



Διαχείριση Κινδύνων

Κεφάλαιο 14

Διαχείριση Κινδύνων

Οι διαφάνειες βασίζονται στο βιβλίο:
Δημητριάδης Αντώνης. “Διοίκηση – Διαχείριση Έργου –
5^η έκδοση”, εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, ISBN: 978-960-
578-051-7

Διαχείριση Κινδύνων

Διαχείριση Κινδύνων (Risk Management)

- **Ανίχνευση** κινδύνων
- **Εκτίμηση επιπτώσεων** τους για το έργο (ποιοτικά και ποσοτικά)
- **Σχέδιο αντιδράσεων** σε κινδύνους

Διάφορα πρότυπα (ενδεικτικά)

- ISO 31000:2009 (Risk management - Principles and guidelines)
- ISO/IEC Guide 73:2002 (Risk Management – Vocabulary Guidelines for use in standards)
- ISO/IEC Guide 51:1999 (Safety aspects Guidelines)

Διάφορες μεθοδολογίες (ενδεικτικά):

- Project Management Institute - PMI (A Guide to the project Management Body of Knowledge -2004)
- Software Engineering Institute (The SEI Approach for Technical Risks - 1992)
- IRGC (White paper on Risk Governance - 2005), από το Institute of Civil Engineers and the Faculty and Institute of Actuaries (Risk Analysis and Management for Projects - RAMP - 1998)

Η Διαχείριση Κινδύνων θα πρέπει να είναι ενσωματωμένη σε κάθε φάση του έργου.



Κίνδυνος vs. Αβεβαιότητα

► Κίνδυνος

Προβλέψιμη κατάσταση στην οποία μπορούν να αποδοθούν εκτιμήσεις για την πιθανότητα του να συμβεί (δυνατότητα χρήσης της θεωρίας πιθανοτήτων)

► Αβεβαιότητα

Απρόβλεπτη κατάσταση που δεν μπορεί να προβλεφθεί (δε μπορεί να γίνει διαχείρισή της με πιθανότητες, ακριβώς γιατί δεν είναι προβλέψιμη)

Κίνδυνος και Επικινδυνότητα

► Κίνδυνος (Risk):

Ένα αβέβαιο γεγονός ή κατάσταση, που σε περίπτωση που παρουσιαστεί, έχει θετική ή αρνητική επίπτωση. [PMBOK, (2004)]

► **Επικινδυνότητα** ή Βαθμός Κινδύνου (Risk Factor) ή Βαθμός Έκθεσης στον Κίνδυνο (Risk Exposure) [Kerzner H., 2003]

Επικινδυνότητα = (πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου) x (επιπτώσεις λόγω εκδήλωσης κινδύνου)

Η επικινδυνότητα αποτελεί μέτρο έντασης του κινδύνου.

Κίνδυνος - Επιπτώσεις

Επιπτώσεις (Impacts):

- **Θετικές**, στις περιπτώσεις που η εμφάνιση του κινδύνου, μπορεί να δημιουργήσει Ευκαιρίες βελτίωσης.
- **Μηδενικές**, όταν ο κίνδυνος δεν αποτελεί απειλή ή ευκαιρία για το έργο - είναι Ουδέτερος (Neutral).
- **Αρνητικές**, όταν ο κίνδυνος αποτελεί Απειλή (Threat) και η εμφάνισή του μπορεί να συνοδεύεται από απώλειες (πολλών ειδών).

Η εκτίμηση της επίδρασης των επιπτώσεων καθορίζει την **Ανοχή** (Tolerance) απέναντι στον κίνδυνο.

Διεργασίες διαχείρισης

Διαχείριση Κινδύνων (Project Risk Management)
[PMBOK] περιλαμβάνει:

- **Αναγνώριση των Κινδύνων** (Identification)
- **Ανάλυση των Κινδύνων** (Analysis)
- **Αντίδραση σε Κινδύνους** (Responding)

Στόχος η μεγιστοποίηση των ευκαιριών και η ελαχιστοποίηση των απωλειών

Διεργασίες διαχείρισης

Διαχείριση Κινδύνων (Project Risk Management)
[PMBOK]:

- **Αναγνώριση Κινδύνου** (Risk Identification).
- **Αποτίμηση Κινδύνου** (ποσοτική) (Risk Quantification).
- **Ανάπτυξη Αντίδρασης στον Κίνδυνο** (Risk Response Development).
- **Έλεγχος Αντίδρασης σε Κίνδυνο** (Risk Response Control).

Αναγνώριση Κινδύνων

Βασικές μεθοδολογίες αναγνώρισης κινδύνων:

- **Αιτίας και Αποτελέσματος** (Cause and Effect)
Αν ένας συγκεκριμένος κίνδυνος εμφανιστεί ποιες θα είναι οι επιπτώσεις στο έργο.
- **Αποτέλεσμα και Αιτία** (Effect and Cause)
Ποιες επιπτώσεις θα πρέπει να αποφευχθούν και ποιες αιτίες (κίνδυνοι) μπορεί να τις προκαλέσουν.

Κατηγορίες Κινδύνων

Εξωτερικοί – Απρόβλεπτοι (External - Unpredictable)

Προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον του έργου και η πρόβλεψή τους είναι εξαιρετικά δύσκολη

Ενδεικτικά:

- Κυβερνητικές αποφάσεις.
- Αλλαγές νομοθεσίας.
- Κοινωνικά φαινόμενα (απεργίες, αναστατώσεις κ.λπ.).
- Φυσικά γεγονότα (σεισμοί, πλημμύρες κ.λπ.).

Οι κίνδυνοι αυτοί οφείλονται συνήθως σε τυχαία και απρόβλεπτα συμβάντα αλλά θα πρέπει να αξιολογούνται και στο μέτρο του δυνατού να λαμβάνονται προβλέψεις (μεταγωγή σε προβλέψιμους)

Κατηγορίες Κινδύνων

Εξωτερικοί – Προβλέψιμοι (External - Predictable)

Προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον του έργου και η πρόβλεψή τους (εκτίμηση) είναι δυνατή

Ενδεικτικά:

- Κόστος του χρήματος
- Διαθεσιμότητα πρώτων υλών
- Διαθεσιμότητα ανθρώπινων πόρων
- Συνεργασίες με τρίτους

Κατηγορίες Κινδύνων

Εσωτερικοί - μη Τεχνικοί (Internal - non Technical)

Προέρχονται από το εσωτερικό περιβάλλον του έργου και συνήθως μπορούν να προβλεφθούν (από ιστορικότητα/εμπειρία)

Ενδεικτικά προβλήματα:

- Εύρεσης συνεργατών
- Χρηματικών ροών (ρευστότητα)
- Υγείας εργαζομένων
- Προβλήματα συνεργασιών
- Διοικητικά προβλήματα

Κατηγορίες Κινδύνων

Τεχνικοί (Technical)

Σχετίζονται με τη χρήση τεχνολογίας και των τεχνικών μέσων και μπορεί να είναι εξωτερικοί ή (και) και εσωτερικοί. Μπορεί να είναι εύκολα ή και δύσκολα προβλέψιμοι.

Ενδεικτικά:

- Αλλαγές στην τεχνολογία (εξωτερικοί).
- Αποτελεσματικότητα σχεδιασμού (εσωτερικοί)
- Αποδοτικότητα παραγωγικών μέσων και εξοπλισμού (εσωτερικοί)

(Αυτός ο κατάλογος μπορεί να γίνει πολύ μεγάλος)

Κατηγορίες Κινδύνων

Νομικοί (Legal)

Σχετίζονται με την υφιστάμενη νομοθεσία και άλλες νομικές δεσμεύσεις και περιορισμούς. Μπορεί να είναι εξωτερικοί ή (και) και εσωτερικοί. Μπορεί να είναι εύκολα ή και δύσκολα προβλέψιμοι.

Ενδεικτικά

- Πνευματικά δικαιώματα
- Άδειες χρήσης και «πατέντες»
- Αγωγές και δίκες
- Διακοπές συμβάσεων

Διαχείριση Κινδύνων

- ▶ **Οι κίνδυνοι είναι αλληλένδετοι με το αντικείμενο του έργου.** Η πιθανότητα εμφάνισης ενός κινδύνου οποιασδήποτε κατηγορίας, το μέγεθος των πιθανών επιπτώσεων του για το έργο και ο τρόπος αντιμετώπισής του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη φύση, το αντικείμενο και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του έργου
- ▶ **Η κατανομή της εμφάνισης των κινδύνων στις διάφορες φάσεις** του κύκλου ζωής του έργου **ποικίλει από έργο σε έργο και από φάση σε φάση του ίδιου έργου.**
- ▶ Ο χαρακτηρισμός ενός κινδύνου ως **Ευκαιρία ή Απειλή** εξαρτάται από το άτομο/α που αξιολογεί τον κίνδυνο. Οι ίδιοι κίνδυνοι μπορεί να ενταχθούν στην μια ή την άλλη κατηγορία αν ακολουθείται **επιθετική ή αμυντική τακτική**, αντίστοιχα.

Διαχείριση Κινδύνων

- **Περιγραφή του Αντικειμένου/Προϊόντος** του Έργου: σηματοδοτεί και την έναρξη της διεργασίας της αναγνώρισης των κινδύνων
- Μπορεί να υπάρχουν κίνδυνοι για το έργο αλλά μπορεί να υπάρχουν **οι ίδιοι ή και άλλοι πολύ διαφορετικοί κίνδυνοι για το προϊόν** (αποτέλεσμα) του έργου. Όλοι αυτοί οι κίνδυνοι θα πρέπει να ανιχνευθούν.
- Η διαχείριση των **κινδύνων του έργου** περιορίζεται στον κύκλο ζωής του έργου. **Η διαχείριση κινδύνων του προϊόντος** αφορά τον κύκλο ζωής του προϊόντος που είναι συνήθως μεγαλύτερος.
- Η διαχείριση κινδύνων του έργου και του προϊόντος του **είναι σε αλληλεξάρτηση**.

Αναγνώριση Κινδύνων - Πηγές

► Περιγραφή του Αντικειμένου/Προϊόντος:

βασική πηγή για τη διεργασία αναγνώρισης κινδύνων

► Σχέδιο Έργου (στοιχεία από)

- **Δομή ανάλυσης** (λεπτομερής ανάλυση π.χ, σε επίπεδο μικρών δραστηριοτήτων, βοηθά στην αναγνώριση των κινδύνων)
- **Εκτίμηση κόστους και χρονοδιαγράμματος** (ασαφείς και πρόχειρες εκτιμήσεις αυξάνουν την επικινδυνότητα)
- **Ανθρώπινοι πόροι** (δοκιμασμένη ομάδα/προσωπικό έργου περιορίζει την επικινδυνότητα)
- **Εξοπλισμός και υλικά** (αποδοτικός εξοπλισμός και δοκιμασμένα υλικά περιορίζουν την επικινδυνότητα)
- **Σχέδιο Προμηθειών** (συμβάσεις κλπ)

Αναγνώριση Κινδύνων - Πηγές

► Ιστορική Πληροφόρηση και Εμπειρία

Αρκετοί από τους κινδύνους, που αφορούν ένα έργο έχουν ήδη εκδηλωθεί με την ίδια ή διαφορετική ένταση και κατά το παρελθόν σε πανομοιότυπα έργα. Αυτή η ιστορική πείρα είναι ιδιαίτερα πολύτιμη, διότι και ο κίνδυνος αναγνωρίστηκε, αλλά και τα συστήματα ελέγχου δοκιμάστηκαν και οι απώλειες εκτιμήθηκαν.

► Έχει καθοριστική σημασία:

- **Η αντικειμενικότητα των ιστορικών πηγών** πληροφόρησης

- **Η πείρα της ομάδας έργου**, από προγενέστερα πανομοιότυπα ή παρόμοια έργα .

Αναγνώριση Κινδύνων - Αποτελέσματα

► Πηγές Κινδύνων (Sources of Risks)

Περιγραφή των πηγών σε αριθμημένο κατάλογο ανά κατηγορία (τεχνικές, μη τεχνικές κλπ)

- **Κωδικός Κινδύνου** (μοναδικός κωδικός)
- **Τίτλος** (σύντομος τίτλος)
- **Περιγραφή** (συνοπτική περιγραφή)
- **Πιθανότητα** (και συχνότητα) **εμφάνισης** (εκτίμηση)
- **Επιπτώσεις** Θετικές ή Αρνητικές (εκτίμηση)
- **Μέγεθος Επιπτώσεων** (αδρή εκτίμηση)
- **Συμπτώματα Κινδύνων** (Risk Symptoms) (τα γεγονότα, που προειδοποιούν για την εμφάνιση του κινδύνου)
- **Επιμερισμός Ευθύνης** (υπευθυνότητα εμφάνισης του κινδύνου)



Ανάλυση Κινδύνων

Προσδιορισμός (αναλυτικότερες εκτιμήσεις)

- **Πιθανότητας** (εκτίμηση)
- **Επιπτώσεων** (εκτίμηση)

Ανάλυση Κινδύνων

Εκτίμηση Πιθανότητας

Ως **Αξιοπιστία (R)** μιας **διεργασίας** κατά το χρόνο t ορίζεται η **πιθανότητα** του να παράγει διεργασία επιθυμητά αποτελέσματα κατά τον χρόνο t :

Υπό την υπόθεση τυχαίων γεγονότων: **$R(t) = e^{-\lambda t}$**

λ : η συχνότητα παραγωγής ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων κατά το παρελθόν (ιστορικά στοιχεία) (με $\lambda = n/t$), με n : το πλήθος των εμφανίσεων ανεπιθύμητου αποτελέσματος κατά το χρόνο t

Βασισμένη σε ιστορικά δεδομένα: **$R = n/N$**

n : το πλήθος των εμφανίσεων επιθυμητού αποτελέσματος

N : το πλήθος των επαναλήψεων της διεργασίας

Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου (παραγωγής ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων)

$$P = 1 - R(t)$$

Ανάλυση Κινδύνων

Ευπάθεια Μέσου Προστασίας από Απειλές

Η εμφάνιση μιας απειλής σχετίζεται άμεσα με την ευπάθεια του συστήματος προστασίας από την απειλή. Έστω ότι, για την αντιμετώπιση μιας συγκεκριμένης απειλής έχει υπάρξει μέσο προστασίας που στο παρελθόν παρουσίασε:

► **Αξιοπιστία Ανίχνευσης (R1)**

(πιθανότητα ανίχνευσης της απειλής)

► **Αξιοπιστία Ανίχνευσης και Αποτροπής (R2)**

(πιθανότητα ανίχνευσης και αποτροπή της απειλής)

Ανάλυση Κινδύνων

Ευπάθεια Μέσου Προστασίας από Απειλές

Η Αξιοπιστία $R\Sigma$ του μέσου προστασίας είναι
(Μοντέλο Cushing):

$$R\Sigma = (1-P) + PR1R2$$

όπου P είναι η πιθανότητα εμφάνισης της απειλής.

Η πιθανότητα η απειλή να πλήξει το έργο παρά την ύπαρξη του μέσου προστασίας είναι

$$1 - R\Sigma.$$

Η ύπαρξη του μέσου προστασίας περιορίζει την πιθανότητα προσβολής του συστήματος κατά:

$$(1-R) - (1-R\Sigma) = P - 1 + R\Sigma$$

Ανάλυση Κινδύνων

Παράδειγμα:

Η τάση σε μια βιομηχανία ελέγχεται από σύστημα (επιτηρητή τάσης), το οποίο παρακολουθεί τη διακύμανσή της μέσα σε κάποια προκαθορισμένα όρια. Σε περίπτωση διακύμανσης της τάσης εκτός των ορίων (απειλή), ακούγεται ένα ηχητικό σήμα (εντοπισμός απειλής) και τίθεται σε λειτουργία ένα βοηθητικό σταθεροποιητικό σύστημα για την αντιμετώπιση του προβλήματος (αντίμετρο).

Κατά τη διάρκεια των τεσσάρων τελευταίων ετών:

- Η τάση του δικτύου εξήλθε από τα επιτρεπτά όρια 8 φορές.
- Διακύμανση της τάσης εκτός ορίων εντοπίστηκε από το σύστημα 7 φορές.
- Από τις 7 φορές μόνο στις 6 το αυτόματο σύστημα αντέδρασε έγκαιρα θέτοντας σε λειτουργία το σύστημα αποκατάστασής της.

Ανάλυση Κινδύνων

Παράδειγμα:

Ζητούμενα:

- α) Ποια είναι η αξιοπιστία του συστήματος ελέγχου σε σχέση με την απειλή καταστροφής εξαιτίας της απρογραμμάτιστης μεταβολής της ηλεκτρικής τάσης του χώρου, για τον επόμενο χρόνο;
- β) Ποιος ο κίνδυνος πρόκλησης ζημιάς, παρά την ύπαρξη του συστήματος ελέγχου, για τον επόμενο χρόνο;
- γ) Κατά πόσο περιορίζεται η πιθανότητα να προκληθεί ζημιά λόγω της ύπαρξης συστήματος ελέγχου, για τον επόμενο χρόνο;

Ανάλυση Κινδύνων

Παράδειγμα:

Απειλή: Διακύμανση τάσης εκτός ορίων

Επίπτωση από την Απειλή: η ζημιά που θα προκληθεί (πχ. παύση παραγωγής, χρόνος για επανεκκίνηση μηχανών) από την μη έγκαιρη αντιμετώπισή της απειλής από το σύστημα ελέγχου.

Ανάλυση Κινδύνων

Παράδειγμα:

Αξιοπιστία διεργασίας ($R(t)$) (διεργασία παραγωγής επιθυμητών αποτελεσμάτων) = Αξιοπιστία διεργασίας παραγωγής επιθυμητών τάσεων (τάσεων εντός των ορίων) για χρονικό διάστημα ενός έτους ($t=1$)

$$R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-2} = 0.135$$

- $\lambda = n/t = 8/4 = 2$, (συχνότητα εμφάνισης ανεπιθύμητης τάσης)

Ιστορικά δεδομένα:

“Η τάση του δικτύου εξήλθε από τα επιτρεπτά όρια 8 φορές

- ($n = 8$ – πλήθος ανεπιθύμητων συμβάντων)

τα 4 τελευταία χρόνια”

- ($t = 4$ – χρόνος ανεπιθύμητων συμβάντων)

Ανάλυση Κινδύνων

Παράδειγμα:

- **Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου (P)** (ανεπιθύμητης τάσης)

$$P = 1 - R(t) = 1 - 0.135 = \mathbf{0.865}$$

- **Αξιοπιστία Ανίχνευσης (R1)** (πιθανότητα ανίχνευσης της απειλής)

$$R1 = n1/N1 = 7/8 = \mathbf{0.875}$$

- **Αξιοπιστία Ανίχνευσης και Αποτροπής (R2)** (πιθανότητα ανίχνευσης και αποτροπή της απειλής)

$$R2 = n2/N2 = 6/8 = \mathbf{0.75}$$

Ιστορικά δεδομένα:

“Διακύμανση της τάσης εκτός ορίων εντοπίστηκε από το σύστημα 7 φορές”

- (**n1=7** : πλήθος εμφανίσεων επιθυμητού αποτελέσματος)

“Από τις 7 φορές μόνο στις 6 το αυτόματο σύστημα αντέδρασε έγκαιρα θέτοντας σε λειτουργία το σύστημα αποκατάστασής της”

- (**n2=6** : πλήθος εμφανίσεων επιθυμητού αποτελέσματος)

“Η τάση του δικτύου εξήλθε από τα επιτρεπτά όρια 8 φορές.”

- (**N1=N2= 8** : το πλήθος των επαναλήψεων της διεργασίας)

Ανάλυση Κινδύνων

Παράδειγμα:

- **Αξιοπιστία του μέσου προστασίας (RΣ)**

$$RΣ = (1-P) + PR_1R_2 = 0.135 + 0.865 \times 0.875 \times 0.75 = 0.703$$

- **Η πιθανότητα η απειλή να πλήξει το έργο (παρά την ύπαρξη του μέσου προστασίας)**

$$1 - RΣ = 1 - 0.703 = 0.297$$

Ανάλυση Κινδύνων

Παράδειγμα:

γ) πόσο περιορίζεται η πιθανότητα να προκληθεί ζημιά λόγω της ύπαρξης συστήματος ελέγχου;

- Πιθανότητα ύπαρξης βλάβης (χωρίς το σύστημα)

$$1 - R = 1 - 0.135 = \mathbf{0.865}$$

- Πιθανότητα ύπαρξης βλάβης (με το σύστημα)

$$1 - R\Sigma = 1 - 0.703 = \mathbf{0.297}$$

Άρα, η ύπαρξη του συστήματος προστασίας περιορίζει την πιθανότητα προσβολής κατά

$$(1 - R) - (1 - R\Sigma) = 0.865 - 0.297 = \mathbf{0.568}$$

Ανάλυση Κινδύνων

Πιθανότητα Ταυτόχρονης Εμφάνισης Πολλών Απειλών

Έστω ότι έργο προσβάλλεται **ταυτόχρονα από n απειλές**, που αντιμετωπίζονται από n αντίστοιχα συστήματα προστασίας. Αν R_{Σ_i} είναι η αξιοπιστία του κάθε συστήματος, τότε η αξιοπιστία του συνολικού συστήματος προστασίας R_E υπολογίζεται ως:

$$R_E = \prod_{i=1}^n R_{\Sigma_i}$$

Ανάλυση Κινδύνων

Αποτίμηση Απωλειών από την Εκδήλωση Απειλής

Μεθοδολογίες:

► Προσεγγιστικός Υπολογισμός Απωλειών

Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις, που οι απώλειες από την εκδήλωση μιας απειλής είχαν αποτιμηθεί κατά το παρελθόν (ιστορικά δεδομένα).

Ανάλυση Κινδύνων

Παράδειγμα: Έργο θα αναπτυχθεί σε περιοχή με ασταθή ηλεκτρική παροχή. Να εκτιμηθούν οι απώλειες με βάση τα ιστορικά δεδομένα.

Απειλή

- Διακοπές στην παροχή ρεύματος

Ιστορικά δεδομένα

- Η **αξιοπιστία** του ηλεκτρικού δικτύου **R**
- Μέσος χρόνος διακοπής **6 ώρες** (μέσα στο ωράριο)
- Κατά την διακοπή το **80%** του προσωπικού και το **100%** του εξοπλισμού παρέμεινε **ανενεργό**.

Εκτίμηση απωλειών

Αν **a1** είναι το ημερήσιο κόστος των ανθρώπινων πόρων και **a2** το κόστος του εξοπλισμού (ημερήσιο ωράριο θεωρείται το δωρο), το κόστος των πόρων σε πιθανή διακοπή θα είναι:

$$\beta = a1 \times 0.8 \times 6/8 + a2 \times 1 \times 6/8$$

- Αναμενόμενες απώλειες: $(1 - R) \beta$

Ανάλυση Κινδύνων

Στατιστικά Σύνολα

Μέθοδος που επίσης στηρίζεται σε ιστορικά στοιχεία. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η **μέθοδος PERT**, με τη βοήθεια της οποίας, με βάση στοιχεία του παρελθόντος και με τη χρήση της κανονικής κατανομής και της κατανομής β εκτιμώνται μελλοντικές συμπεριφορές αβέβαιων παραγόντων

Δένδρα Αποφάσεων

Επιτρέπουν την εκτίμηση των αναμενόμενων απωλειών, στη βάση της «λογικής» ανάλυσης των λαμβανομένων αποφάσεων, αντιστοιχώντας σε κάθε εναλλακτική επιλογή την αντίστοιχη πιθανότητα εμφάνισής της.

Ανάλυση Κινδύνων

Δένδρα Αποφάσεων - Παράδειγμα:

Βιομηχανία σχεδιάζει την παραγωγή ενός προϊόντος για μαζική εμπορική εκμετάλλευση με προοπτική τεσσάρων χρόνων. Μετά από έρευνα αγοράς εξετάζει τις εναλλακτικές και τις επιπτώσεις τους:

➤ (A) Να επενδύσει € 600.000

- (1) Μεγάλη ζήτηση (με πιθανότητα 0.7) και ετήσια έσοδα € 250.000.
- (2) Μικρή ζήτηση (με πιθανότητα 0.3) και ετήσια έσοδα € 50.000.

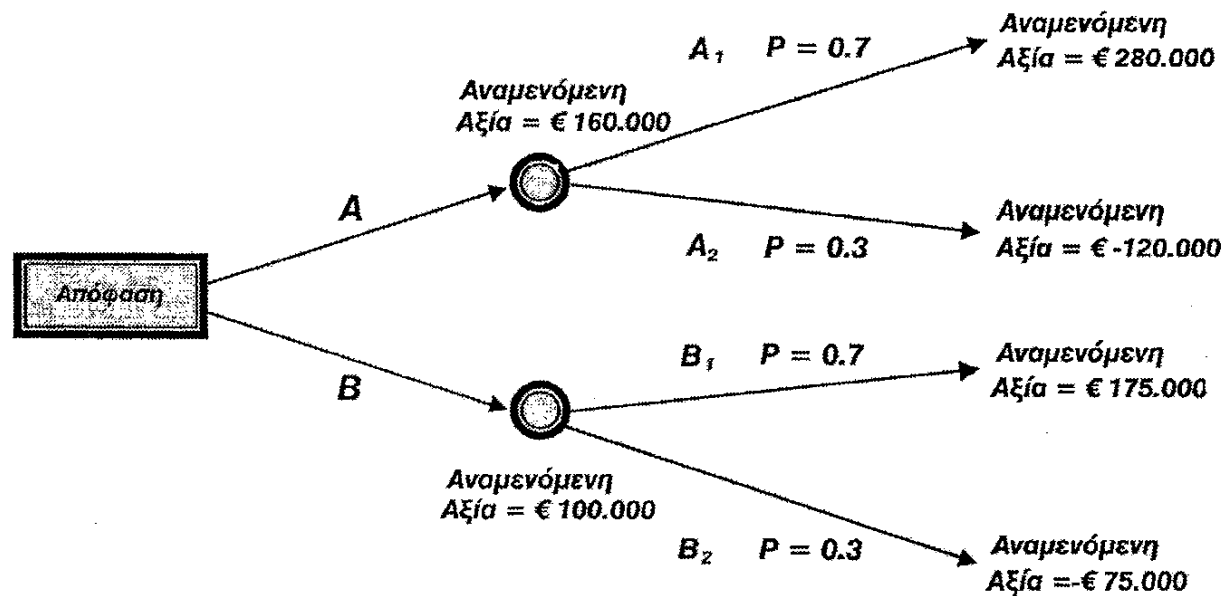
➤ (B) Να επενδύσει € 350.000

- (1) Μεγάλη ζήτηση (με πιθανότητα 0.7) και ετήσια έσοδα € 105.000.
- (2) Μικρή ζήτηση (με πιθανότητα 0.3) και ετήσια έσοδα € 25.000.

Ανάλυση Κινδύνων

Δένδρα Αποφάσεων - Παράδειγμα:

Σχεδιάζεται δένδρο αποφάσεων για την εκτίμηση της αναμενόμενης αξίας



Ανάλυση Κινδύνων

Δένδρα Αποφάσεων - Παράδειγμα:

➤ **(A1)** Έξοδα = € 600.000, Έσοδα (σε 4 χρόνια) = € 250.000 x 4 = € 1.000.000, Κέρδος = € 400.000. Αναμενόμενη Αξία = € 400.000 x **0.7** = € **280.000**

➤ **(A2)** Έξοδα = € 600.000, Έσοδα (σε 4 χρόνια) = € 50.000 x 4 = € 200.000, Κέρδος = € -400.000. Αναμενόμενη Αξία = € -400.000 x **0.3** = € **-120.000**

(A) Αναμενόμενη Αξία = € 280.000 - 120.000 = € **160.000**

➤ **(B1)** Έξοδα = € 350.000, Έσοδα (σε 4 χρόνια) = € 150.000 x 4 = € 600.000, Κέρδος = € 250.000. Αναμενόμενη Αξία = € 250.000 x **0.7** = € **175.000**

➤ **(B2)** Έξοδα = € 350.000, Έσοδα (σε 4 χρόνια) = € 25.000 x 4 = € 100.000, Κέρδος = € -250.000. Αναμενόμενη Αξία = € **-250.000** x **0.3** = € **-75.000**

(B) Αναμενόμενη Αξία = € 175.000 - 75.000 = € **100.000**

Προτιμάται η περίπτωση Α .

Ανάλυση Κινδύνων

Προσομοίωση

Μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών και της συμπεριφοράς του έργου. Το **έργο αποτυπώνεται ως σύστημα**. Με χρήση του μοντέλου προσομοιώνονται οι επιπτώσεις των κινδύνων. Η πλέον γνωστή μέθοδος προσομοίωσης είναι η Μέθοδος Monte Carlo (Monte Carlo Method) και χρήση της γίνεται, συνήθως, κατά τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος του έργου, όταν ελέγχεται η «αντοχή» του χρονοδιαγράμματος στην εμφάνιση διαφόρων κινδύνων .

Κρίση Εμπειρογνωμόνων

Στηρίζεται στην **υποκειμενική κρίση εμπειρων ατόμων** που αξιολογούν τους κινδύνους. Συνήθως χρησιμοποιείται μια κλίμακα του τύπου «χαμηλός - μεσαίος - υψηλός» και σε κάθε «σκαλί» της κλίμακας αντιστοιχείται κάποια αναμενόμενη αξία της ευκαιρίας ή της απώλειάς της. Εφαρμόζεται κυρίως σε περιπτώσεις, που δεν υπάρχουν ιστορικά δεδομένα ή είναι δύσκολη η αντικειμενική εκτίμησή τους.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Αποδοχή Κινδύνου (Risk Acceptance or Assumption)

ο κίνδυνος αναγνωρίζεται και θεωρείται πιθανό να εκδηλωθεί.

Αποδοχή Κινδύνου - Αντίδραση - Παθητική (Passive):

Καμία αντίδραση.

- Προβλέπεται να έχει ευεργετικό χαρακτήρα (ευκαιρία).
- Το κόστος αντιμετώπισής του είναι μεγαλύτερο από τις απώλειες
- Οι πιθανές απώλειες έχουν συμπεριληφθεί στον προϋπολογισμό
- Οι πιθανές απώλειες μπορεί να μεταφερθούν σε άλλους (π.χ. επί πλέον κόστος λόγω ανατιμήσεων πρώτων υλών μεταφέρεται στον πελάτη).
- Τα υπάρχοντα μέσα προστασίας θεωρούνται ικανοποιητικά.
- Τα μέσα προστασίας που απαιτούνται δεν είναι διαθέσιμα.
- Αντιμετωπίζεται «μοιρολατρικά» («ότι και να κάνω δεν θα έχει αποτέλεσμα»),

Αντίδραση σε Κινδύνους

Αποδοχή Κινδύνου (Risk Acceptance or Assumption)

ο κίνδυνος αναγνωρίζεται και θεωρείται πιθανό να εκδηλωθεί.

Αποδοχή Κινδύνου - Αντίδραση - Παθητική (Passive): Καμία αντίδραση.

- Προβλέπεται να έχει ευεργετικό χαρακτήρα (ευκαιρία).
- Το κόστος αντιμετώπισής του είναι μεγαλύτερο από τις απώλειες
- Οι πιθανές απώλειες έχουν συμπεριληφθεί στον προϋπολογισμό
- Οι πιθανές απώλειες μπορεί να μεταφερθούν σε άλλους (π.χ. επί πλέον κόστος λόγω ανατιμήσεων πρώτων υλών μεταφέρεται στον πελάτη).
- Τα υπάρχοντα μέσα προστασίας θεωρούνται ικανοποιητικά.
- Τα μέσα προστασίας που απαιτούνται δεν είναι διαθέσιμα.
- Αντιμετωπίζεται «μοιρολατρικά» («ότι και να κάνω δεν θα έχει αποτέλεσμα»), (Αποδοχή Κινδύνου)

Αποδοχή Κινδύνου - Αντίδραση – Ενεργητική (Active): Λαμβάνονται μέτρα προστασίας για την αντιμετώπισή του

- Σχέδιο Συνάφειας ή **Εναλλακτικό Σχέδιο** (Contingency Plan), το οποίο προβλέπει τι θα πρέπει να γίνει στην περίπτωση, που ο κίνδυνος εκδηλωθεί

Αντίδραση σε Κινδύνους

Αποφυγή του Κινδύνου (Risk Avoidance)

Η αντίδραση στρέφεται προς την **εξαφάνιση της αιτίας**, που τον προκαλεί (η πλήρης αποφυγή του κινδύνου είναι αδύνατη). Για παράδειγμα, σε μια βιομηχανία η ύπαρξη εφεδρικής γεννήτριας αποφεύγεται ο κίνδυνος της πλήρους διακοπής των εργασιών, λόγω διακοπής του ρεύματος.

Περιορισμός του Κινδύνου (Risk Mitigation)

Η αντίδραση στρέφεται προς τον **περιορισμό της πιθανότητας εμφάνισης του κινδύνου** ή (και) και τον **περιορισμό των απωλειών**, που θα μπορούσαν να προκύψουν. Για παράδειγμα, η χρήση τεχνικά και λειτουργικά δοκιμασμένου εξοπλισμού, αντί κάποιου άλλου, που δεν είναι γνωστή η «συμπεριφορά» του, μειώνει την απειλή για καθυστέρηση του έργου, σε σχέση με βλάβες του εξοπλισμού ή η Ασφάλιση (Insurance) του έργου μπορεί να μειώσει τις απώλειες σε περίπτωση εκδήλωσης της απειλής.

Μετάθεση του Κινδύνου (Risk Transfer)

Οι συνέπειες μιας απειλής μετατίθενται σε άλλους ή «μοιράζονται» με άλλους (π.χ. μια ζημιά «πληρώνεται» από εργολήπτη και πελάτη, από την ασφαλιστική εταιρία ή τις πληθωριστικές ανατιμήσεις τις πληρώνει ο πελάτης με βάση τις υπάρχουσες συμβάσεις).

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μέσα Προστασίας από Απειλές (ενδεικτικά)

- Συστήματα ελέγχου (αυτόματα ή όχι και) για αποτροπή απειλής, περιορισμό απωλειών
- Εναλλακτικά σενάρια (πχ. εναλλακτικής λύση προμηθειών)
- Αλλαγές (οργανωτικές, λειτουργικές, σχεδιαστικές κ.λπ.),
- Εκπαίδευση του προσωπικού
- Νομική προστασία / ασφάλιση του έργου
- Η ύπαρξη εφεδρειών (π.χ. οικονομικά αποθέματα, εξοπλισμός κ.λπ.).
- Συντήρηση εξοπλισμού κ.λπ.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Κόστος και Ωφέλεια Μέσων Προστασίας

Τα μέσα προστασίας από τις απειλές έχουν **κόστος**. Το κόστος αυτό επιμερίζεται σε:

- Κόστος **σχεδιασμού / εγκατάστασης**.
- **Λειτουργικό** κόστος.
- Κόστος **άσκησης και ελέγχου** του μέσου
- Κόστος από απώλειες (αποτυχία του μέσου)

Η χρησιμότητα ύπαρξης ενός συστήματος προστασίας εξαρτάται

Ωφέλεια > κόστος κόστος < πιθανές απώλειες

Όταν το κόστος είναι μεγαλύτερο από την ωφέλεια μπορεί να υπάρξει **παθητική αντίδραση** στην απειλή.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας

Έστω αυτόματο σύστημα προστασίας για μια απειλή

- **Κσ**: το συνολικό κόστος του συστήματος προστασίας, για χρονική περίοδο t .
- **Κε**: το κόστος άσκησης του ελέγχου.
- **Κα**: το μέσο κόστος των προβλεπόμενων απωλειών, σε περίπτωση, κατά την οποία εκδηλωθεί η συγκεκριμένη απειλή.
- **Κε-δ**: Το κόστος αναζήτησης εντοπισμού και καταστολής της απειλής, όταν αυτή εκδηλωθεί

Αντίδραση σε Κινδύνους

Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας

- **$P(\lambda)$** : η πιθανότητα να επισημανθεί η απειλή, χωρίς αυτή να υφίσταται (**λανθασμένος συναγερμός**).
- **$P(a)$** : η πιθανότητα να εντοπιστεί το λάθος του συστήματος και **να μην υπάρξει αντίδραση από το σύστημα**.
- **$P(\epsilon)$** : η πιθανότητα να παρουσιαστεί η απειλή, να εντοπιστεί από τον υπάρχοντα έλεγχο και να τεθεί **σε λειτουργία ο κατασταλτικός μηχανισμός**.
- **p** : η πιθανότητα να μην εμφανισθεί απειλή.
- **R** : η αξιοπιστία του συστήματος προστασίας.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας

- **Συνολικό κόστος (Κσ)** συστήματος προστασίας

$$Κσ =$$

$$= Κε + (1 - R) Κα + \{ p P(\lambda)[1 - P(\alpha)] + (1 - p)P(\epsilon)\} Κε - \delta$$

- **Κόστος των πιθανών απωλειών** από την εκδήλωση της απειλής (αν δεν υπάρχει το μέσο προστασίας)

$$Κσ = (1 - p) Κα$$

Αντίδραση σε Κινδύνους

Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας

Αντίστοιχα στην περίπτωση πολλαπλών απειλών και των αντίστοιχων μέτρων προστασίας

- **Συνολικό κόστος (Κσ)** συστήματος προστασίας

$$Κσ =$$

$$= \sum K_{\epsilon,i} + \sum (1 - R_i) K_{\alpha,i} + \sum \{ p_i P_i(\lambda) [1 - P_i(\alpha)] + (1 - p_i) P_i(\epsilon) \} K_{\epsilon-\delta,i}$$

- **Κόστος των πιθανών απωλειών** (αν δεν υπάρχει το μέσο προστασίας)

$$Κσ = \sum (1 - p_i) K_{\alpha,i}$$

Αντίδραση σε Κινδύνους

Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας - Παράδειγμα

Σε εργοστάσιο υπάρχει σύστημα ελέγχου της τάσης. Σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος τίθεται σε λειτουργία εφεδρική ηλεκτρογεννήτρια.

- Η πιθανότητα μη διακοπής του ρεύματος εκτιμάται σε $p = 0.96$
- **Οι απώλειες**, οι οποίες μπορεί να προκληθούν, αν δεν αντιμετωπιστεί η διακοπή, υπολογίζονται σε $K_a = € 10.000$.
- Το **ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης** είναι $K_e = € 1000$
- Η **πιθανότητα** να εντοπιστεί από το μέσο διακοπή **χωρίς αυτή να υφίσταται** (false alarm) εκτιμάται σε $P(\lambda) = 0.002$.
- Αν αυτό συμβεί (λάθος εντοπισμός διακοπής), **η πιθανότητα να προληφθεί η θέση σε λειτουργία της ηλεκτρογεννήτριας** εκτιμάται σε $P(a) = 0.4$.
- Η **πιθανότητα να τεθεί κανονικά σε λειτουργία το σύστημα** εντοπισμού της διακοπής και η ηλεκτρογεννήτρια σε περίπτωση διακοπής εκτιμάται σε $P(\epsilon) = 0.99$.
- Το **κόστος της θέσης σε λειτουργία ολόκληρου** του μηχανισμού σε περίπτωση εμφάνισης διακοπής υπολογίζεται σε $K_{\epsilon-\delta} = € 500$.

Είναι ικανοποιητικό το μέσο προστασίας;

Αντίδραση σε Κινδύνους

Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας – Παράδειγμα

- Υπολογισμός αξιοπιστίας **R**.

$$R = P + (1 - p) P(\varepsilon) = 0.96 + 0.004 \times 0.99 = 0.96396 \Rightarrow 1 - R = 1 - 0.96396 = \mathbf{0.03604}$$

- Υπολογισμός συνολικού κόστους (**Kσ**) (ετησίως).

$$K\sigma = K\varepsilon + (1 - R) K\alpha + \{ p P(\lambda) [1 - P(a)] + (1 - p) P(\varepsilon) \} K\varepsilon - \delta \Rightarrow$$
$$K\sigma = 1000 + 0.03604 \times 10.000 + \{ 0.96 \times 0.002 \times (1 - 0.4) + (1 - 0.96) \times 0.99 \} \times 500 = \mathbf{\text{€ } 1856,17}$$

- Υπολογισμός ωφέλειας (**Kσ**) (ετησίως) [ίσο με τις απώλειες λόγω ανυπαρξίας συστήματος].

$$K\sigma = (1 - p) K\alpha \Rightarrow K\alpha = 0.04 \times 10.000 = \mathbf{\text{€ } 400}$$

Το σύστημα ελέγχου κοστίζει ετησίως περισσότερο από την ωφέλεια. Δεν είναι ικανοποιητικό.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας – Παράδειγμα

- Υπολογισμός αξιοπιστίας **R**.

$$R = P + (1 - p) P(\varepsilon) = 0.96 + 0.004 \times 0.99 = 0.96396 \Rightarrow 1 - R = 1 - 0.96396 = \mathbf{0.03604}$$

- Υπολογισμός συνολικού κόστους (**Kσ**) (ετησίως).

$$K\sigma = K\varepsilon + (1 - R) K\alpha + \{ p P(\lambda) [1 - P(a)] + (1 - p) P(\varepsilon) \} K\varepsilon - \delta \Rightarrow$$
$$K\sigma = 1000 + 0.03604 \times 10.000 + \{ 0.96 \times 0.002 \times (1 - 0.4) + (1 - 0.96) \times 0.99 \} \times 500 = \mathbf{\text{€ } 1856,17}$$

- Υπολογισμός ωφέλειας (**Kσ**) (ετησίως) [ίσο με τις απώλειες λόγω ανυπαρξίας συστήματος].

$$K\sigma = (1 - p) K\alpha \Rightarrow K\alpha = 0.04 \times 10.000 = \mathbf{\text{€ } 400}$$

Το σύστημα ελέγχου κοστίζει ετησίως περισσότερο από την ωφέλεια. Δεν είναι ικανοποιητικό.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων (Risk Management Plan)

Ορισμένα μέσα προστασίας υφίστανται ενσωματωμένα στην καθημερινή πρακτική χωρίς να είναι διακριτά και να εφαρμόζονται αποκλειστικά για τους σκοπούς του έργου (π.χ. αξιολόγηση και επιλογή πόρων, επιλογές προτύπων εργασίας κ.λπ.). Όμως:

► Σχέδιο Συνάφειας ή Εναλλακτικό Σχέδιο (Contingency Plan)

Περιγράφει τις συγκεκριμένες ενέργειες, που πρέπει να γίνουν (ή να μη γίνουν) και τις οικονομικές συνέπειες, σε περίπτωση, που εμφανιστεί μια απειλή, από αυτές, που έχουν αναγνωρισθεί και θεωρούνται πιθανές να εκδηλωθούν.

► Σχέδιο Ασφάλειας (Security Plan)

Περιοδικές αξιολογήσεις και λήψη μέτρων προστασίας με στόχο την ασφάλεια του έργου.

► Σχέδιο Ανάκαμψης από Καταστροφή (Disaster Recovery Plan)

Προβλέπει πώς θα γίνει η αποκατάσταση των ζημιών, που υπέστη ένα έργο μετά από την εκδήλωση απειλής, καθώς και τη διαδικασία επαναφοράς στην προ του συμβάντος κανονική λειτουργία του.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων (Risk Management Plan)

- Περιλαμβάνει το **σύνολο των προβλεπόμενων διεργασιών**
- Περιλαμβάνει τον **καταμερισμό ευθύνης** κατά κίνδυνο
- Περιλαμβάνει διεργασία **Ελέγχου Αντίδρασης σε Κίνδυνο** (Risk Response Control).

Το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων δεν είναι στατικό. Δοκιμάζεται και αξιολογείται συνεχώς στην πράξη. Πιθανά υπάρχουν διορθωτικές μεταβολές και αναθεώρηση του σχεδίου διαχείρισης κινδύνων

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων (Προτεραιότητες)

Σε κάθε κατάσταση (κίνδυνο) K_i γίνεται μια εκτίμηση πιθανότητας P_j του να συμβεί ο κίνδυνος και των αποτελεσμάτων του (επιπτώσεων του) A_{ij} .

<i>Καταστάσεις Φύσης</i>	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
<i>Πιθανότητες</i>	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
<i>Στρατηγικές</i>	<i>Αποτελέσματα</i>					
Σ_1	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων (Προτεραιότητες)

Τα αποτελέσματα **A_{ij}** θα πρέπει να αποτιμηθούν σε μία ενιαία κλίμακα και ανεξάρτητα από τη φύση τους με κριτήριο την βαρύτητα τους στο έργο.

Για παράδειγμα θα μπορούσαν να αποτιμηθούν σε μία κλίμακα από το 1 έως το 5, όπου το 1 θα αντιστοιχούσε στην έννοια “ελάχιστες επιπτώσεις” και το 5 “βαρύτερες επιπτώσεις”, με όλες τις διαβαθμίσεις ανάμεσά τους.

Τότε η **προτεραιότητα για κάθε κίνδυνο K_i** θα δινόταν από το γινόμενο **$A_{ij} \times P_j$** , με μέγιστη προτεραιότητα στον κίνδυνο με το μέγιστο γινόμενο.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων (Payoff Matrix)

Αποτυπώνουν τις εκτιμήσεις και βοηθούν στις αποφάσεις.

<i>Καταστάσεις Φύσης</i>	<i>K₁</i>	<i>K₂</i>	<i>K₃</i>	<i>K₄</i>	<i>K₅</i>	<i>K₆</i>
<i>Πιθανότητες</i>	<i>P₁</i>	<i>P₂</i>	<i>P₃</i>	<i>P₄</i>	<i>P₅</i>	<i>P₆</i>
<i>Στρατηγικές</i>	<i>Αποτελέσματα</i>					
<i>Σ₁</i>	<i>A₁₁</i>	<i>A₁₂</i>	<i>A₁₃</i>	<i>A₁₄</i>	<i>A₁₅</i>	<i>A₁₆</i>
<i>Σ₂</i>	<i>A₂₁</i>	<i>A₂₂</i>	<i>A₂₃</i>	<i>A₂₄</i>	<i>A₂₅</i>	<i>A₂₆</i>
<i>Σ₃</i>	<i>A₃₁</i>	<i>A₃₂</i>	<i>A₃₃</i>	<i>A₃₄</i>	<i>A₃₅</i>	<i>A₃₆</i>
<i>Σ₄</i>	<i>A₄₁</i>	<i>A₄₂</i>	<i>A₄₃</i>	<i>A₄₄</i>	<i>A₄₅</i>	<i>A₄₆</i>

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων (Payoff Matrix)

Αποτυπώνουν τις εκτιμήσεις και βοηθούν στις αποφάσεις.

Περιλαμβάνουν:

- **Καταστάσεις** (States of the Nature), δηλαδή τις απειλές (K1, K2, κλπ.)
- **Πιθανότητες εμφάνισης** των καταστάσεων, δηλαδή τις πιθανότητες εμφάνισης των κινδύνων (απειλών) (P1, P2, κλπ.). Το άθροισμα των πιθανοτήτων πρέπει να είναι ίσο με 1.
- **Στρατηγικές** (Strategies), δηλαδή τις αντιδράσεις σε κάθε απειλή.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων (Payoff Matrix)

- **Αποτελέσματα** (Outcomes), $(A_{i,j})$ δηλαδή τις επιπτώσεις της κάθε επιμέρους Στρατηγικής. Μπορεί να είναι οικονομικά (κέρδος, κόστος, απώλεια κ.λπ.) ή και άλλα (π.χ, χρόνος).
- **Αναμενόμενο Αποτέλεσμα** (Expected Outcome), δηλαδή το άθροισμα των γινομένων των αποτελεσμάτων επί την αντίστοιχη πιθανότητα $(\sum A_{i,j} P_i)$
- **Κριτήριο** (Criterion), με το οποίο γίνεται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και επιλέγεται η καλύτερη λύση. **Υπάρχουν πολλά κριτήρια**

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

Βιομηχανία θέλει να επιλέξει ανάμεσα σε εναλλακτικές στρατηγικές παραγωγής ενός νέου προϊόντος μεταξύ:

Στρατηγικές

- **Σ1:** Παραγωγή προϊόντος **A**, που απαιτεί επένδυση € 80.000, με αναμενόμενα έσοδα € 100.000, (από την ελληνική αγορά) και € 500.000 (από γειτονική χώρα), εφόσον οι διμερείς σχέσεις των δύο χωρών είναι καλές ή €100.000 αν οι διμερείς σχέσεις των χωρών δεν είναι καλές.
- **Σ2:** Παραγωγή προϊόντος **B**, που απαιτεί επένδυση € 60.000, που προορίζεται μόνο για την ελληνική αγορά, με αναμενόμενα έσοδα € 300.000.
- **Σ3:** Παραγωγή προϊόντος **Γ**, που απαιτεί επένδυση € 200.000, με αναμενόμενα έσοδα € 900.000 (από γειτονική χώρα), εφόσον οι διμερείς σχέσεις των δύο χωρών είναι καλές ή € 100.000, αν οι διμερείς σχέσεις των δύο χωρών δεν είναι καλές.

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

Καταστάσεις της φύσης (απειλές)

- **K1**: Καλές διμερείς σχέσεις μεταξύ των δύο χωρών.
- **K2**: Κακές διμερείς σχέσεις μεταξύ των δύο χωρών.

Πιθανότητες (εμφάνισης κατάστασης)

- **P1** = 0.70 για την K1.
- **P2** = 0.30 για την K2.

(Το άθροισμα των πιθανοτήτων πρέπει να είναι ίσο με 1.)

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

► Κριτήριο Αναμενόμενης Αξίας (Κέρδους)

Επιλέγεται η στρατηγική με το μέγιστο αναμενόμενο θετικό αποτέλεσμα

Υπολογισμός $A_{i,j}$ (υπολογισμός αξίας)

Καταστάσεις	K_1	K_2
Πιθανότητες	0.70	0.30
Στρατηγικές	Αποτελέσματα	
Σ_1	$A_{1,1} = (600 - 80) = \mathbf{520}$	$A_{1,2} = (100 + 100 - 80) = \mathbf{120}$
Σ_2	$A_{2,1} = (300 - 60) = \mathbf{240}$	$A_{2,2} = (300 - 60) = \mathbf{240}$
Σ_3	$A_{3,1} = (900 - 200) = \mathbf{700}$	$A_{3,2} = (100 - 200) = \mathbf{-100}$

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

► Κριτήριο Αναμενόμενης Αξίας (Κέρδους)

Υπολογισμός Αναμενόμενου Αποτελέσματος (από τις Στρατηγικές)

- Στρατηγική **Σ1**: $520.000 \times 0.7 + 120.000 \times 0.3 =$
€400.000
- Στρατηγική **Σ2**: $240.000 \times 0.7 + 240.000 \times 0.3 =$
€240.000
- Στρατηγική **Σ3**: $700.000 \times 0.7 - 100.000 \times 0.3 =$
€460.000

Επιλέγεται η Σ3 γιατί έχει το μέγιστο αναμενόμενο αποτέλεσμα (Αξία)

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

- **Κριτήριο της Αναμενόμενης Απώλειας Ευκαιρίας**
Επιλέγεται η στρατηγική με τη μικρότερη Αναμενόμενη Απώλεια (Expected Opportunity Loss)

Υπολογισμός $A_{i,j}$

(υπολογισμός απώλειας αξίας- διαφυγόν κέρδος)

- $A_{1,1} = (700 - 520) = 180$
- $A_{2,1} = (700 - 240) = 460$
- $A_{3,1} = (700 - 700) = 0$
- $A_{1,2} = (240 - 120) = 120$
- $A_{2,2} = (240 - 240) = 0$
- $A_{3,2} = (240 - (-100)) = 340$

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

► Κριτήριο της Αναμενόμενης Απώλειας Ευκαιρίας

<i>Καταστάσεις Φύσης</i>	<i>K₁</i>	<i>K₂</i>
<i>Πιθανότητες</i>	<i>0.70</i>	<i>0.30</i>
<i>Στρατηγικές</i>	<i>Αποτελέσματα</i>	
<i>Σ1</i>	<i>180</i>	<i>120</i>
<i>Σ2</i>	<i>460</i>	<i>0</i>
<i>Σ3</i>	<i>0</i>	<i>340</i>

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

► Κριτήριο της Αναμενόμενης Απώλειας Ευκαιρίας

Υπολογισμός Αναμενόμενου Αποτελέσματος (από τις Στρατηγικές)

► Στρατηγική **Σ1** = $180.000 \times 0.7 + 120.000 \times 0.3 =$
€162.000

► Στρατηγική **Σ2** = $460.000 \times 0.7 + 0 =$ **€322.000**

► Στρατηγική **Σ3** = $0 + 340.000 \times 0.3 =$ **€102.000**

Επιλέγεται η Σ3 γιατί παρουσιάζει τη μικρότερη απώλεια ευκαιρίας (μικρότερο διαφυγόν κέρδος)

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

► Κριτήριο του Laplace

Όλες οι εμφανίσεις των καταστάσεων έχουν τις ίδιες πιθανότητες. Κατά τα λοιπά γίνονται οι υπολογισμοί των Αποτελεσμάτων $A_{i,j}$ και **ακολουθείται κάποιο από τα άλλα κριτήρια** (μέγιστης αξίας, ελάχιστης απώλειας). Αυτό που αλλάζει είναι οι πιθανότητες.

<i>Καταστάσεις Φύσης</i>	<i>K₁</i>	<i>K₂</i>
<i>Πιθανότητες</i>	<i>0.50</i>	<i>0.50</i>
<i>Στρατηγικές</i>	<i>Αποτελέσματα</i>	
<i>Σ1</i>	<i>520 (600 – 80)</i>	<i>120 (100 + 100 – 80)</i>
<i>Σ2</i>	<i>240 (300 – 60)</i>	<i>240 (300 – 60)</i>
<i>Σ3</i>	<i>700 (900 – 200)</i>	<i>-100 (100 – 200)</i>

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

► Κριτήριο *Minimax* - *Maximin* (Wald)

Η εφαρμογή αυτού του κριτηρίου αποτελεί συντηρητική αντιμετώπιση του προβλήματος. Βασίζεται στην επιλογή της στρατηγικής, που είναι λιγότερο δυσμενής.

Διαφορετική εφαρμογή ανάλογα με τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων (αξίες, απώλειες)

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

► Κριτήριο *Minimax* - *Maximin* (Wald)

Αποτελέσματα με Αναμενόμενες Αξίες

- Αναζητείται η **ελάχιστη αναμενόμενη αξία (Min)** κάθε στρατηγικής:
 - € 120.000 για τη Σ1,
 - € 240.000 για τη Σ2,
 - € -100.000 για τη Σ3.
- Επιλέγεται η στρατηγική, με το μέγιστο (Max) από αυτά τα ελάχιστα, (Σ2)

Αντίδραση σε Κινδύνους

Μήτρες Αποτελεσμάτων - Παράδειγμα

► Κριτήριο *Minimax* - *Maximin* (Wald)

Αποτελέσματα με Αναμενόμενες Απώλειες

- Αναζητείται η **μέγιστη αναμενόμενη απώλεια (Max)** κάθε στρατηγικής:
 - € 180.000 για τη Σ1,
 - € 460.000 για τη Σ2,
 - € 340.000 για τη Σ3.
- Επιλέγεται η στρατηγική, με το ελάχιστο (Min) από αυτά τα μέγιστα, (Σ1)



Βιβλιογραφία

- [1] Δημητριάδης Αντώνης, “**Διοίκηση – Διαχείριση Έργου – 5η έκδοση**”, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, ISBN: 978-960-578-051-7, Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 86199419