουν τα χρονικά περιθώρια δράσης

Κανόνες διακλάδωσης και δημιουργίας κόμβων

- Ενεργοποίηση συστημάτων ασφαλείας που έχουν σημαντική επίδραση στον έλεγχο της κατάστασης (π.χ. η ενεργοποίησή τους μπορεί να αλλάζει τα επιτρεπόμενα περιθώρια δράσης)
- Λήψη κρίσιμων αποφάσεων σχετικά με τη διάγνωση και την αντιμετώπιση του προβλήματος
- Ενημέρωση των χειριστών για τα αποτελέσματα της δράσης τους (π.χ. πληροφορίες ανάδρασης του συστήματος)
- Επιπρόσθετες πληροφορίες για την εξέλιξη της κατάστασης που μπορεί να επηρεάσουν τις εκτιμήσεις και τα σχέδια των χειριστών
- Σημεία καμπής στην ανθρώπινη απόδοση μετά τη συνεχή επίδραση κάποιων δυσμενών παραγόντων όπως, υπερβολική πίεση χρόνου, επιδεινούμενο άγχος και κόπωση

Ανασκευασμένο διάγραμμα αεροδρομίου με δύο διαδρόμους



Εφαρμογή δυναμικών δένδρων γεγονότων

Το συγκεκριμένο παράδειγμα αφορά ένα αεροδρόμιο με δύο διασταυρούμενους διαδρόμους. Λόγω της κατεύθυνσης του ανέμου που επικρατεί, μόνον ο διάδρομος Δ/M 12-30 βρίσκεται σε χρήση (Σχήμα 17.4). Η κύρια πίστα ή θέση στάθμευσης των αεροσκαφών βρίσκεται στο νότιο τμήμα του αεροδρόμιου ενώ στο βόρειο τμήμα του υπάρχει μια μικρότερη πίστα (αγρση) για ελαφρότερα αεροσκάφη.

Τα αεροσκάφη που είναι σταθμευμένα στη βόρεια πίστα χρειάζεται να διασχίσουν ένα μέρος του διαδρόμου Δ/M 03-27 προκειμένου να χρησιμοποιήσουν το εν ενεργεία διάδρομο Δ/M 12-30. Για το σκοπό αυτό ακολουθούν την πορεία H1 - J - D - G κατά την τροχοδρόμησή τους (πορεία με μπλε χρώμα). Ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα ένα αεροσκάφος να ακολουθήσει λανθασμένη τροχοδρόμηση (μαύρη γραμμή) και να εκτεθεί σε κίνδυνο «ακουσίας εισβολής στο διάδρομο».

Τα αεροσκάφη που είναι σταθμευμένα στη βόρεια πίστα χρειάζεται να διασχίσουν ένα μέρος του διαδρόμου Δ/Μ 03-27 προκειμένου να χρησιμοποιήσουν το εν ενεργεία διάδρομο Δ/Μ 12-30. Για το σκοπό αυτό ακολουθούν την πορεία H1 - J - D - G κατά την τροχόδρομηση τους (πορεία με μπλε χρώμα). Ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα ένα αεροσκάφος να ακολουθήσει λανθασμένη τροχόδρομηση (μαύρη γραμμή) και να εκτεθεί σε κίνδυνο «ακουσίας εισβολής στο διάδρομο».

Διαδοχή γεγονότων που μπορεί να οδηγήσουν σε έγκαιρη ακινητοποίηση του αεροσκάφους

```

graph LR
    A((A)) --> B[Αφού οι λόδοι δώσουν τους τραγικούς]
    B --> C[Διόρθωση από έλκυση]
    B --> D[Αδυναμία διόρθωσης από έλκυση]
    C --> E[Άμεση αναγνώριση ταραχής]
    C --> F[Άμεση αναγνώριση ταραχής]
    D --> G[Διόρθωση από πτήκωμα]
    D --> H[Αφού οι λόδοι δώσουν]
    G --> E
    H --> I[Αδυναμία διόρθωσης από πτήκωμα]
    H --> J[Αφού οι λόδοι δώσουν]
    I --> K[Απουσία επιπλέον οπτικών ελέγχων από το πτήκωμα]
    I --> L[Έλλειψη οδηγίων για σημείωση από κατά την τραγική αναγνώριση]
    J --> M[Ορατότητα πέδιου]
    E --> M
    F --> M
    M --> N[Οπτική επαλήθευση]
    M --> O[Κανή ορατότητα]
    N --> P[Ταχεία αναγνώριση ταραχής πριν την διακοπή του]
    N --> Q[Άμεση εκκένωση διαδρομής ενέχυρος]
    O --> R[Απουσία οπτικού ελέγχου]
    O --> S[Καθυστερημένη εκκένωση διαδρομής ενέχυρος]
    R --> P
    S --> T[Επίλυση πορείας εδάφους]
    T --> B2((B))
  
```

The flowchart illustrates the sequence of events leading to the timely immobilization of an aircraft. It starts with event A (Aφού οι λόδοι δώσουν τους τραγικούς). This leads to two parallel paths: one involving correction by pulling (Διόρθωση από έλκυση) and another involving inability to correct by pulling (Αδυναμία διόρθωσης από έλκυση). Both paths lead to immediate recognition of trouble (Άμεση αναγνώριση ταραχής). The inability to correct by pulling also leads to correction by maneuvering (Διόρθωση από πτήκωμα) and then to the lack of additional optical checks (Απουσία επιπλέον οπτικών ελέγχων από το πτήκωμα) and the lack of instructions for marking (Έλλειψη οδηγίων για σημείωση από κατά την τραγική αναγνώριση). The recognition of trouble leads to a clear view (Ορατότητα πέδιου), which then branches into optical verification (Οπτική επαλήθευση) and clear visibility (Κανή ορατότητα). Optical verification leads to quick recognition of trouble before the stop (Ταχεία αναγνώριση ταραχής πριν την διακοπή του) and immediate evacuation of the route (Άμεση εκκένωση διαδρομής ενέχυρος). Clear visibility leads to the absence of optical check (Απουσία οπτικού ελέγχου) and delayed evacuation of the route (Καθυστερημένη εκκένωση διαδρομής ενέχυρος). The absence of optical check leads to quick recognition of trouble before the stop, while the delayed evacuation leads to the resolution of the ground path (Επίλυση πορείας εδάφους), which finally leads to event B.

Διαδοχή γεγονότων που μπορεί να αποτρέψουν την εισβολή του αεροσκάφους στο διάδρομο

```

graph LR
    A[Απορία προκαταρκτικού συστήματος] --> B[Ημερήσια προετοιμασία στον πυργό]
    B --> C[Αυτή η απορία μπορεί να οδηγήσει σε ενέργειες]
    C --> D[Καθυστερήσεις έκδοσης διαδρομικών εντολών]
    D --> E[Επαρκής σήμανση - διαγράμμιση]
    E --> F[Ανεπαρκής σήμανση - διαγράμμιση]
    F --> G[Απουσία παραβίασης από άλλο αεροσκάφος]
    F --> H[Παραβίαση από άλλο αεροσκάφος εν γένει]
    G --> I[Ανεπαρκής σήμανση στον τροχήλατο]
    G --> J[Ανεπαρκής διαγράμμιση στο σημείο κράτησης]
    H --> K[Επιπλέον έλεγχος (ερωτών την ητ διαδρομότητα)]
    K --> L[Καθυστερήσεις έκδοσης εντολών την ητ διαδρομότητα]
    L --> M[Παραβίαση προτάσεων βάρος στον πυργό]
    M --> N[Καθυστερήσεις παραβίασης προτάσεων βάρος στον πυργό]
    N --> O[Τελική ανακοίνωση προς την ητ διαδρομότητα]
    O --> P[Ανάλυση συμβάντος στο διάδρομο (Runway incursion)]
  
```

The flowchart illustrates the sequence of events that can prevent an aircraft from entering the runway. It starts with a 'Pre-flight check system' (Απορία προκαταρκτικού συστήματος) leading to 'Daily preparation on the tower' (Ημερήσια προετοιμασία στον πυργό). This leads to 'This question can lead to actions' (Αυτή η απορία μπορεί να οδηγήσει σε ενέργειες), which then leads to 'Delay in issuing flight instructions' (Καθυστερήσεις έκδοσης διαδρομικών εντολών). This delay can lead to either 'Adequate marking - signage' (Επαρκής σήμανση - διαγράμμιση) or 'Inadequate marking - signage' (Ανεπαρκής σήμανση - διαγράμμιση). Inadequate marking can lead to 'No violation from other aircraft' (Απουσία παραβίασης από άλλο αεροσκάφος) or 'Violation from other aircraft in general' (Παραβίαση από άλλο αεροσκάφος εν γένει). No violation can lead to 'Inadequate marking on the taxiway' (Ανεπαρκής σήμανση στον τροχήλατο) or 'Inadequate signage at the holding point' (Ανεπαρκής διαγράμμιση στο σημείο κράτησης). Violation from other aircraft can lead to 'Additional check (asking the ATIS for clearance)' (Επιπλέον έλεγχος (ερωτών την ητ διαδρομότητα)). This leads to 'Delay in issuing instructions to the ATIS' (Καθυστερήσεις έκδοσης εντολών την ητ διαδρομότητα), which then leads to 'Violation of ATIS instructions by the tower' (Παραβίαση προτάσεων βάρος στον πυργό). This leads to 'Delay in reporting ATIS instruction violation to the tower' (Καθυστερήσεις παραβίασης προτάσεων βάρος στον πυργό), which finally leads to 'Final announcement to the ATIS' (Τελική ανακοίνωση προς την ητ διαδρομότητα). The final step is 'Runway incursion analysis' (Ανάλυση συμβάντος στο διάδρομο (Runway incursion)).

[illegible]

Κοινές αστοχίες εφεδρικού εξοπλισμού

- Προκειμένου να αυξήσουν την αξιοπιστία τους, πολλές εγκαταστάσεις υψηλής επικινδυνότητας χρησιμοποιούν την αρχή της «επάλληλης επάρκειας» (*redundancy*) όπου ένας μικρός αριθμός παρόμοιων εξαρτημάτων παραμένει σε εφεδρεία.
- Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η μελέτη των «κοινών αιτιών αστοχίας» (*Common Cause Failures, CCF*) που μπορεί να προκαλέσουν αποτυχίες σε όλη την ομάδα των εφεδρικών εξαρτημάτων.

Common Cause Failures

- Για τον ορισμό των «κοινών αιτιών αστοχίας» (CCF) πρέπει να καθορισθεί η χρονική περίοδος μέσα στην οποία οι πολλαπλές αστοχίες των εφεδρικών εξαρτημάτων μπορεί να απειλήσουν την αξιοπιστία του συστήματος.
- Για παράδειγμα, εάν αυξηθεί υπερβολικά η υγρασία μπορεί να προκληθεί βλάβη σε όλους τους υπάρχοντες ανιχνευτές, αλλά όχι αναγκαστικά ταυτόχρονα.
- Σε μια περίοδο μερικών ωρών ή ημερών μπορεί να αστοχήσουν όλοι οι ανιχνευτές από την ίδια αιτία.
- Για να θεωρηθεί η υγρασία ως κοινή αιτία αστοχίας θα πρέπει οι βλάβες των ανιχνευτών να γίνουν εντός μιας χρονικής περιόδου που μπορεί να συμβεί ένα επικίνδυνο γεγονός (π.χ. φωτιά) που θα απαιτήσει την λειτουργία τους, εντός ενός χρονικού διαστήματος.

Παράγοντες επιρροής σχέσεων εξάρτησης από κοινές αστοχίες

Φυσικός διαχωρισμός	• Διαφορετικές επιγραφές, χώροι εγκατάστασης εξοπλισμού και διαφορετικά εργαλεία για τη λειτουργία παρόμοιων εξαρτημάτων μειώνουν την εξάρτηση
Ομοιότητα	• Ομοιότητα χαρακτηριστικών ή συστατικών μερών του εξοπλισμού και ομοιότητα χειριστών που εκτελούν μια σειρά εργασιών αυξάνουν την εξάρτηση
Οπτικές/γραφτές υποδείξεις	• Οπτικές ενδείξεις στους πίνακες ελέγχου μειώνουν την εξάρτηση ενώ ασάφειες γραπτών οδηγιών που επηρεάζουν τη χρήση του εξοπλισμού αυξάνουν την εξάρτηση
Επιθεωρήσεις	• Τακτικές επιθεωρήσεις του εξοπλισμού προκειμένου να αναγνωρισθούν και να διορθωθούν προβλήματα ασφάλειας και συντήρησης μειώνουν την εξάρτηση.
Περιβάλλον	• Περιβαλλοντικοί παράγοντες (π.χ. υγρασία, θερμοκρασία, ταλαντώσεις, πρόσβαση στον εξοπλισμό) που επηρεάζουν ομοίως τον εξοπλισμό αυξάνουν την εξάρτηση

Κεφάλαιο 9 Συστημική εκτίμηση επικινδυνότητας

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

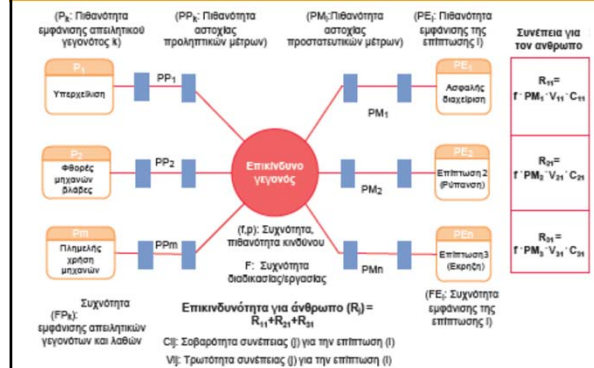
Διαδικασία

- Επιλογή τμήματος της εγκατάστασης
- Θέσπιση ορίων αποδεκτών κινδύνων
- Επιλογή ομάδας μελετητών
- Βαθμός συμμετοχής εργαζομένων
- Συλλογή γραπτών διαδικασιών
- Παρατηρήσεις διεκπεραίωσης εργασιών σε πραγματικές συνθήκες
- Διεξαγωγή μελέτης ασφάλειας
- Ανάλυση ευαισθησίας

Στάδια εφαρμογής της διαδικασίας εκτίμησης επικινδυνότητας



Απεικόνιση των απειλών, κινδύνων και συνεπειών των επιπτώσεων σε bow-tie



Εκτίμηση επικινδυνότητας

$$R_{ij} = f \cdot PM_i \cdot V_{ij} \cdot C_{ij} \quad \begin{array}{l} i=1 \dots n \text{ επιπτώσεις και} \\ j = 1, 2, 3 \text{ συνέπειες επιπτώσεων για τον} \\ \text{άνθρωπο, το περιβάλλον και τον εξοπλισμό} \end{array}$$

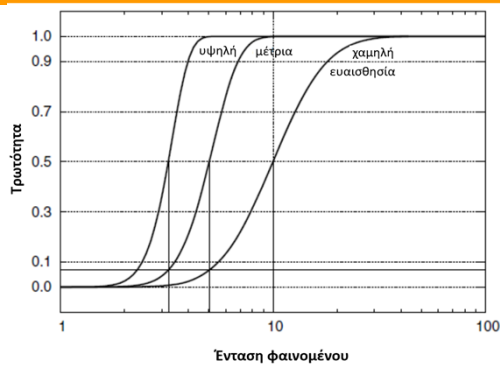
όπου,

- f: Συχνότητα έκλυσης κινδύνου (π.χ. συμβάντα ανά έτος)
 PMi: Πιθανότητα αστοχίας των μέτρων προστασίας που οδηγεί σε επίπτωση (i)
 Vij: Τρωτότητα του ανθρώπου, εξοπλισμού και περιβάλλοντος στην συγκεκριμένη επίπτωση (i)
 Cij: Σοβαρότητα της συνέπειας (j), εξαιτίας της επίπτωσης (i)

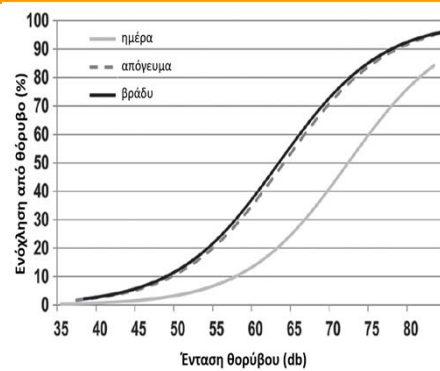
Τρωτότητα

- Η τρωτότητα αναφέρεται στην **αθροιστική πιθανότητα** πρόκλησης βλαβερών επιπτώσεων όταν τα μέτρα ασφαλείας έχουν αποτύχει να περιορίσουν τον κίνδυνο.
- Η ένταση της ζημιογόνου κατάστασης (π.χ. μεγάλη ή μικρή φωτιά από διαρροή ουσίας) εξαρτάται από το είδος του βλαπτικού παράγοντα και τη δόση στην οποία εκτίθεται ο εργαζόμενος.
- Οι συνθήκες εργασίας δε συμπεριλαμβάνουν συνθήκες που έχουν χρησιμοποιηθεί προηγουμένως στον υπολογισμό της αστοχίας των μέτρων προστασίας όπως, μέσα ατομικής προστασίας, επιπάνειες προστασίας κλπ.

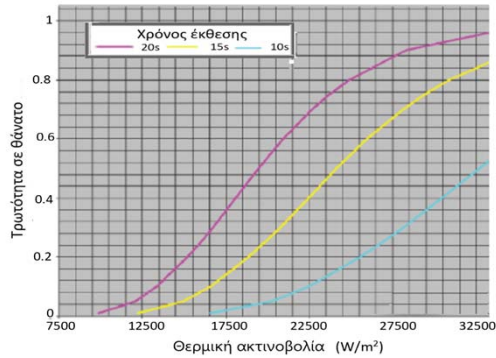
Μεταβολή της τρωτότητας αναλόγως της έντασης της ζημιογόνου κατάστασης



Σχέση έντασης θορύβου και ενόχλησης



Τρωτότητα σε θερμική ακτινοβολία



Συχνότητα εμφάνισης κινδύνου

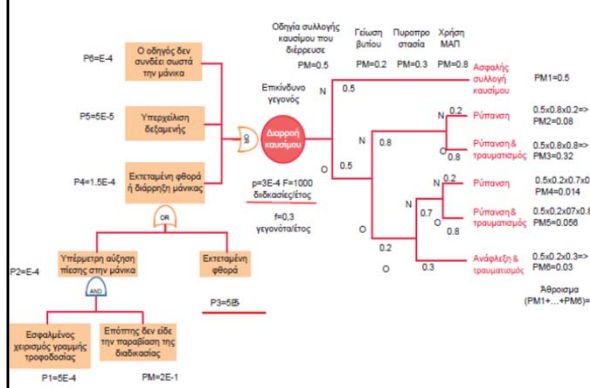
Η συχνότητα εμφάνισης του κινδύνου (f) εκφράζεται ως το γινόμενο της πιθανότητας του κινδύνου (p) και της συχνότητας εκτέλεσης της διαδικασίας (F), ήτοι:

$$f = p \cdot F$$

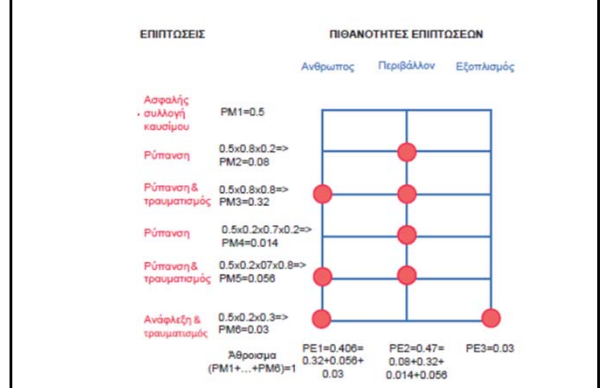
Η πιθανότητα του κινδύνου (p) είναι συνάρτηση των πιθανοτήτων ενεργοποίησης των απειλητικών γεγονότων (P_k) και της συνδυαστικής πιθανότητας αστοχίας (PP_k) των μέτρων πρόληψης ήτοι:

$$p = \sum_{k=1}^m P_k \cdot PP_k$$

Υπολογισμός πιθανότητας των επιπτώσεων από διαρροή καυσίμου σε βυτιοφόρο



Υπολογισμός πιθανότητας των επιπτώσεων από διαρροή καυσίμου σε βυτιοφόρο



Διαδιάτατος πίνακας επικινδυνότητας

	Κατηγορίες επιπτώσεων				
Συχνότητες ανά έτος	Ασήμαντες (C1)	Σημαντικές (C2)	Πολύ Σοβαρές (C3)	Κρίσιμες (C4)	Καταστροφικές (C5)
$FE \geq 10^{-4}$	C11	C21	C31	C41	C51
$10^{-4} < FE < 10^{-3}$	C12	C22	C32	C42	C52
$10^{-3} < FE < 10^{-2}$	C13	C23	C33	C43	C53
$10^{-2} < FE < 10^{-1}$	C14	C24	C34	C44	C54
$FE \leq 10^{-4}$	C15	C25	C35	C45	C55

Διαβάθμιση συχνότητας & επιπτώσεων

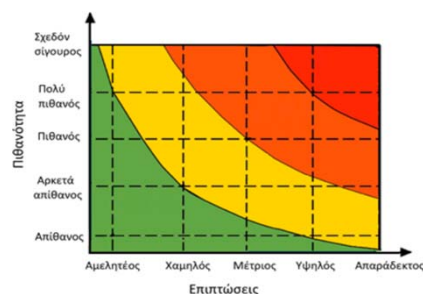
Τιμή	Διαβάθμιση συχνότητας (f)
500	Συχνότατα (> μία φορά ημερησίως)
250	Πολύ συχνά (περίπου καθημερινά)
50	Συχνά (περίπου 1 φορά την εβδομάδα)
12,5	Ευκαιριακά (περίπου 1 φορά τον μήνα)
2	Ασυνήθιστα (περισσότερο από 1 φορά το χρόνο)
1	Σπάνια (1 φορά τον χρόνο)
0,05	Πολύ σπάνια (μερικές φορές ανά εικοσαετία)

Τιμή	Δείκτης σοβαρότητας επιπτώσεων (αδιάστατο μέγεθος)
>2000	Κρίσιμος κίνδυνος (πολλά μοιραία συμβάντα, μεγάλες υλικές ζημιές, μεγάλα προβλήματα στην παραγωγή)
800-2000	Πολύ σοβαρός κίνδυνος (μοιραίο συμβάν, πολλαπλοί τραυματισμοί, προβλήματα στην παραγωγή)
400-800	Σοβαρός κίνδυνος (σοβαρός τραυματισμός, πολλές υλικές ζημιές)
200-400	Αξιοσημείωτος κίνδυνος (ελαφρύς τραυματισμός, αρκετές ζημιές)
<200	Μικρός κίνδυνος (μικροί τραυματισμοί που δεν προκαλούν απουσίες)

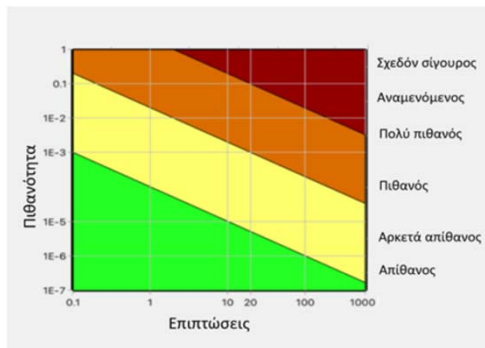
Κλίμακες επικινδυνότητας

Επικινδυνότητα R	Περιγραφή επικινδυνότητας	Διορθωτικές ενέργειες
$500 < Risk < 1000$	Κρίσιμη: Υπάρχει πιθανότητα απώλειας ζωής και καταστροφικών κινδύνων στον εξοπλισμό.	Απαιτούνται επείγουσες ενέργειες για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου.
$200 < Risk < 500$	Υψηλή: Υπάρχει πιθανότητα πολλών τραυματισμών και προβλημάτων παραγωγής.	Απαιτούνται άμεσες ενέργειες για την εξάλειψη του κινδύνου και άμεση λήψη μέτρων.
$80 < Risk < 200$	Μέτρια: Υπάρχει πιθανότητα εκδήλωσης σοβαρού ανεπιθύμητου συμβάντος.	Λήψη μέτρων για τη μείωση του κινδύνου, και μακρο-πρόθεσμα την εξάλειψή του.
$40 < Risk < 80$	Χαμηλή: Η επικινδυνότητα είναι ελεγχόμενη χωρίς να αποκλείεται η εκδήλωση συμβάντος.	Παρακολούθηση του κινδύνου και ενέργειες για τη μείωση του κινδύνου.
$Risk < 40$	Αμελητέα: Η επικινδυνότητα είναι ασήμαντη και ενδέχεται να μην αυξηθεί στο μέλλον.	Παρακολούθηση του κινδύνου χωρίς ενέργειες βελτίωσης.

Γραμμικές κλίμακες



Λογαριθμικές κλίμακες



Ο υπολογισμός του δείκτη επικινδυνότητας βασίζεται στις παρακάτω παραδοχές

- Οι πιθανότητες αστοχίας των μέτρων πρόληψης (PP) και μέτρων προστασίας (PM) υπολογίζονται από δύο κλίμακες: (i) (0.001-1.0) εάν δεν υπάρχουν σχέσεις εξάρτησης μεταξύ των μέτρων και (ii) (0.01-1.0) εάν υπάρχουν σχέσεις εξάρτησης
- Η πιθανότητα ανθρωπίνου λάθους (HEP) υπολογίζεται από το δείκτη λάθους (FLI) σύμφωνα με μια εμπειρική λογαριθμική σχέση
- Ο εργαζόμενος θεωρείται ότι βρίσκεται πάντα εντός των ζωνών επιπτώσεων. Ωστόσο, στην εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου, γίνεται ξεχωριστός υπολογισμός της πιθανότητας παρουσίας των εργαζομένων στη ζώνη επίπτωσης
- Ο δείκτης συχνότητας των εργασιών λαμβάνει πραγματικές τιμές συχνότητας οι οποίες μπορούν να περιορισθούν σε ένα εύρος τιμών που επιλέγει ο μελετητής
- Οι κλίμακες διαβάθμισης των επιπτώσεων και της συνολικής επικινδυνότητας είναι ενδεικτικές και χρειάζεται να προσαρμόζονται στα δεδομένα των συγκεκριμένων επιχειρήσεων που εξετάζονται

Failure Index Likelihood

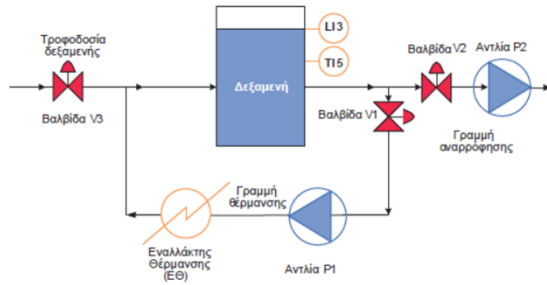
$$FLI = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot I_i), \quad w_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

FLI (failure likelihood index):	δείκτης ανθρωπίνου λάθους
I (rating of adverse influence):	δείκτης δυσμενούς επίδρασης κάθε εργασιακού παράγοντα (i) με τιμές [1...100]
w (relative weight):	συντελεστής σχετικής βαρύτητας κάθε εργασιακού παράγοντα (i) με τιμές [0,1 ... 1,0]
W (weight):	βαρύτητα κάθε εργασιακού παράγοντα (i)

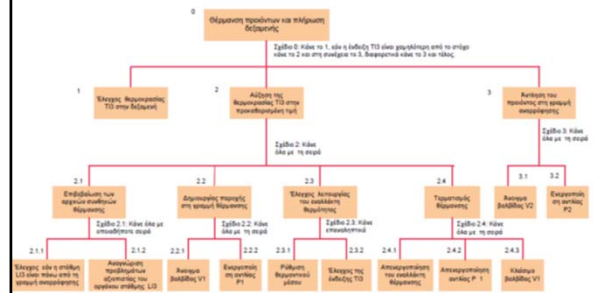
Ενδεικτική διαβάθμιση του δείκτη δυσμενούς επίδρασης (I) για γραπτές οδηγίες

Διαβάθμιση	Επεξηγήσεις δείκτη (I)
10-20	Οι οδηγίες είναι εύχρηστες, διεξοδικές και συμβατές με τις καθημερινές πρακτικές των χειριστών
30-40	Οι οδηγίες απαιτούν αρκετή προσπάθεια για να ερμηνευθούν σωστά από τους χειριστές ή η πλοήγησή τους είναι δύσκολη
50-60	Οι οδηγίες απαιτούν πολύ χρόνο για την ερμηνεία τους, δεν έχουν σαφείς κατευθύνσεις ή δυσκολεύουν την πλοήγηση στις διακλαδώσεις
70-80	Οι οδηγίες απαιτούν πολύ χρόνο για ερμηνεία, δεν είναι ξεκάθαρες, δεν καλύπτουν πολλές περιπτώσεις ή είναι ασύμβατες με τις πρακτικές
90-100	Οι οδηγίες απαιτούν πολύ χρόνο για ερμηνεία, δεν είναι ξεκάθαρες, δεν καλύπτουν όλες τις περιπτώσεις και είναι ασύμβατες με τις πρακτικές

Διάταξη δεξαμενής τροφοδοσίας με έναν εναλλάκτη θερμότητας



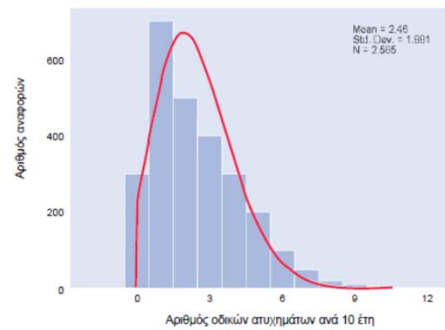
Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας για πλήρωση μιας δεξαμενής



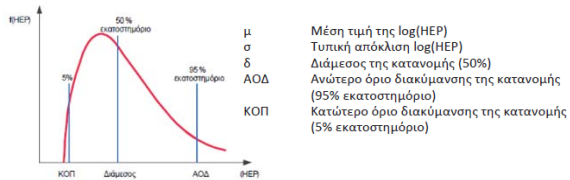
Προσδιορισμός δείκτη επικινδυνότητας στην περίπτωση απώλειας στάθμης της δεξαμενής

Εργασίες	Λάθη	Εκπαίδευση χειριστή	Πίνακας ελέγχου	Φόρτος εργασίας	Επακτασία	Συνέπειες	Επικινδυνότητα (R= f PM V C)
Έλεγχος της στάθμης LI3 της δεξαμενής	Παράλειψη ή καθυστέρηση	Εμπειρικός χειριστής	Έλλειψη προ-ειδοποιητικών ενδείξεων	Υψηλός φόρτος εργασίας	Πρέπει να διαρρυθμίζεται σε 10 min	Αστοχία ανολίας	F=500; FLI=62; HEP=0,03; f=500 0,03 =15 C=200; V=0,05; PP=PM=1 R= 15 0,05 200 =150
Συχνότητα εργασίας [F=500]		I=35	I=62	I=62	I=89	C=200	$FLI = \sum_{j=1}^4 w_j J_j$
Σύγκριση - Έλεγχος άλλου οργάνου	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	Αποτυχία της αντοχής φθορά άλλων εξαρτημάτων	F=500; FLI=50; HEP=0,01; f=500 0,01=5 C=400; V=0,05; PP=PM=1 R=5 0,05 400 =100
Συχνότητα εργασίας [F=500]		I=35	I=38	I=38	I=89	C=400	$FLI = \sum_{j=1}^4 w_j J_j$

Ιστόγραμμα συχνότητας οδικών ατυχημάτων που αναφέρθηκαν σε δέκα έτη



Λογαριθμική κατανομή πιθανότητας λάθους



Μέθοδος Εκτίμησης Δείκτη Πιθανότητας Λάθους (FLIM)

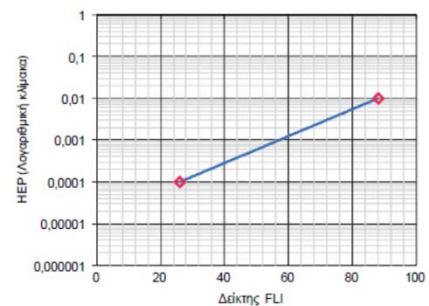
$$\text{Log}_{10}(\text{HEP}) = a \cdot \text{FLI} + b$$

- Κατανομή των εργασιών σε ομοειδείς ομάδες
- Καθορισμός των εργασιακών παραγόντων επιρροής (ΕΠΕ)
- Προσδιορισμός δεικτών δυσμενούς επίδρασης (Ι)
- Προσδιορισμός σχετικών συντελεστών βαρύτητας (w)
- Εκτίμηση δεικτών FLI
- Μετατροπή δεικτών FLI σε πιθανότητες λαθών HEP
- Ανάλυση ορίων αβεβαιότητας

Υπολογισμός δείκτη λάθους FLI για τις πέντε εργασίες

Παράγοντες (ΕΠΕ)	E1	E2	E3	E4	E5	w
Εκπαίδευση	30	40	50	60	80	0,2
Πίνακες ελέγχου	40	60	70	80	90	0,4
Φόρτος εργασίας	10	30	60	80	90	0,4
Failure Likelihood Index	26	44	62	76	88	
Human Error Probability	0,0001	0,0004	0,002	0,004	0,01	
Log (HEP)	-4	-3,43	-2,86	-2,4	-2	

Σχέση μεταξύ HEP (λογαριθμική κλίμακα) και δείκτη FLI



Simple Method for Assessing the Reliability of Tasks

$$HEP = HEP_o \cdot \prod_{i=1}^n ((E_i - 1) \cdot W_i + 1) \quad (\text{για } i = 1 \dots n \text{ παράγοντες})$$

HEPo: Ονομαστική πιθανότητα λάθους στο εργασιακό καθήκον

E_i : επίδραση ή επίπτωση του εργασιακού παράγοντα (i) στο καθήκον (κλίμακα 1,0 - 10)

W_i : συντελεστής βαρύτητας ή πιθανής σχετικότητας εφαρμογής του παράγοντα (i) στο συγκεκριμένο καθήκον (κλίμακα 0,1 - 1,0)

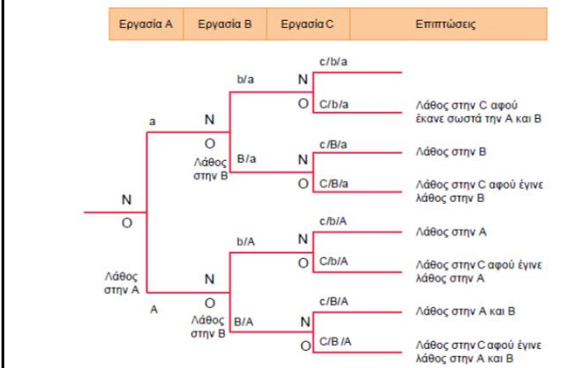
Ονομαστικές πιθανότητες και πολλαπλασιαστές λαθών (SMART)

Τύποι καθήκοντων	Ονομαστικές πιθανότητες λαθών	Πολλαπλασιαστές λαθών
Τύπος Α: άγνωστα, πολύπλοκα καθήκοντα, χωρίς γραπτές διαδικασίες	10^{-4}	5
Τύπος Β: γνωστά καθήκοντα που απαιτούν υψηλές επιδεξιότητες ή γρήγορες επεμβάσεις καθώς και καθήκοντα που δεν εκτελούνται συχνά, με μικρή ανατροφοδότηση πληροφοριών	10^{-3}	5
Τύπος Γ: γνωστά, πολύπλοκα καθήκοντα, καλά εφαρμοσμένα και καθορισμένα σε διαδικασίες	3×10^{-3}	3
Τύπος Δ: γνωστά, σχετικά απλά καθήκοντα, τα οποία εφαρμόζονται συχνά, αλλά με μικρό χρονικό περιθώριο διόρθωσης	10^{-3}	3
Τύπος Ε: καλά δοκιμασμένα καθήκοντα, με αρκετό χρονικό περιθώριο για διόρθωση	5×10^{-4}	3

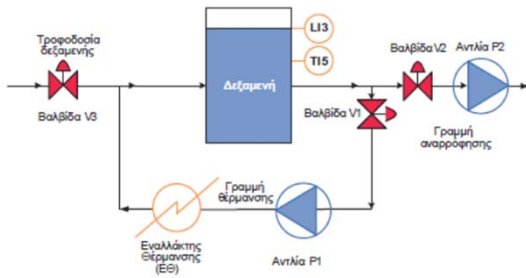
Επιδράσεις παραγόντων ΕΠΕ στην ανθρώπινη αξιοπιστία

Εργασιακοί παράγοντες επιρροής	Επιδράσεις	Πηγές δεδομένων
1. Πολλαπλοί συναγερμοί με προειδοποιήσεις	E1=10	THERP
2. Πίνακας ελέγχου		
2.1 Ανεπαρκής ανατροφοδότηση	E2=2	THERP & HEART
2.2 Κακή ανατροφοδότηση	E2=4	(προσαρμογή)
3. Διαδικασίες/ προφορικές οδηγίες		
3.1 Ανεπαρκείς γραπτές οδηγίες	E3=2	HEART
3.2 Απαράδεκτες οδηγίες	E3=4	(προσαρμογή)
4. Εκπαίδευση-Απειρία		
4.1 Ανεπαρκής εκπαίδευση	E4=4	HEART
4.2 Έλλειψη εκπαίδευσης	E4=10	
5. Ασύμβατες μέθοδοι εργασίας	E5=6	HEART
6. Πίεση χρόνου/ στρες		
6.1 Μέτριο στρες	E6=2	THERP
6.2 Υψηλό στρες	E6=5	THERP
7. Λανθασμένη αντίληψη κινδύνου (απροσεξία)	E7=4	HEART

Αναπαράσταση επιπτώσεων πιθανών λαθών στις εργασίες Α, Β και Γ



Απώλεια στάθμης δεξαμενής

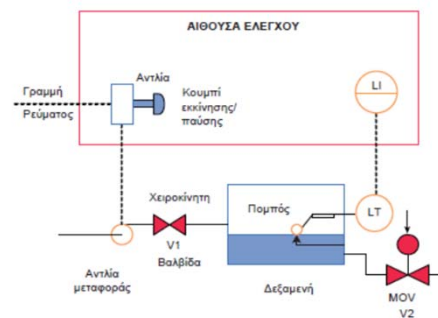


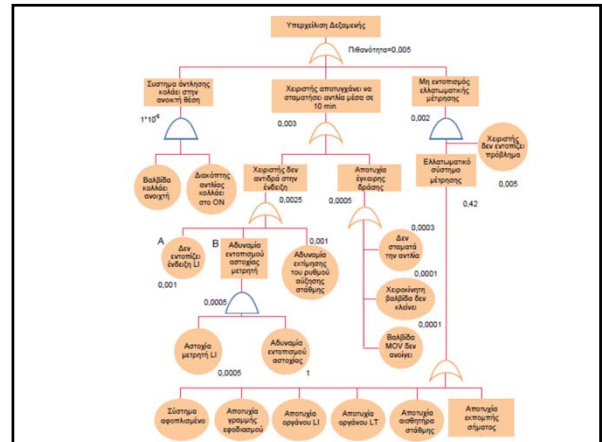
Προβλήματα ελέγχου στάθμης

- Πρόβλημα στον έλεγχο στάθμης δεξαμενής
 - ✓ Παράλειψη ελέγχου
 - ✓ Έλεγχος σε λάθος όργανο
 - ✓ Λανθασμένη ανάγνωση ένδειξης
- Πρόβλημα στην αναγνώριση της αστοχίας του οργάνου
 - ✓ Παράλειψη ελέγχου αξιοπιστίας οργάνου
 - ✓ Ανεπαρκής έλεγχος αξιοπιστίας

Έλεγχος Θερμότητας T13	Έλεγχος στάθμης U3	Αξιόπιστο οργανό στάθμης	Αναγνώριση πτώσης στάθμης	Κλείσιμο βάνας V1	Τεχνική Δράση	Εκπαιδευτής
N	O	0.992	N	0.997	Παράλειψη Έλεγχου Βαλβίδας V1 (HEP3=0.003)	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος
N	O	0.999	N	0.7	Παράλειψη Έλεγχου Βαλβίδας V1 (HEP6=0.0)	Εντοπισμός σφάλματος
N	O	0.7	N	0.3	Παράλειψη Έλεγχου Βαλβίδας V1 (HEP6=0.0)	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος
N	O	0.001	N	0.001	Παράλειψη Έλεγχου Αξιοπιστίας του Οργάνου U3	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος
N	O	0.001	N	0.001	Ανεπαρκής Έλεγχος Αξιοπιστίας	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος
N	O	0.995	N	0.995	Λανθασμένη Ανάγνωση Στάθμης U3	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος
N	O	0.995	N	0.995	Έλεγχος σε Λάθος Όργανο	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος
N	O	0.995	N	0.995	Παράλειψη Έλεγχου Στάθμης	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος
N	O	0.995	N	0.995	Λάθος Έλεγχος Θερμοκρασίας	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος
N	O	0.995	N	0.995	Παράλειψη Έλεγχου Θερμοκρασίας	Πιθανή κατάρτιση προϊόντος

Υπερχείλιση δεξαμενής





Κεφάλαιο 10

Εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Γραπτή εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου
(Ν. 3850/2010)

- Να εντοπισθούν οι πηγές των επαγγελματικών κινδύνων, δηλαδή οι απειλητικοί παράγοντες για την υγεία και ασφάλεια των εργαζόμενων (ΥΑΕ)
- Να διαπιστωθεί κατά πόσο και με ποια μέτρα ασφάλειας είναι δυνατόν να εξαιρεθούν ή αποφευχθούν οι πιθανοί κίνδυνοι
- Να καταγραφούν τα μέτρα ασφάλειας που ήδη εφαρμόζονται και να προταθούν νέα μέτρα συμπληρωματικά για τον έλεγχο των κινδύνων

Διαδικασίες συλλογής στοιχείων
για την εκτίμηση επικινδυνότητας

- **Παρατήρηση του εργασιακού περιβάλλοντος** (π.χ. τρόποι πρόσβασης στον εξοπλισμό, θερμοκρασιακό περιβάλλον, φωτισμός, εκρηκτικές ατμόσφαιρες)
- **Εξέταση τρόπων διεκπεραίωσης** των εργασιών και αξιολόγηση των κινδύνων
- **Εξέταση εργασιακών παραγόντων** που επιδρούν στον χώρο εργασίας
- **Εξέταση παραγόντων** ψυχολογικών, κοινωνικών και οργανωτικών που συμβάλουν στην πρόκληση κινδύνων ή αχρωτικών καταστάσεων για τους εργαζόμενους
- **Εξέταση της πολιτικής** της επιχείρησης για την ασφάλεια (π.χ. πόροι που διατίθενται για την ασφάλεια, επάρκεια του συστήματος διαχείρισης της ασφάλειας, πιστοποίηση των υπεργολάβων κ.λπ.)

ΒΛΕΠΟΝΤΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΤΕΣ (ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ)		F	E	V	C	R
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΑΥΤΟΝΟΜΑΤΙΣΜΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ						
Προστασία	Υψος Αντοχή της επιφάνειας καθαμένο επίπεδο/ ανακατασκευή					
Χώματα	Εκπολιγμένο υλικό (επιχρισμοί)/ θραύσματα Πίσωση αντικαταμίνον σε εργαζόμενο Πρόσβαση στην εργασία σε αντικείμενα Επιβάλλει με ανώμαλη/καταρρέει επιφάνεια Κοστούμενο όχημα/ μη σταθερό μέγεθος					
Μείωση εργασιών	Εργαλεία χειρός Επινοήματα μέρη εργαλείων/ μηχανών Επιβάλλει με ηλεκτροκίνητο (ηλεκτροκλίσια, έλκυσμα) Παραγωγή					
Έκτακτη	Επαικτικές ουσίες λόγω διαρροής (π.χ. διαβρωτικές, κρηβατωτικές, τοξικές ουσίες)					
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΣΥΝΕΧΗ ΕΚΘΕΣΗ						
Φόρμος						
Δονήσεις						
Φωτισμός						
Μηροκλίμα (θερμοκρασία)						
Μυοσκελετικές καταπονήσεις						
Ακτινοβολίες						
Επίθεση κατά το σώμα	Τοξικό νέφος Καπνός/ αεροαέρια Ατμός/ αέρια Ταύρος και άλλες επικίνδυνες ουσίες					
Βιολογικοί παράγοντες						

Τεχνικά μέτρα ασφαλείας

- **Τεχνικά ενεργητικά μέτρα** που ενεργοποιούνται μόνον στην περίπτωση που ανιχνευτεί μία απειλή (π.χ. συναγερμοί, ανιχνευτές αερίων και συστήματα διακοπής λειτουργίας). Μια ειδική κατηγορία είναι η σχεδίαση των πινάκων ελέγχου που συνεγείρουν τους χειριστές με την κατάλληλη απεικόνιση των απειλών όπως κλιμακώνονται στο χρόνο.
- **Τεχνικά παθητικά μέτρα** που βρίσκονται παρόντα σε λανθάνουσα κατάσταση και παρέχουν συνεχή προστασία στον εξοπλισμό και στους εργαζόμενους. Τέτοια παραδείγματα είναι τα κελύφη διαφύλαξης ουσιών, τα κιγκλιδώματα, τα διαφράγματα προστασίας από ακτινοβολίες, τα πυροσβεστικά μέσα και τα μέσα ατομικής προστασίας. Μια ειδική κατηγορία είναι η σχεδίαση εξοπλισμού, όπως η σχεδίαση και η έδραση των μηχανών, που μπορεί να μειώσει τον εκλυόμενο θόρυβο.

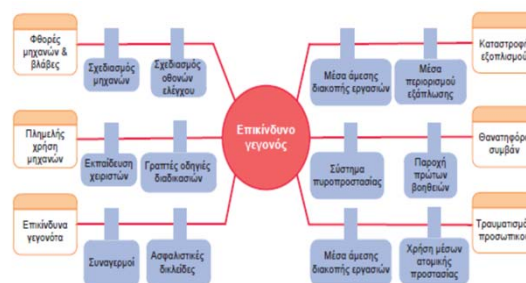
Οργανωτικά μέτρα ασφαλείας

- **Παραμετρικά οργανωτικά μέτρα** που παρεμποδίζουν τις απειλές από συνδυασμούς καταστάσεων που μπορεί να προκαλέσουν ένα κίνδυνο. Π.χ. εκπαίδευση και εμπειρία του προσωπικού, επόπτευση και επικοινωνία που μπορεί να προειδοποιήσουν τους εργαζόμενους για επικείμενες απειλές. Μία ειδική περίπτωση είναι αλλαγές καθηκόντων και ωραρίων εργασίας που μπορεί να μειώσουν την τρωτότητα των εργαζομένων σε κινδύνους όπως θόρυβος, ταλαντώσεις κλ.π.
- **Υποστηρικτικά οργανωτικά μέτρα** που συνεισφέρουν στη μείωση και παρεμπόδιση των απειλών. Π.χ. ενχειρίδια εργασιών-διαδικασιών, άδειες εργασίας, οδηγίες επιθεωρήσεων καθώς και οδηγίες ασφάλειας.

Αποδοτικότητα και πολυπλοκότητα μέτρων ασφαλείας

- **Η αποδοτικότητα** αναφέρεται στο βαθμό μείωσης της εμφάνισης των απειλών -κινδύνων καθώς και στο βαθμό μείωσης των επιπτώσεων αυτών. Οι τεχνικοί φραγμοί έχουν υψηλή αποδοτικότητα διότι έχουν άμεση παρέμβαση στις απειλές ενώ οι οργανωτικοί φραγμοί έχουν μέτρια αποδοτικότητα.
- **Η πολυπλοκότητα** αναφέρεται στη δυσκολία χρήσης, λειτουργίας και συντήρησης των φραγμών ασφαλείας. Για ένα τεχνικό φραγμό, η πολυπλοκότητα αφορά τη δυσκολία λειτουργίας και συντήρησης ενός ανιχνευτή, συστήματος διακοπής λειτουργίας, διαφράγματος προστασίας από πτώση ή έκθεση σε θόρυβο και θερμική ακτινοβολία. Σε γενικές γραμμές, οι παθητικοί τεχνικοί φραγμοί έχουν χαμηλή πολυπλοκότητα ενώ οι ενεργητικοί τεχνικοί φραγμοί έχουν μέτρια πολυπλοκότητα.

Τα διαγράμματα Bow ties ως βάση εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου



Επικινδυνότητα

Η συνάρτηση που εκφράζει τη συχνότητα επιπτώσεων (r_{xwz}) στη θέση εργασίας (x) λόγω ενός κινδύνου (w) που προκαλεί μια συγκεκριμένη επίπτωση (z) δίδεται από την παρακάτω σχέση μεταξύ τεσσάρων μεταβλητών:

$$r_{xwz} = f_{xw} \cdot PM_{xw} \cdot E_{xwz} \cdot V_{xwz}$$

$x = 1 \dots m$ m : το πλήθος των θέσεων εργασίας στην εγκατάσταση

$w = 1 \dots n$ n : το πλήθος των βλαπτικών παραγόντων ή κινδύνων

$z = 1 \dots 3$ z : το πλήθος των συνεπειών από τις επιπτώσεις στον άνθρωπο (1:θάνατος, 2-3:βαρύς ή ελαφρύς τραυματισμός)

Παράμετροι επικινδυνότητας

➤ **f_{xw} (ανά έτος)** : Δείκτης συχνότητας εκλούμενου κινδύνου (w) στη θέση εργασίας (x). Εάν η ένταση του θορύβου δεν είναι ικανή να προκαλέσει τραυματισμό τότε δεν γίνεται καταγραφή της περίπτωσης αυτής.

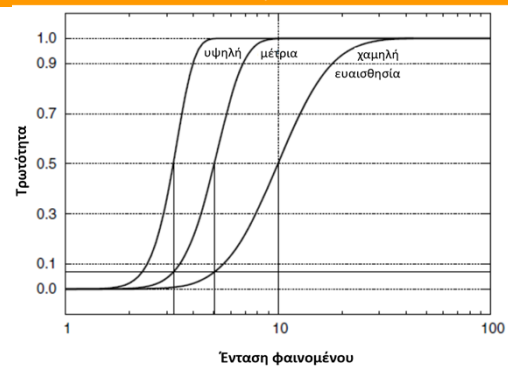
➤ **PM_{xw}** : Δείκτης πιθανής αστοχίας όλων των μέτρων προστασίας στη θέση εργασίας (x) γεγονός που μπορεί να προκαλέσει έναν επαγγελματικό κίνδυνο. Για μια συντηρητική εκτίμηση της επικινδυνότητας, η συνολική πιθανότητα αστοχίας των μέτρων προστασίας λαμβάνεται στο διάστημα 0,01 – 1,0. Εάν υπάρχουν πολλά μέτρα προστασίας με αλληλο-εξαρτήσεις, ο υπολογισμός αυτός απαιτεί τη χρήση δένδρων αστοχιών.

➤ **E_{xwz}** : Δείκτης πιθανότητας έκθεσης εργαζομένου στη θέση εργασίας (x) και εντός της ζώνης επιπτώσεων (z) από όπου και εάν προέρχεται ο κίνδυνος εντός της εγκατάστασης

Τρωτότητα

- Η τρωτότητα αναφέρεται στην **αθροιστική πιθανότητα** πρόκλησης βλαβερών επιπτώσεων όταν τα μέτρα ασφαλείας έχουν αποτύχει να περιορίσουν τον κίνδυνο.
- Η ένταση της ζημιογόνου κατάστασης (π.χ. μεγάλη ή μικρή φωτιά από διαρροή ουσίας) εξαρτάται από το είδος του βλαπτικού παράγοντα και τη δόση στην οποία εκτίθεται ο εργαζόμενος.
- Οι συνθήκες εργασίας δε συμπεριλαμβάνουν συνθήκες που έχουν χρησιμοποιηθεί προηγουμένως στον υπολογισμό της αστοχίας των μέτρων προστασίας όπως, μέσα ατομικής προστασίας, επιφάνειες προστασίας κλπ.

Μεταβολή της τρωτότητας αναλόγως της έντασης της ζημιογόνου κατάστασης



Κλιμακες δεικτών συχνότητας κινδύνου και έκθεσης εργαζομένων

Δείκτης συχνότητας έκλυσης κινδύνου	Τιμές
7 Συχνότατα (> μία φορά ημερησίως)	500
6 Πολύ συχνά (περίπου καθημερινά)	250
5 Συχνά (περίπου 1 φορά την εβδομάδα)	50
4 Ευκαιριακά (περίπου 1 φορά τον μήνα)	12,5
3 Ασυνήθως (περισσότερο από 1 φορά το χρόνο)	2
2 Σπάνια (1 φορά τον χρόνο, 2000 ώρες εργασίας)	1
1 Πολύ σπάνια (λίγες φορές ανά ευκαιρία)	0,05
Δείκτης πιθανότητας έκθεσης σε κίνδυνο	Τιμές
7 Σχεδόν σίγουρος κίνδυνος (περίπου 8 ώρες ανά οκτώωρο)	1
6 Εξαιρετικά πιθανός κίνδυνος (περίπου 4 ώρες ανά οκτώωρο)	0,5
5 Αναμενόμενος (περίπου 2 ώρες ανά οκτώωρο)	0,25
4 Πολύ πιθανός (περίπου 2 ώρες την εβδομάδα)	0,05
3 Πιθανός (περίπου 1 ώρα τον μήνα)	0,01
2 Αρκετά απίθανος (περίπου 1 ώρα το εξάμηνο)	0,002
1 Μάλλον απίθανη (περίπου 1 ώρα το έτος)	0,001

Κλιμακες δεικτών συνεπειών και συνολικής διακινδύνευσης

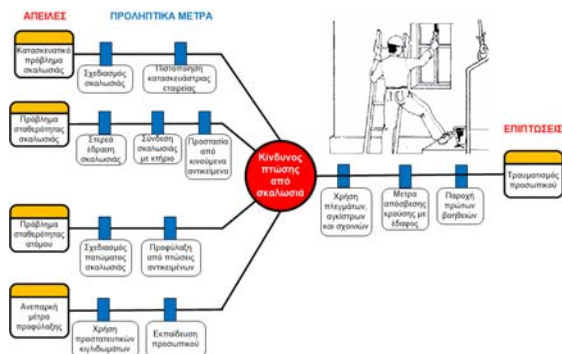
Δείκτης σημαντικότητας επιπτώσεων		Τιμές
3	Θάνατος	>800
2	Σοβαρός τραυματισμός	400-800
1	Ελαφρύς τραυματισμός	200-400
	Τιμές	Χαρακτηρισμός
A	500-1000	Απαράδεκτα υψηλή
B	200-500	Υψηλή
C	80-200	Σημαντική
D	40-80	Χαμηλή
E	0-40	Αμελητέα

Ο υπολογισμός του δείκτη επικινδυνότητας βασίζεται στις παρακάτω παραδοχές

- Οι πιθανότητες αστοχίας των μέτρων πρόληψης (PP) και μέτρων προστασίας (PM) υπολογίζονται από δύο κλίμακες: (i) (0.001-1.0) εάν δεν υπάρχουν σχέσεις εξάρτησης μεταξύ των μέτρων και (ii) (0.01-1.0) εάν υπάρχουν σχέσεις εξάρτησης
- Στην εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου, γίνεται ξεχωριστός υπολογισμός της πιθανότητας παρουσίας των εργαζομένων στη ζώνη επίπτωσης
- Ο δείκτης συχνότητας των εργασιών λαμβάνει πραγματικές τιμές συχνότητων οι οποίες μπορούν να περιορισθούν σε ένα εύρος τιμών που επιλέγει ο μελετητής
- Οι κλίμακες διαβάθμισης των επιπτώσεων και της συνολικής επικινδυνότητας είναι ενδεικτικές και χρειάζεται να προσαρμόζονται στα δεδομένα των συγκεκριμένων επιχειρήσεων που εξετάζονται

Διαρροή χημικής ουσίας (Μία φορά το χρόνο, $f=1$)

- Πιθανότητα να είναι 2 ώρες στη ζώνη A ➤ $E(A)=0,25$, $V=1,0$ (θάνατος, 1000) ➤ $R(A)=0,25 \times 1 \times 2000 = 500$
- Πιθανότητα να είναι 2 ώρες στη ζώνη B ➤ $E(B)=0,25$, $V=0,8$ (Σοβ. Τραυμα, 500) ➤ $R(B)=0,25 \times 0,8 \times 500 = 100$
- Πιθανότητα να είναι 4 ώρες στη ζώνη C ➤ $E(C)=0,50$, $V=0,5$ (ελαφρύ Τραυμα, 100) ➤ $R(C)=0,50 \times 0,5 \times 400 = 50$
 $R=R(A)+R(B)+R(C)=650$
 απαράδεκτα υψηλή



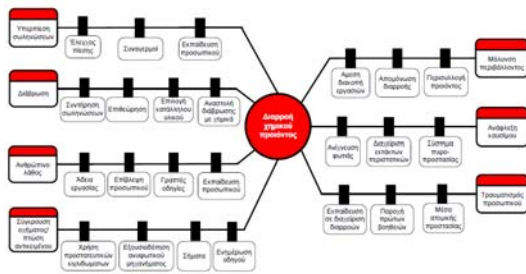
```

graph LR
    Center((Επίδραση στο αναπτυξιακό κίνδυνο))
    
    Blue[Εργία φορέα] --- B1[Κατανάλωση σε μικρότερα βήματα]
    Blue --- B2[Εκπαίδευση στην ανώτερη φοίτηση]
    
    Yellow[Μείωση λόγω απώλειας μετακίνησης] --- Y1[Χρήση μηχανικών αναψυγμάτων]
    Yellow --- Y2[Εκπαίδευση στην ανώτερη φοίτηση]
    
    Red[Συχνότητα παροχρησμού αναψυγμάτων] --- R1[Μείωση συχνότητας αναψυγμάτων]
    Red --- R2[Παροχρησμός σφαγιστικών καυτήρων]
    
    Grey[Ποσότητα κατανάλωσης (π.χ. φορέας αναψυγμάτων)] --- G1[Χρήση ηλεκτρονικών & εύκαμπτων]
    Grey --- G2[Χρήση αμφοτέρων των χρήσεων]
    
    Red2[Κάθισμα ελεύθερος] --- C1[Κάθισμα φορτίου]
    C1 --- C2[Κατανομή φορτίου]
    
    Red3[Συνιστώσα διακοπών εργασίας] --- D1[Χρήση συνιστώσας αναψυγμάτων]
  
```

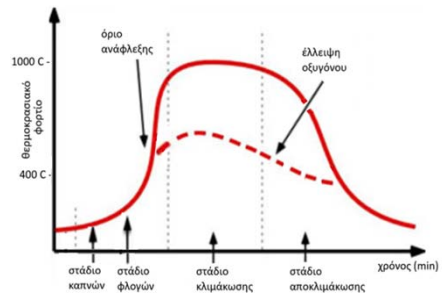
```

graph TD
    A[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση] --- B[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Ελληνικά]
    A --- C[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Αγγλικά]
    A --- D[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Γαλλικά]
    B --- B1[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Ελληνικά - Ελληνικά]
    B --- B2[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Ελληνικά - Αγγλικά]
    B --- B3[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Ελληνικά - Γαλλικά]
    C --- C1[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Αγγλικά - Ελληνικά]
    C --- C2[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Αγγλικά - Αγγλικά]
    C --- C3[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Αγγλικά - Γαλλικά]
    D --- D1[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Γαλλικά - Ελληνικά]
    D --- D2[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Γαλλικά - Αγγλικά]
    D --- D3[Εκδόσεις σε γηγενή διαβόηση - Γαλλικά - Γαλλικά]
  
```

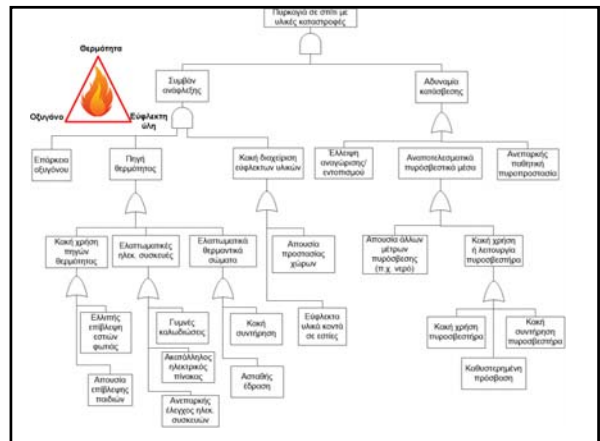
Διαρροή χημικού προϊόντος



Στάδια εξέλιξης πυρκαγιάς



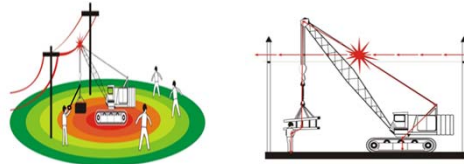
Bow-tie για συμβάν πυρκαγιάς



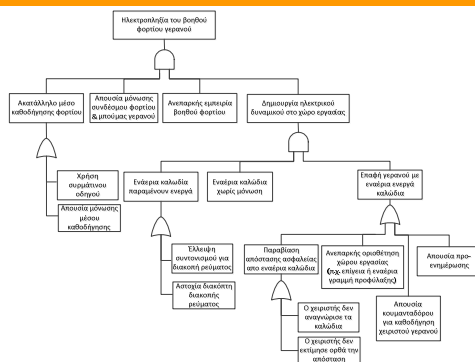
Επαφή γερανού με εναέρια καλώδια

- Γιατί ένας γερανός μπορεί να ακουμπήσει εναέρια καλώδια
 - ✓ κακές συνθήκες φωτισμού,
 - ✓ εξοικείωση του χειριστή με κινδύνους,
 - ✓ υπερβολική βιασύνη
 - ✓ έλλειψη προ-ενημέρωσης κατά την έναρξη των εργασιών.
 - ✓ δυσκολία εκτίμησης της απόστασης μεταξύ του γερανού και της γραμμής ισχύος με φόντο ένα λαμπερό ουρανό.
- Πολλές φορές υπάρχει ένας κουμανταδόρος που επιβλέπει την κίνηση του γερανού και προσφέρει καθοδήγηση στο χειριστή
- Συνίσταται να δημιουργούνται εναέριες γραμμές προφύλαξης όπως, μια δεύτερη εναέρια γραμμή προφύλαξης μερικά μέτρα μακριά από τα καλώδια στην οποία αναρτούνται διάφορα αντικείμενα που την καθιστούν ευδιάκριτη.

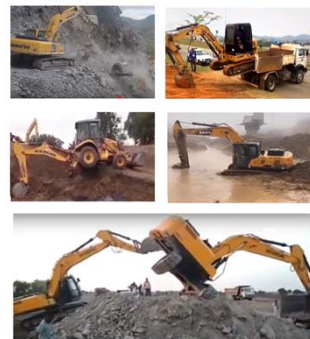
Επαφή γερανού με εναέρια καλώδια



Fault tree: Επαφή γερανού με εναέρια καλώδια



Ανατροπή εκσκαφέα





- ### Κατηγορίες μέτρων ασφαλείας
- **Μέτρα εξάλειψης κινδύνου** - π.χ. αλλαγή μεθόδου εργασίας, αγορά νέου εξοπλισμού, απομάκρυνση ανθρώπου από τη διαδικασία με την αυτοματοποίηση
 - **Μέτρα αντικατάστασης υλικών και μεθόδων**. Στη χειρωνακτική διακίνηση φορτίων μπορεί να γίνει μείωση του μεγέθους του φορτίου, αναδιανομή του βάρους σε περισσότερα φορτία, σχεδιασμός λαβών στις άκρες του φορτίου
 - **Σχεδιαστικά μέτρα**. Αυτά τα μέτρα δε μειώνουν τον κίνδυνο, αλλά παρεμβάλλονται μεταξύ της πηγής κινδύνου και του εργαζομένου, για να αποτρέψουν την πρόσβαση στο κίνδυνο.
 - **Οργανωτικά μέτρα**. Τα οργανωτικά μέτρα δεν εξαλείφουν τους κινδύνους αλλά μπορούν να μειώσουν το χρόνο έκθεσης των εργαζομένων σε αυτούς.
 - **Μέσα Ατομικής Προστασίας**

Μέτρα πρόληψης & προστασίας Θορύβου

Αποφυγή έκλυσης θορύβου με την καλύτερη συντήρηση του εξοπλισμού

Μείωση θορύβου με την καλύτερη έδραση των μηχανημάτων

Μέθοδοι μείωσης των δονήσεων επιφανειών που προκαλούν θόρυβο

Μέθοδοι αποφυγής μετάδοσης των δονήσεων σε συνδεδεμένα μέρη

Αντικατάσταση παλαιών μηχανικών μερών με νεότερα

Αντικατάσταση εργαλείων που ενεργοποιούνται με πεπιεσμένο αέρα με ηλεκτρικά εργαλεία

Αντικατάσταση μηχανικών μερών με άλλα που μειώνουν την συχνότητα θορύβου

Αντικατάσταση μεθόδου εργασίας για την έκλυση μικρότερου θορύβου

Μέτρα πρόληψης & προστασίας Θορύβου

Εξασθενητές ήχου σε αγωγούς αερίων

Εγκλεισμός μηχανών με κατάλληλα καλύμματα

Χρήση ηχομονωτικών επιφανειών μεταξύ εξοπλισμού και χειριστών

Ηχομόνωση χώρων εργασίας

Προειδοποιητικά σήματα για χρήση υτοασπίδων

Μείωση της έκθεσης σε θόρυβο με εναλλαγή χειριστών

Αύξηση των διαλειμμάτων εργασίας

Εκπαίδευση χειριστών για την προστασία από πηγές θορύβου

Χρήση καταλλήλων υτοασπίδων

Σχεδιασμός υτοασπίδων που επιτρέπουν την αντίληψη ήχων υψηλής συχνότητας (π.χ. προειδοποιητικοί ήχοι)

Καλές πρακτικές και μέτρα ασφάλειας στη Χ.Δ.Φ



Αποφυγή εργασιών μετακίνησης φορτίων με την παράδοση των φορτίων κοντά στο χώρο εργασίας
Αυτοματοποίηση της εργασίας
Χρήση μηχανικών βοηθημάτων (π.χ. καροτσάκια, ανυψωτικά μηχανήματα)



Αλλαγές του μεγέθους του φορτίου
Καταμερισμός του βάρους σε μικρότερα φορτία
Σχεδιασμός λαβών για φορτία

Καλές πρακτικές και μέτρα ασφάλειας στη Χ.Δ.Φ



Βελτίωση της διάταξης εργασιών
Μείωση της κάθετης & οριζόντιας απόστασης κίνησης
Μείωση της ανάγκης περιστροφής του κορμού
Μείωση της ανύψωσης πάνω από το ύψος των ώμων



Εκπαίδευση χειριστών στη χειρωνακτική διαχείριση φορτίων
Εκστρατείες διαφώτισης του προσωπικού
Εναλλαγή εργασιών για να μειωθεί η διάρκεια των εργασιών αυτών



Προστατευτικές ζώνες μέσης
Νάρθηκες καρπού ή αγκώνων
Αντιολισθητικές μπότες

ΒΙΒΛΙΑ



Κεφάλαιο 12 Ανάλυση ατυχημάτων

Θωμάς Κοντογιάννης
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Οι θεωρητικές προσεγγίσεις της ασφάλειας
ως κατευθυντήριοι οδηγοί
στη διερεύνηση ατυχημάτων



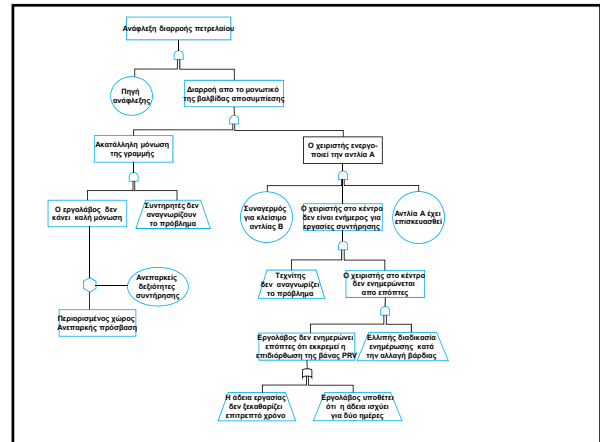
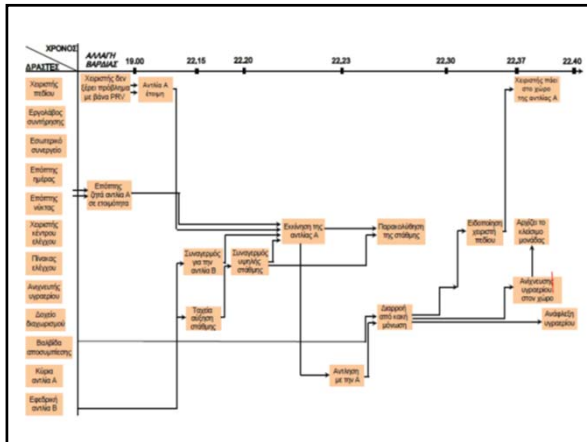
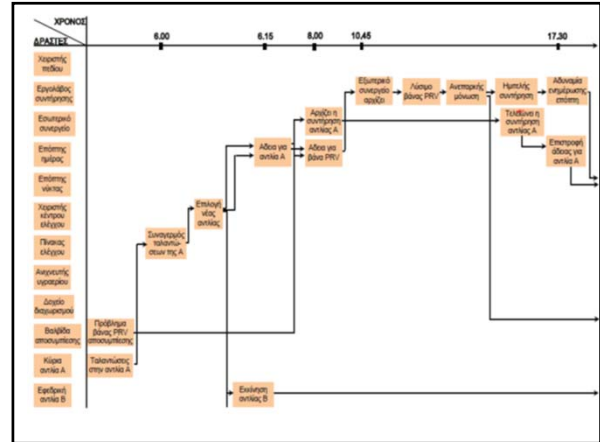
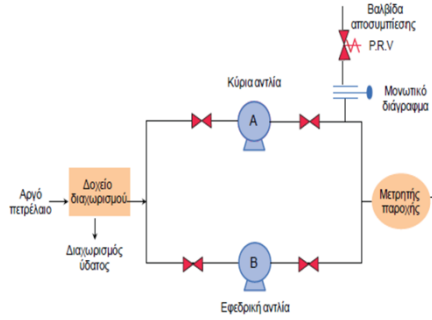
Προσεγγίσεις στη διερεύνηση ατυχημάτων

- **Ανάλυση της ακολουθίας των γεγονότων και ενεργειών (STEP).** Έμφαση στον προσδιορισμό της χρονικής διαδοχής των γεγονότων που οδήγησαν στο ατύχημα. Εντοπίζουν επίσης ανθρώπινα λάθη στην αποτυχία ελέγχου των γεγονότων αυτών.
- **Ανάλυση των ανθρωπίνων λαθών και συνθηκών εργασίας (Fault Trees).** Έμφαση στην ανάλυση ανθρωπίνων λαθών και των αλληλεπιδράσεων με το τεχνικό σύστημα που οδηγούν σε ατυχήματα.
- **Ανάλυση της διοίκησης των τεχνο-κοινωνικών συστημάτων.** Ενδεικτικά αναφέρονται δύο τεχνικές διερεύνησης των περιορισμών ασφαλείας (ACCIMAP) και του ιεραρχικού ελέγχου των συστημάτων διαχείρισης ασφαλείας (STAMP).

Ανάλυση Ακολουθίας Γεγονότων και Ενεργειών (STEP)

- Καθορισμός εμπλεκόμενων ατόμων
- Γραμμική εξέλιξη γεγονότων και ενεργειών στο χρόνο για κάθε άτομο
- Εξέταση προϋποθέσεων για κάθε ενέργεια
- Εντοπισμός ενεργειών που γίνονται παράλληλα
- Διασυνδέσεις των ενεργειών
- Πιθανές εναλλακτικές λύσεις δεν εξετάζονται
- Οι συνθήκες εργασίας δεν εξετάζονται

Βύθιση πλατφόρμας πετρελαίου Piper Alpha στη Σκωτία (1988)



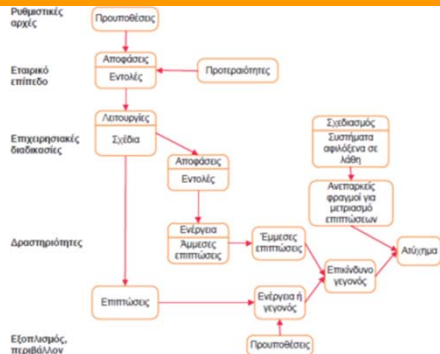
Αναπαράσταση αποφάσεων & πληροφοριών σε κοινωνικο-τεχνικά συστήματα (AcciMap)

- Μελέτη των καθημερινών εργασιών, όπως εκτελούνται πραγματικά από τους χειριστές, καθώς και των συνθηκών εργασίας που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων
- Μελέτη των πληροφοριακών αναγκών τόσο για τη διεκπεραίωση των εργασιών όσο και για την αξιολόγηση της προόδου των εργασιών και του συντονισμού μεταξύ των τμημάτων
- Ανασκόπηση των τρόπων διακίνησης πληροφοριών σε όλες τις κατευθύνσεις στον οργανισμό
- Ανάλυση της επάρκειας των μέσων για την εκτέλεση των εργασιών, καθώς και των σχεδιαστικών χαρακτηριστικών του συστήματος που μπορεί να διευκολύνουν ή να παρακλύζουν τη διόρθωση των αστοχιών.

Επίπεδα ανάλυσης οργανισμού

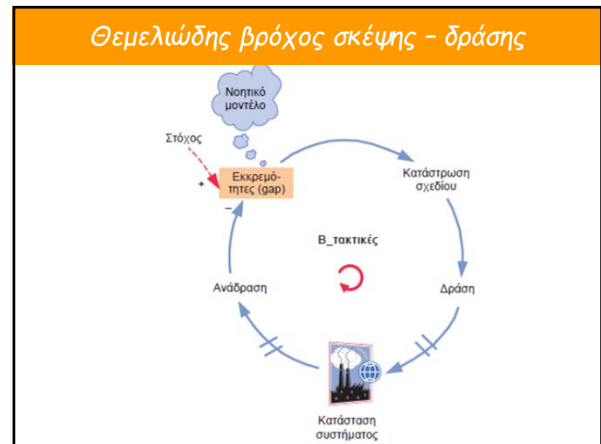
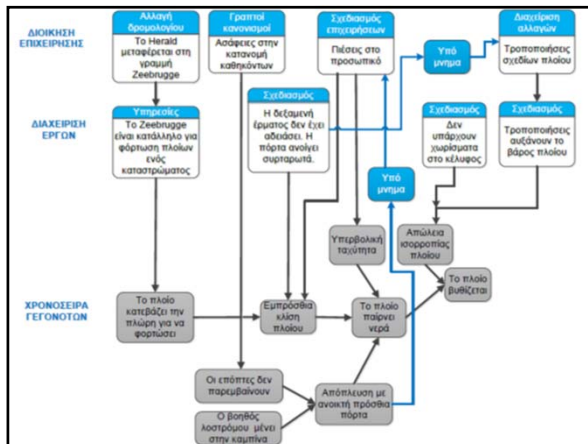
- **Επίπεδο των ρυθμιστικών αρχών**, όπου οι νομοθετικές αρχές μετατρέπονται σε κανόνες ασφάλειας και κανονισμούς
- **Εταιρικό επίπεδο**, όπου οι επιχειρήσεις αναπτύσσουν τις πολιτικές ασφάλειας και τα ΣΔΑ για να συμμορφωθούν με τις νομοθετικές υποχρεώσεις
- **Επίπεδο των επιχειρησιακών διαδικασιών**, όπου οι προϊστάμενοι ώστε όλοι να εφοδιάζονται με τα κατάλληλα εργαλεία και μέσα εργασίας. Εδώ μοντελοποιούνται οι αποφάσεις/εντολές και τα σχέδια των μεσάσιων στελεχών
- **Επίπεδο των δραστηριοτήτων** που σχετίζονται με τον έλεγχο των επικινδύνων γεγονότων
- **Επίπεδο του εξοπλισμού και του περιβάλλοντος εργασίας**

Διάγραμμα ACCIMAP με τις ροές αποφάσεων και πληροφοριών



Βύθιση του Herald of Free Enterprise (1987)





Στοιχεία βρόχου ελέγχου

- **Στόχο** ο οποίος συνήθως πρέπει να είναι συμβατός με τις οδηγίες που λαμβάνονται από τα ανώτερα επίπεδα της διοίκησης
- **Νοητικό μοντέλο** που καθοδηγεί την ερμηνεία των πληροφοριών
- **Σχέδιο δράσης** που αναπτύσσεται σύμφωνα με τους περιορισμούς στην ασφάλεια
- **Πράξη (εκτέλεση της δράσης)** που γίνεται είτε μέσω εντολών προς τους υφισταμένους είτε απευθείας μέσω πράξεων στον εξοπλισμό
- **Ανάδραση-ενημέρωση** για την πρόοδο των εργασιών, ώστε να εκτιμηθεί πόσο κοντά βρισκόμαστε στην επίτευξη του στόχου.

Αστοχίες σε κύκλους σκέψης - δράσης σε όλα τα ιεραρχικά επίπεδα	
Στοιχεία Ελέγχου	Περιγραφή
Στόχοι και αποφάσεις	- Ο στόχος οδηγεί σε παραβιάσεις της ασφάλειας - Λάθος εκτίμηση προτεραιοτήτων στην επιλογή στόχων - Εστίαση σε ένα μόνον στόχο ή λάθος στην αναθεώρηση
Νοητικό μοντέλο	- Ελλιπές νοητικό μοντέλο λόγω θεωρητικών γνώσεων - Ανεπαρκής ενημέρωση του μοντέλου για πρόσφατες αλλαγές - Ανεπαρκής αναθεώρηση/προσαρμογή βάσει ανάδρασης που έχει ανακριβή και καθυστερημένα δεδομένα
Κατευθύνσεις και σχέδια δράσης	- Αστοχίες στη δημιουργία σχεδίου δράσης - Ανεπαρκής ενημέρωση των κανονισμών σε αλλαγές - Ανεπαρκής αναθεώρηση/προσαρμογή του σχεδίου
Εκτέλεση δράσης (Πράξεις)	- Αστοχία στη χρήση των χειριστηρίων ελέγχου - Πρόβλημα στην επικοινωνία - Καθυστερήρηση - Ανεπαρκής συντονισμός δράσεων μεταξύ χειριστών
Ανάδραση	- Παράλειψη απευκόνησης πληροφοριών - Αστοχία ενδεδειγμένων οργάνων - Πρόβλημα στην επικοινωνία - Καθυστερήρηση

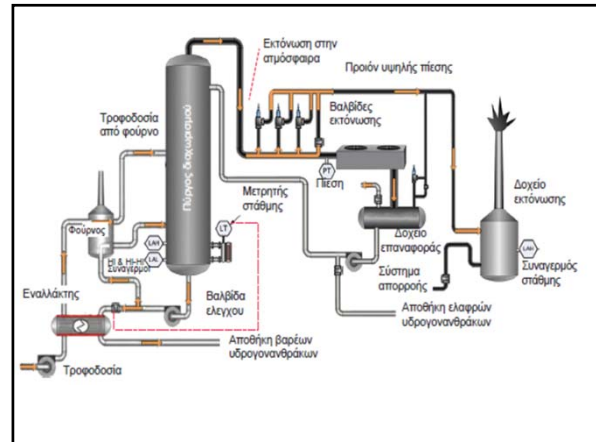
Πτώση ελικοπτέρου ΕΚΑΒ αεροδιακομιδής

Στις 14-01-2001 ένα ελικόπτερο του ΕΚΑΒ που μετέφερε έναν ασθενή από την Πάτμο, συνετρίβει στο Σούνιο πριν φθάσει στην Αθήνα. Αρχικά το ελικόπτερο πήρε άδεια να απογειωθεί από την Αθήνα με προορισμό την Πάτμο. Καθοδόν όμως σταμάτησε στη Μύκονο για ανεφοδιασμό καυσίμου, και έλαβε μια ειδοποίηση να επιστρέψει επείγουσα στην Αθήνα διότι υπήρχε απότομη επιδείνωση του καιρού και το ελικόπτερο είχε πάρει άδεια για πτήση άμεσης (VFR).

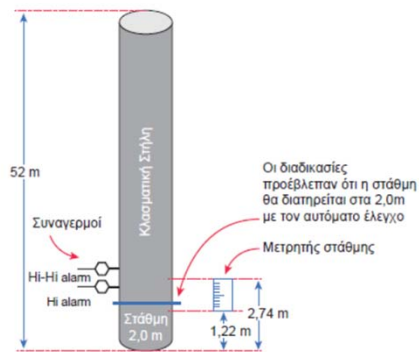
Εφαρμογή των μεθόδων STAMP & ACCIMAP στο ατύχημα στο διωλιστήριο BP στο Texas

Στις 23 Μαρτίου 2005, μια σειρά από εκρήξεις και φωτιές στο διωλιστήριο της BP στο Texas City οδήγησε στο θάνατο 15 ατόμων και στον τραυματισμό 170, καθώς και σε υλικές ζημιές ύψους άνω του 1,5 δις. \$. Εκείνο το χρονικό διάστημα στο χώρο της εγκατάστασης βρίσκονταν επιπλέον περίπου 800 άτομα, μέλη εξωτερικών συνεργείων και συνεργατών της εταιρείας που συμμετείχαν σε κατασκευαστικές εργασίες.

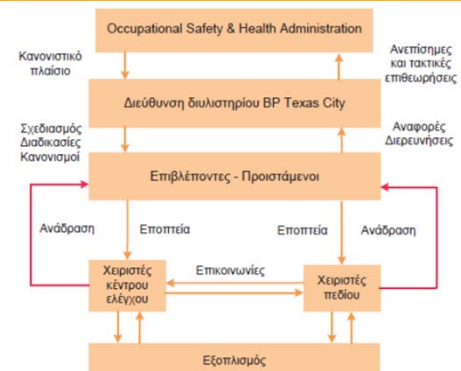
Το ατύχημα έλαβε χώρα κατά τη διαδικασία εκκίνησης της μονάδας ισομερισμού η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή αμόλυβδης βενζίνης. Πολλά από τα θύματα του ατυχήματος ήταν συγκεντρωμένα σε τρέιλερ-γραφεία που χρησίμευαν στην υποστήριξη των εργασιών μετατροπής σε παρακείμενο τμήμα της εγκατάστασης. Δύο πολύ σημαντικά συμβάντα έλαβαν χώρα λίγες εβδομάδες πριν το ατύχημα αυτό, τον Φεβρουάριο και Μάρτιο 2005.



Γραφική απεικόνιση του πύργου με τα όργανα μέτρησης στάθμης



Συνοπτικό ιεραρχικό διάγραμμα ελέγχου



Επάνδρωση του κέντρου ελέγχου με έναν χειριστή για τρεις μεγάλες μονάδες



Διευθυντικά στελέχη διυλιστηρίου
Απαιτήσεις ασφαλείας – Περιορισμοί • Συστηματικός σχεδιασμός & εκσυγχρονισμός παραγωγικών διεργασιών • Συντήρηση εξοπλισμού • Ανάλυση επικινδυνότητας διεργασιών • Καλλιέργεια κουλτούρας για την ασφάλεια • Διασφάλιση επάρκειας ανθρώπινων πόρων και ασφαλιστικών διαδικειών • Έλεγχος τήρησης των γραπτών διαδικασιών και οδηγιών εργασίας
Πλαίσιο λήψης αποφάσεων • Απρόσκοπτη και ασφαλή λειτουργία του διυλιστηρίου • Επίτευξη των στόχων και προτεραιοτήτων που τίθενται από τον όμιλο BP • Εξορθολογισμός κόστους και τρόπου λειτουργίας του διυλιστηρίου
Ανεπαρκείς δράσεις ελέγχου • Έλλειψη σχεδιασμού και ανεπιτυχής καθορισμός ασφαλών ορίων λειτουργίας • Ελλιπής συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού και οργάνων • Ανεπαρκείς διαδικασίες για χωροθέτηση εγκαταστάσεων συνεργείων (τρέιλερ-γραφεία) • Ανεπάρκεια ανθρώπινων πόρων – υπερβολικός φόρτος εργασίας του προσωπικού • Συχνές οργανωτικές αλλαγές και μεταβολές στο προσωπικό • Ανεπαρκής μέτρηση της απόδοσης των διαδικασιών ασφαλείας • Ελλιπές σύστημα αυτόματου ελέγχου
Ατέλειες νοητικού μοντέλου • Πίστες παραγωγής που αποδυναμώνουν την ασφάλεια • Ανεπαρκής ηγεσία και επίτευση των διαδικασιών ασφαλείας • Έλλειψη προώθησης στη συμμόρφωση με τα πρότυπα ασφαλείας • Ανοχή σοβαρών αποκλίσεων από γραπτές διαδικασίες και κανόνες ασφαλείας • Έμφαση στην επαγγελματική υγιεινή και παραμέληση της ασφάλειας των διαδικασιών • Έλλειψη εξουκρίωσης με πραγματικές συνθήκες λειτουργίας

Επόπτες –Επιβλέποντες
Απαιτήσεις ασφαλείας – Περιορισμοί • Επόπτευση & επίβλεψη χειριστών • Συντονισμός ομάδων εργασίας • Ανασκόπηση διαδικασιών ασφαλείας πριν την εκκίνηση • Συμμόρφωση με γραπτές διαδικασίες εκκίνησης & λειτουργίας • Διερεύνηση συμβάντων και αστοχιών
Πλαίσιο λήψης αποφάσεων • Εφαρμογή κανονισμών και διαδικασιών για ασφαλή λειτουργία • Επίτευξη στόχων παραγωγικότητας
Ανεπαρκείς δράσεις ελέγχου • Έλλειψη ανταλλαγής πληροφοριών κατά την αλλαγή βάρδιας • Πρόωρη αναχώρηση νυχτερινού επιβλέποντα χωρίς αντικατάσταση από άλλο μηχανικό • Σοβαρές αποκλίσεις από τις γραπτές διαδικασίες κατά την εκκίνηση της μονάδας • Ελλιπής ενημέρωση των βιβλίων καταγραφής • Ο νυχτερινός επιβλέπων ψευδώς υπέγραψε ότι είχαν γίνει οι απαραίτητοι έλεγχοι
Ατέλειες νοητικού μοντέλου • Ανοχή στις παρεκκλίσεις από τις ορθές πρακτικές και διαδικασίες • Ελλιπής κατανόηση των διαδικασιών ασφαλείας • Ανεπαρκείς διαδικασίες επικοινωνίας και συντονισμού • Ελλιπής ανασκόπηση ασφαλείας πριν την εκκίνηση της μονάδας

Χειριστές κέντρου ελέγχου και πεδίου
Απαιτήσεις ασφαλείας – Περιορισμοί • Συμμόρφωση με οδηγίες εργασίας και διαδικασίες ασφαλείας • Αποτελεσματική επικοινωνία και συντονισμός μεταξύ τους • Κατανόηση των συνθηκών λειτουργίας και διαδικασιών ασφαλείας • Γνώση των παραγωγικών διεργασιών • Ικανότητες ελέγχου εξοπλισμού και χρήσης πινάκων ελέγχου
Πλαίσιο λήψης αποφάσεων • Εφαρμογή κανονισμών για ασφαλή λειτουργία • Επίτευξη ζητούμενης παραγωγής
Ανεπαρκείς δράσεις ελέγχου • Οι χειριστές της νυχτερινής βάρδιας δεν ενημέρωσαν πλήρως τα βιβλία καταγραφής • Οι ενέργειες εκκίνησης της μονάδας ήταν αντίθετες με τις διαδικασίες • Διάφορα βήματα για την ανασκόπηση της ασφαλείας δεν είχαν ολοκληρωθεί • Οι τεχνικοί πεδίου δεν είχαν ολοκληρώσει τους απαραίτητους ελέγχους • Ανεπαρκής επικοινωνία με τους επόπτες και τα μέλη των ομάδων • Υπερβολικός φόρτος εργασίας – Ελλιπής εκπαίδευση
Ατέλειες νοητικού μοντέλου • Βασίζομενοι σε προηγούμενες εμπειρίες, οι χειριστές ανέπτυξαν ανεπίσημες πρακτικές για αποφυγή καθυστέρησης • Δεν είχαν αναπτύξει ένα μοντέλο για ισοζύγιο μάζας και θερμότητας • Δεν ανέπτυξαν μια κουλτούρα καλών επικοινωνιών • Απέφευγαν να προτείνουν βελτιώσεις και να αναφέρουν τα συμβάντα και τις αστοχίες



Human Factors Methods and Accident Analysis
Practical Guidance and Case Study Applications

PAUL W. BALLINGER
 MICHAEL L. STANTON
 MICHAEL L. LAMOND
 LAURENCE A. BAKER
 SUYI W. WALKER

© 2006 Taylor & Francis

A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis
The Human Factors Analysis and Classification System

Douglas A. Wiegmann and Scott A. Shappell

Pre-Accident Investigations
An Introduction to Organizational Safety

Todd Conklin

INVESTIGATING HUMAN ERROR

Incidents, Accidents, and Complex Systems

Barry Strauch

McGraw-Hill



Barriers and Accident Prevention

ERIK HOLLNAGEL

“...a book that is well worth reading and that will be a valuable addition to the library of any safety professional.”
—Safety Science