

Αξιολόγηση Κινδύνου
-Risk Assessment-

Αξιολόγηση κινδύνων (Ποιοτικές και Ποσοτικές προσεγγίσεις)

- ❑ Η αξιολόγηση κινδύνου εκτελείται συχνά ως διαδικασία δύο σταδίων. Πραγματοποιείται ένας αρχικός έλεγχος των κινδύνων και των ευκαιριών με τη χρήση ποιοτικών τεχνικών που ακολουθείται από μια πιο ποσοτική αντιμετώπιση των πιο σημαντικών κινδύνων και ευκαιριών που προσφέρονται για ποσοτικοποίηση (δεν είναι όλοι οι κίνδυνοι ουσιαστικά ποσοτικοποιήσιμοι).
- Η ποιοτική αξιολόγηση συνίσταται στην αξιολόγηση κάθε κινδύνου και ευκαιρίας σύμφωνα με περιγραφικές κλίμακες.
- Η ποσοτική ανάλυση απαιτεί αριθμητικές τιμές τόσο για τον αντίκτυπο όσο και για την πιθανότητα χρησιμοποιώντας δεδομένα από διάφορες πηγές.

❑ Ποιοτική και Ποσοτική προσέγγιση

- Τα βασικά μέτρα και διαστάσεις προσέγγισης για την εκτίμηση ενός κινδύνου είναι
 - Η πιθανότητα εμφάνισης
 - Το μέγεθος (επίπτωση)
- Η πιο προφανής διαφορά μεταξύ ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης κινδύνου είναι η προσέγγισή τους στη διαδικασία.
- **Η ποιοτική ανάλυση κινδύνου** τείνει να είναι πιο υποκειμενική.
- **Η ποσοτική ανάλυση κινδύνου**, από την άλλη πλευρά, είναι αντικειμενική.

Διαστάσεις που περιλαμβάνονται στην Αξιολόγηση - Ανάλυση Κινδύνου

- Συχνότητα - Πιθανότητα εμφάνισης
- Σφοδρότητα- Χρηματοοικονομικός αντίκτυπος
- Αντίκτυπος φήμης
- Ταχύτητα – πόσο γρήγορα θα συμβεί το συμβάν κινδύνου
- Διάρκεια – πόσο καιρό θα διαρκέσουν οι αρνητικές επιπτώσεις του συμβάντος κινδύνου
- Σημασία - σημασία του κινδύνου για τον οργανισμό ως προς τους στόχους
- Ικανότητα και Ετοιμότητα – πόσο προετοιμασμένος είναι ο οργανισμός για να ανταποκριθεί στον κίνδυνο
- Εξειδίκευση του οργανισμού στην αντιμετώπιση των κινδύνων
- Αλληλεξάρτηση – πόση επιρροή έχει αυτός ο κίνδυνος στην εμφάνιση άλλων κινδύνων
- Τροχιά ή μελλοντική τάση – πώς αναμένεται να αλλάξει αυτός ο κίνδυνος στο μέλλον

Optimal Risk-Taking



Ανάπτυξη κριτηρίων αξιολόγησης.

- ❑ Η παραδοσιακή ανάλυση κινδύνου ορίζει τον κίνδυνο ως συνάρτηση **της πιθανότητας και του αντίκτυπου**. Πράγματι, αυτά είναι σημαντικά μέτρα. Ωστόσο, απίθανα γεγονότα συμβαίνουν πολύ συχνά και πολλά πιθανά γεγονότα δεν συμβαίνουν. Τα χειρότερα, απίθανα γεγονότα συμβαίνουν συχνά με εκπληκτική ταχύτητα.
- ❑ Η πιθανότητα και ο αντίκτυπος από μόνες τους δεν ζωγραφίζουν την όλη εικόνα. Για να απαντηθούν ερωτήσεις όπως πόσο γρήγορα θα μπορούσε να προκύψει ο κίνδυνος, πόσο γρήγορα θα μπορούσε να ανταποκριθεί ή να ανακάμψει και πόσο χρόνο διακοπής λειτουργίας θα μπορούσατε να ανεχτεί ο οργανισμός, πρέπει να μετρηθεί **η ευπάθεια και η ταχύτητα έναρξης**.
- ❑ **Ανάπτυξη Κλίμακων Αξιολόγησης**
 - Οι περισσότεροι οργανισμοί ορίζουν κλίμακες για την αξιολόγηση των κινδύνων όσον αφορά τον αντίκτυπο, την πιθανότητα και άλλες διαστάσεις. Αυτές οι κλίμακες περιλαμβάνουν επίπεδα αξιολόγησης και ορισμούς που ενθαρρύνουν τη συνεπή ερμηνεία και εφαρμογή από διαφορετικά τμήματα/τομείς/περιφέρειες. Όσο πιο περιγραφικές είναι οι κλίμακες, τόσο πιο συνεπής θα είναι η ερμηνεία τους από τους χρήστες. Στόχος είναι να βρεθεί η σωστή ισορροπία μεταξύ απλότητας και πληρότητας.

➤ Πιθανότητα

Illustrative Likelihood Scale

Rating	Annual Frequency		Probability	
	Descriptor	Definition	Descriptor	Definition
5	Frequent	Up to once in 2 years or more	Almost certain	90% or greater chance of occurrence over life of asset or project
4	Likely	Once in 2 years up to once in 25 years	Likely	65% up to 90% chance of occurrence over life of asset or project
3	Possible	Once in 25 years up to once in 50 years	Possible	35% up to 65% chance of occurrence over life of asset or project
2	Unlikely	Once in 50 years up to once in 100 years	Unlikely	10% up to 35% chance of occurrence over life of asset or project
1	Rare	Once in 100 years or less	Rare	<10% chance of occurrence over life of asset or project

Illustrative Impact Scale

Rating	Descriptor	Definition
5	Extreme	<ul style="list-style-type: none"> Financial loss of \$X million or more³ International long-term negative media coverage; game-changing loss of market share Significant prosecution and fines, litigation including class actions, incarceration of leadership Significant injuries or fatalities to employees or third parties, such as customers or vendors Multiple senior leaders leave
4	Major	<ul style="list-style-type: none"> Financial loss of \$X million up to \$X million National long-term negative media coverage; significant loss of market share Report to regulator requiring major project for corrective action Limited in-patient care required for employees or third parties, such as customers or vendors Some senior managers leave, high turnover of experienced staff, not perceived as employer of choice
3	Moderate	<ul style="list-style-type: none"> Financial loss of \$X million up to \$X million National short-term negative media coverage Report of breach to regulator with immediate correction to be implemented Out-patient medical treatment required for employees or third parties, such as customers or vendors Widespread staff morale problems and high turnover
2	Minor	<ul style="list-style-type: none"> Financial loss of \$X million up to \$X million Local reputational damage Reportable incident to regulator, no follow up No or minor injuries to employees or third parties, such as customers or vendors General staff morale problems and increase in turnover
1	Incidental	<ul style="list-style-type: none"> Financial loss up to \$X million Local media attention quickly remedied Not reportable to regulator No injuries to employees or third parties, such as customers or vendors Isolated staff dissatisfaction

Illustrative Vulnerability Scale

Rating	Descriptor	Definition
5	Very High	<ul style="list-style-type: none"> • No scenario planning performed • Lack of enterprise level/process level capabilities to address risks • Responses not implemented • No contingency or crisis management plans in place
4	High	<ul style="list-style-type: none"> • Scenario planning for key strategic risks performed • Low enterprise level/process level capabilities to address risks • Responses partially implemented or not achieving control objectives • Some contingency or crisis management plans in place
3	Medium	<ul style="list-style-type: none"> • Stress testing and sensitivity analysis of scenarios performed • Medium enterprise level/process level capabilities to address risks • Responses implemented and achieving objectives most of the time • Most contingency and crisis management plans in place, limited rehearsals
2	Low	<ul style="list-style-type: none"> • Strategic options defined • Medium to high enterprise level/process level capabilities to address risks • Responses implemented and achieving objectives except under extreme conditions • Contingency and crisis management plans in place, some rehearsals
1	Very Low	<ul style="list-style-type: none"> • Real options deployed to maximize strategic flexibility • High enterprise level/process level capabilities to address risks • Redundant response mechanisms in place and regularly tested for critical risks • Contingency and crisis management plans in place and rehearsed regularly

Illustrative Speed of Onset Scale

Rating	Descriptor	Definition
5	Very High	• Very rapid onset, little or no warning, instantaneous
4	High	• Onset occurs in a matter of days to a few weeks
3	Medium	• Onset occurs in a matter of a few months
2	Low	• Onset occurs in a matter of several months
1	Very Low	• Very slow onset, occurs over a year or more

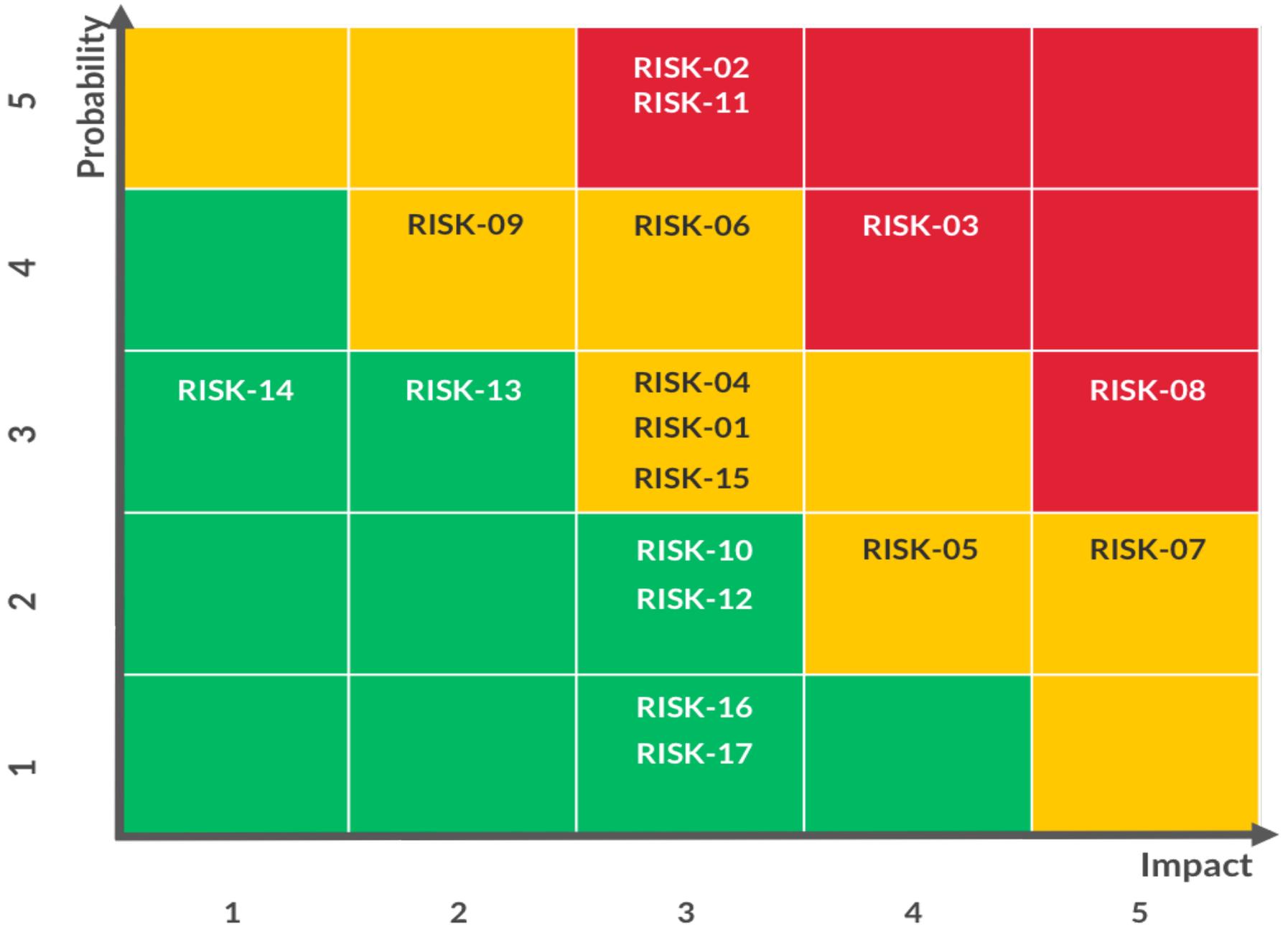
Ιεράρχηση - Προτεραιότητά κινδύνων

- ❑ Η κατάταξη και η ιεράρχηση των προτεραιοτήτων γίνονται συχνά σε μια διαδικασία δύο βημάτων.
- Πρώτον, οι κίνδυνοι ταξινομούνται σύμφωνα με ένα, δύο ή περισσότερα κριτήρια, όπως η αξιολόγηση επιπτώσεων πολλαπλασιασμένη με την αξιολόγηση πιθανότητας.
- Δεύτερον, η σειρά κατάταξης κινδύνου επανεξετάζεται υπό το πρίσμα πρόσθετων εκτιμήσεων, όπως μόνο ο αντίκτυπος, η ταχύτητα έναρξης ή το μέγεθος του χάσματος μεταξύ του τρέχοντος και του επιθυμητού επιπέδου κινδύνου.

➤ **Χάρτες κινδύνου**

Likelihood	Consequences				
	Insignificant <i>Risk is easily mitigated by normal day to day process</i>	Minor <i>Delays up to 10% of Schedule Additional cost up to 10% of Budget</i>	Moderate <i>Delays up to 30% of Schedule Additional cost up to 30% of Budget</i>	Major <i>Delays up to 50% of Schedule Additional cost up to 50% of Budget</i>	Catastrophic <i>Project abandoned</i>
Certain <i>>90% chance</i>	High	High	Extreme	Extreme	Extreme
Likely <i>50% - 90% chance</i>	Moderate	High	High	Extreme	Extreme
Moderate <i>10% - 50% chance</i>	Low	Moderate	High	Extreme	Extreme
Unlikely <i>3% - 10% chance</i>	Low	Low	Moderate	High	Extreme
Rare <i><3% chance</i>	Low	Low	Moderate	High	High

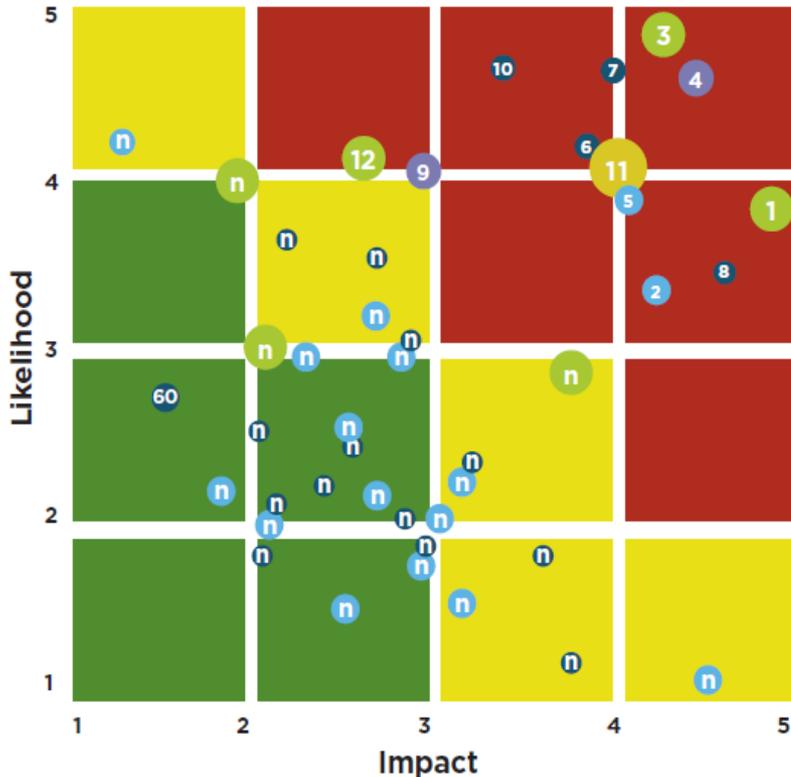
		Consequence				
		Negligible 1	Minor 2	Moderate 3	Major 4	Catastrophic 5
Likelihood	5 Almost certain	Moderate 5	High 10	Extreme 15	Extreme 20	Extreme 25
	4 Likely	Moderate 4	High 8	High 12	Extreme 16	Extreme 20
	3 Possible	Low 3	Moderate 6	High 9	High 12	Extreme 15
	2 Unlikely	Low 2	Moderate 4	Moderate 6	High 8	High 10
	1 Rare	Low 1	Low 2	Low 3	Moderate 4	Moderate 5



Μελέτη Περίπτωσης

- Μια εταιρεία εντόπισε 60 κινδύνους που έπρεπε να συμπεριλάβει στο χαρτοφυλάκιο των κινδύνων της. Στη συνέχεια καθόρισε τους κατάλληλους για την αξιολόγηση.

Illustrative Heat Map



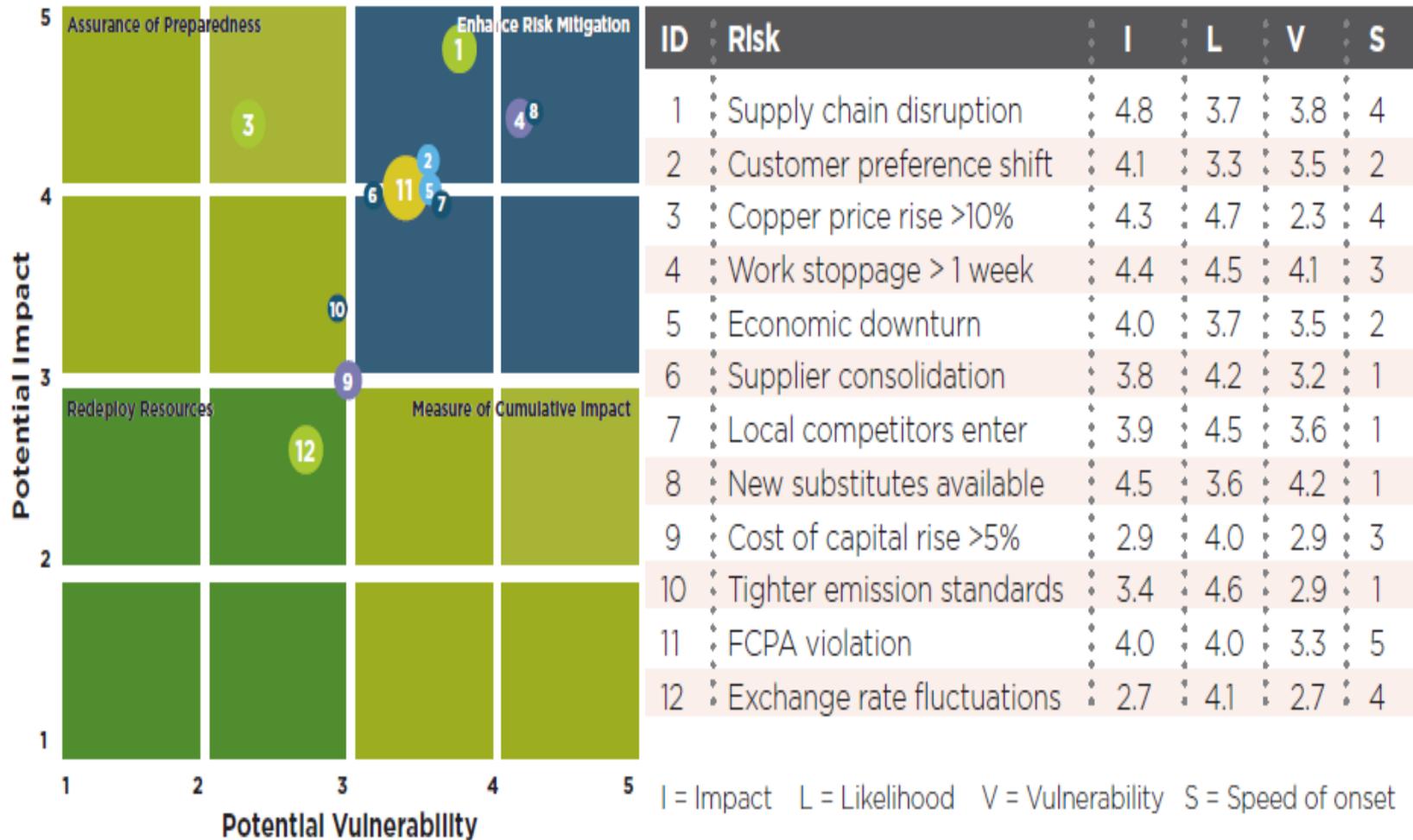
ID	Risk	I	L	V	S
1	Supply chain disruption	4.8	3.7	3.8	4
2	Customer preference shift	4.1	3.3	3.5	2
3	Copper price rise >10%	4.3	4.7	2.3	4
4	Work stoppage > 1 week	4.4	4.5	4.1	3
5	Economic downturn	4.0	3.7	3.5	2
6	Supplier consolidation	3.8	4.2	3.2	1
7	Local competitors enter	3.9	4.5	3.6	1
8	New substitutes available	4.5	3.6	4.2	1
9	Cost of capital rise >5%	2.9	4.0	2.9	3
10	Tighter emission standards	3.4	4.6	2.9	1
11	FCPA violation	4.0	4.0	3.3	5
12	Exchange rate fluctuations	2.7	4.1	2.7	4
n
60	Impairment of assets	1.6	2.7	1.6	1

Dots represent risk #1 - #n
 Dot size reflects speed of onset:

● Very Low
 ● Low
 ● Medium
 ● High
 ● Very High

I = Impact L = Likelihood V = Vulnerability S = Speed of onset

Illustrative MARCI Chart



Dots represent risk #1 - #n

Dot size reflects speed of onset:

● Very Low
 ● Low
 ● Medium
 ● High
 ● Very High

Αξιολόγηση αλληλεπιδράσεων του κινδύνου

- ❑ Το ERM επιτρέπει μια ολοκληρωμένη και ολιστική άποψη των κινδύνων. Το κλειδί εδώ είναι ότι το σύνολο δεν ισούται με το άθροισμα των μερών. Για να κατανοήσουμε τον κίνδυνο χαρτοφυλακίου, πρέπει να κατανοήσουμε τους κινδύνους των επιμέρους στοιχείων συν τις αλληλεπιδράσεις τους λόγω της παρουσίας φυσικών αντισταθμίσεων και αμοιβαία ενισχυόμενων κινδύνων.

- ❑ Τρεις καθιερωμένοι τρόποι για την καταγραφή των αλληλεπιδράσεων κινδύνου που αυξάνονται σε επίπεδο πολυπλοκότητας και πλούτου πληροφοριών είναι :
 - οι χάρτες αλληλεπίδρασης κινδύνου

 - οι πίνακες συσχέτισης

 - τα διαγράμματα διασποράς

➤ Χάρτης αλληλεπίδρασης κινδύνου

Illustrative Risk Interaction Map

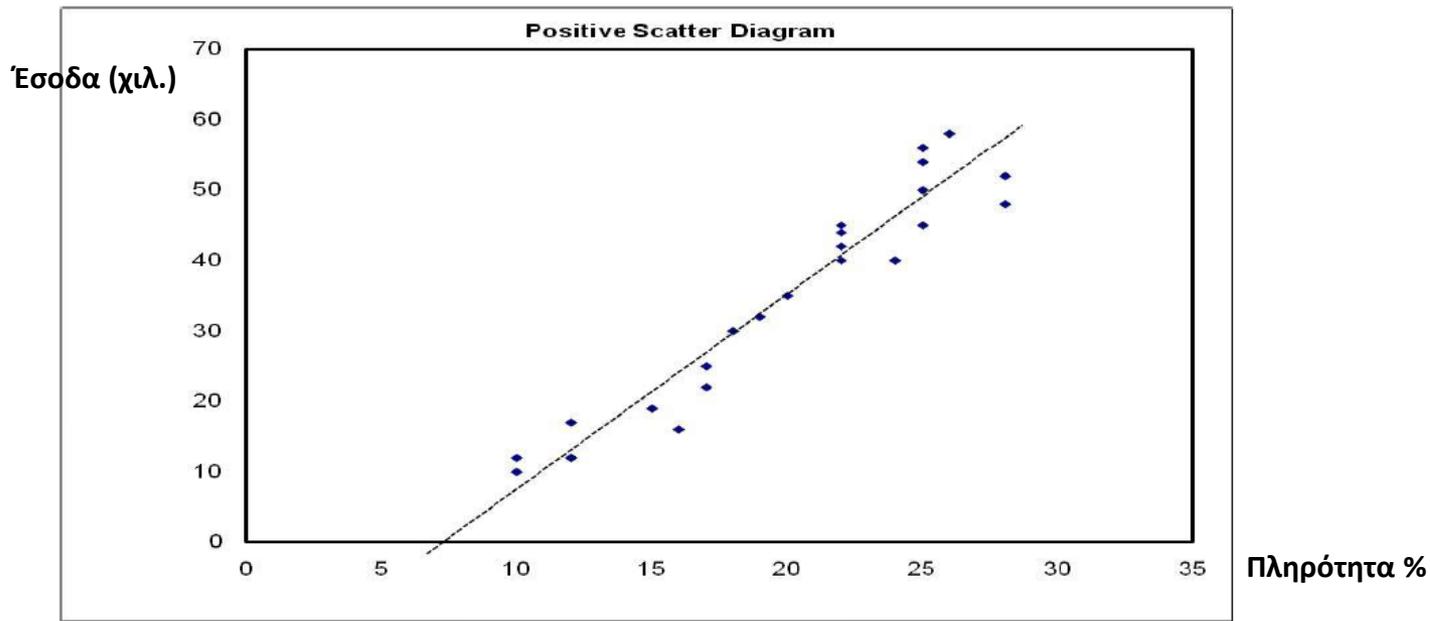
Risk	Supply Chain Disruption	Customer Preference Shift	Copper Price Increase >25%	Work Stoppage >1 Week	Economic Downturn	Supplier Consolidation	Local Competitor Enters Market	New Substitutes Available	Cost of Capital Increase >5%	Tighter Emission Standards	FCPA Violation	Exchange Rate Fluctuations
Supply Chain Disruption			X	X	X	X	X					
Customer Preference Shift					X		X	X		X		X
Copper Price Increase >25%	X				X	X						X
Work Stoppage >1 Week	X				X	X					X	
Economic Downturn	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
Supplier Consolidation	X		X	X	X				X			
Local Competitor Enters Market	X	X			X							X
New Substitutes Available		X			X					X		
Cost of Capital Increase >5%					X	X						X
Tighter Emission Standards		X						X				
FCPA Violation				X	X							
Exchange Rate Fluctuations		X	X		X		X		X			

➤ Πίνακας συσχέτισης

Pearson Correlations																	
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇
C ₁	1	-0.058	0.157	-0.152	0.029	0.131	0.094	0.283*	0.156	0.127	0.128	0.085	0.103	0.218	0.211	0.240*	0.276*
C ₂	-0.058	1	0.127	0.298*	-0.097	0.020	0.057	-0.103	-0.130	-0.027	0.033	0.067	0.142	-0.141	0.088	0.165	0.216
C ₃	0.157	0.127	1	0.066	0.485**	0.538**	0.473**	-0.010	0.523**	-0.056	-0.009	0.383**	0.104	0.324**	0.203	0.296*	0.378**
C ₄	-0.152	0.298*	0.066	1	-0.110	-0.081	-0.004	-0.202	-0.195	-0.127	-0.095	-0.015	0.086	-0.116	0.046	0.001	0.027
C ₅	0.029	-0.097	0.485**	-0.110	1	0.719**	0.614**	0.238*	0.558**	0.081	0.109	0.395**	0.198	0.442**	0.347**	0.311**	0.404**
C ₆	0.131	0.020	0.538**	-0.081	0.719**	1	0.599**	0.141	0.632**	0.044	0.023	0.408**	0.235*	0.456**	0.449**	0.473**	0.403**
C ₇	0.094	0.057	0.473**	-0.004	0.614**	0.599**	1	-0.064	0.408**	-0.197	-0.151	0.160	0.350**	0.283*	0.234*	0.229	0.259*
C ₈	0.283*	-0.103	-0.010	-0.202	0.238*	0.141	-0.064	1	0.190	0.821**	0.828**	0.206	0.000	0.208	0.325**	0.337**	0.372**
C ₉	0.156	-0.130	0.523**	-0.195	0.558**	0.632**	0.408**	0.190	1	0.114	0.075	0.441**	0.286*	0.684**	0.482**	0.629**	0.566**
C ₁₀	0.127	-0.027	-0.056	-0.127	0.081	0.044	-0.197	0.821**	0.114	1	0.961**	0.194	-0.019	0.179	0.346**	0.361**	0.417**
C ₁₁	0.128	0.033	-0.009	-0.095	0.109	0.023	-0.151	0.828**	0.075	0.961**	1	0.186	-0.034	0.122	0.344**	0.327**	0.437**
C ₁₂	0.085	0.067	0.383**	-0.015	0.395**	0.408**	0.160	0.206	0.441**	0.194	0.186	1	0.375**	0.320**	0.361**	0.361**	0.311**
C ₁₃	0.103	0.142	0.104	0.086	0.198	0.235*	0.350**	0.000	0.286*	-0.019	-0.034	0.375**	1	0.211	0.420**	0.453**	0.343**
C ₁₄	0.218	-0.141	0.324**	-0.116	0.442**	0.456**	0.283*	0.208	0.684**	0.179	0.122	0.320**	0.211	1	0.491**	0.583**	0.602**
C ₁₅	0.211	0.088	0.203	0.046	0.347**	0.449**	0.234*	0.325**	0.482**	0.346**	0.344**	0.361**	0.420**	0.491**	1	0.845**	0.790**
C ₁₆	0.240*	0.165	0.296*	0.001	0.311**	0.473**	0.229	0.337**	0.629**	0.361**	0.327**	0.361**	0.453**	0.583**	0.845**	1	0.804**
C ₁₇	0.276*	0.216	0.378**	0.027	0.404**	0.403**	0.259*	0.372**	0.566**	0.417**	0.437**	0.311**	0.343**	0.602**	0.790**	0.804**	1

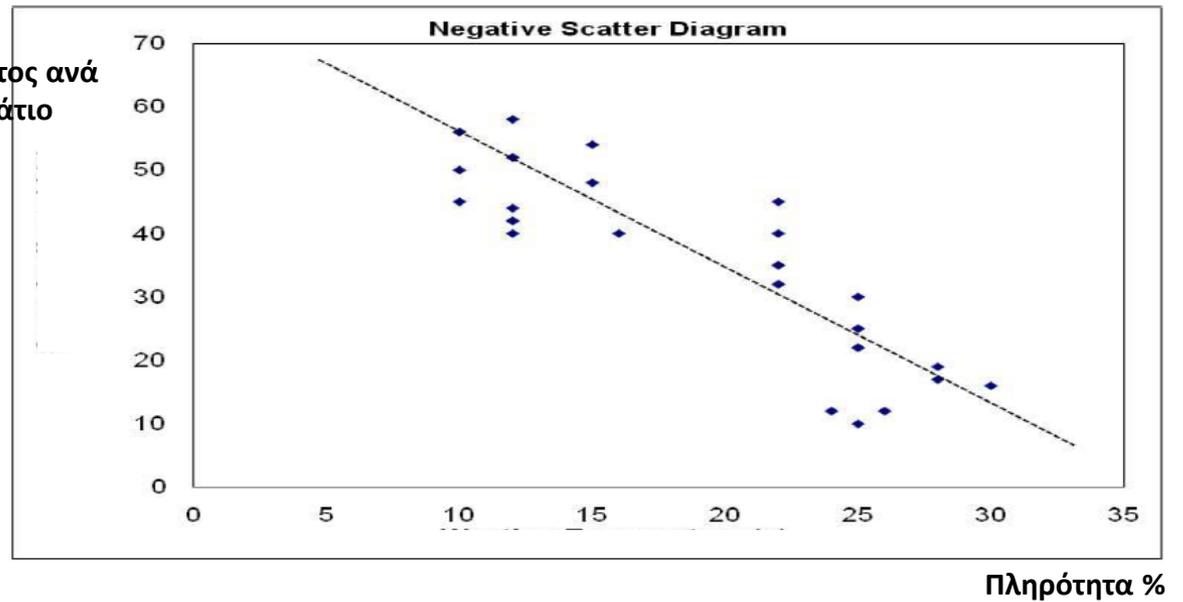
Pearson correlation coefficient

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$



Μέσο Σταθερό Κόστος ανά Κατειλημμένο Δωμάτιο

$$AFC = \frac{TFC}{Q}$$



**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
&
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ**

Επιλογή τεχνικών

- ❑ Η επιλογή της τεχνικής και ο τρόπος εφαρμογής της θα πρέπει να προσαρμόζονται στο πλαίσιο και τη χρήση και να παρέχουν πληροφορίες του τύπου και της μορφής που χρειάζονται τα ενδιαφερόμενα μέρη.
- ❑ Σε γενικές γραμμές, ο αριθμός και το είδος της τεχνικής που επιλέγεται θα πρέπει να κλιμακώνεται ανάλογα με τη σημασία της απόφασης και να λαμβάνει υπόψη τους περιορισμούς στο χρόνο και άλλους πόρους, καθώς και το κόστος ευκαιρίας.

Αναμενόμενη απόδοση και Τυπική Απόκλιση

Είναι ο σταθμικός μέσος όρος όλων των δυνητικών αποδόσεων, όπου η κάθε δυνητική απόδοση σταθμίζεται από την αντίστοιχη πιθανότητα να συμβεί. Άρα, η αναμενόμενη απόδοση είναι:

$$E(r) = \sum_{i=1}^n P_i r_i$$

όπου

$E(r)$ = η αναμενόμενη ή προσδοκώμενη απόδοση

P_i = η πιθανότητα να συμβεί η i δυνητική απόδοση

r_i = η i δυνητική απόδοση,

n = ο αριθμός των δυνητικών αποδόσεων.

Έχουμε ορίσει ως κίνδυνο τη μεταβλητότητα των δυνητικών αποτελεσμάτων γύρω από την αναμενόμενη τιμή τους. Για να μετρήσουμε όμως ποσοτικά τη διασπορά των δυνητικών αποτελεσμάτων γύρω από την αναμενόμενη τιμή τους (δηλαδή τον κίνδυνο), θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κατανομές πιθανοτήτων. Ένα στατιστικό μέτρο της διασποράς (ή του εύρους) μιας κατανομής πιθανοτήτων είναι η τυπική απόκλιση (και η διακύμανση) που αναφέρθηκε προηγουμένως. Η τυπική απόκλιση των αναμενόμενων αποδόσεων δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma = \left\{ \sum_{i=1}^n P_i [r_i - E(r)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

όπου

σ = η τυπική απόκλιση των αποδόσεων μιας επένδυσης,

P_i = η πιθανότητα να συμβεί η i δυνητική απόδοση της επένδυσης,

r_i = η i δυνητική απόδοση,

$E(r)$ = η αναμενόμενη ή προσδοκώμενη απόδοση της επένδυσης,

n = ο αριθμός των δυνητικών αποδόσεων.

Μελέτη Περίπτωσης – Αναμενόμενη Τιμή και Τυπική Απόκλιση

Αναγνώριση πέντε λειτουργικών κινδύνων σε περίοδο υψηλής ζήτησης για ξενοδοχειακή μονάδα

1. Στελέχωση Ελλείψεις & Υψηλός Κύκλος Εργασιών

Η εποχική ζήτηση απαιτεί έκτακτο προσωπικό, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε κενά δεξιοτήτων, ασυνεπή εξυπηρέτηση και υψηλό κύκλο εργασιών.

Κίνδυνος επαγγελματικής εξουθένωσης λόγω πολλών ωρών, ειδικά εάν υπάρχει έλλειψη προσωπικού.

2. Υπερκράτηση & Επισκέπτης Δυσαρέσκεια

Η υψηλή ζήτηση μπορεί να οδηγήσει σε λάθη υπερκράτησης, με αποτέλεσμα παράπονα επισκεπτών ή αρνητικές κριτικές.

Οι ακυρώσεις της τελευταίας στιγμής ή οι μη εμφανίσεις μπορούν επίσης να επηρεάσουν τα έσοδα εάν δεν διαχειρίζονται σωστά.

3. Εφοδιαστική Αλυσίδα Διαταραχές

Η αυξημένη ζήτηση για τρόφιμα, ποτά και προμήθειες καθαριότητας μπορεί να οδηγήσει σε ελλείψεις ή καθυστερήσεις.

Η εξάρτηση από εξωτερικούς πωλητές, ειδικά για τα εισαγόμενα αγαθά, μπορεί να προκαλέσει λειτουργικά προβλήματα.

4. Υποδομές & Συντήρηση Αποτυχίες

Η υψηλή πληρότητα επιβαρύνει τα υδραυλικά, τον κλιματισμό και άλλες κρίσιμες εγκαταστάσεις.

Ο περιορισμένος χρόνος για επισκευές λόγω πλήρους κρατήσεων μπορεί να οδηγήσει σε παράπονα επισκεπτών και διακοπές στην υπηρεσία.

5. Υγεία & Ασφάλεια Συμμόρφωση

Η υψηλότερη κίνηση στα πόδια αυξάνει τους κινδύνους που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων, την υγιεινή και τη γενική ασφάλεια των επισκεπτών.

Η πυρασφάλεια, η ασφάλεια της πισίνας και η ετοιμότητα έκτακτης ανάγκης πρέπει να επανεξετάζονται και να επιβάλλονται τακτικά.

1. Στελέχωση Ελλείψεις & Υψηλός Κύκλος Εργασιών

Κόστος Αποτέλεσμα	Περιγραφή	Πιθανότητα
5.000 €	Επιπλέον έξοδα πρόσληψης & εκπαίδευσης για αντικαταστάσεις	30%
12.000 €	Αύξηση υπερωριακών αμοιβών και έκτακτων δαπανών προσωπικού	25%
20.000 €	Μείωση εξυπηρέτησης, παράπονα επισκεπτών, αποζημίωση	20%
30.000 €	Μεγάλη λειτουργική διακοπή, απώλεια επαναλαμβανόμενων πελατών	15%
50.000 €	Ξενοδοχείο δεν μπορεί να ανταποκριθεί στη ζήτηση, ζημιά στη φήμη	10%

2. Υπερκράτηση & Δυσαρέσκεια Επισκέπτης

Κόστος Αποτέλεσμα	Περιγραφή	Πιθανότητα
3.000 €	Μικρή αποζημίωση (δωρεάν ποτά/δείπνα)	40%
8.000 €	Κόστος μετεγκατάστασης για ορισμένους επισκέπτες	30%
15.000 €	Υψηλή αποζημίωση λόγω μεγάλων σφαλμάτων	15%
25.000 €	Ζημιά στη διαδικτυακή φήμη και χαμηλότερες μελλοντικές κρατήσεις	10%
40.000 €	Νομικές αξιώσεις και μεγάλη απώλεια κρατήσεων	5%

3. Εφοδιαστική Αλυσίδα Διαταραχές

Κόστος Αποτέλεσμα	Περιγραφή	Πιθανότητα
4.000 €	Βιαστικές παραγγελίες & αυξημένο κόστος προμηθευτή	35%
10.000 €	Απώλεια ευπαθούς αποθέματος (σπατάλη)	30%
18.000 €	Ανάγκη αλλαγής προμηθευτή και πληρωμή κόστους προμηθευτή και πληρωμή κόστους προμηθευτή	20%
25.000 €	Πτώση εξυπηρέτησης, αρνητική εμπειρία επισκεπτών	10%
40.000 €	Σοβαρή έλλειψη βασικών ειδών, απώλεια εσόδων	5%

4. Υποδομές & Συντήρηση Αποτυχίες

Κόστος Αποτέλεσμα	Περιγραφή	Πιθανότητα
5.000 €	Μικρό επισκευές (AC, υδραυλικά)	40%
12.000 €	Επείγουσα συντήρηση μεγάλης κλίμακας (ασανσέρ, πισίνα)	30%
20.000 €	Προσωρινό κλείσιμο βασικών εγκαταστάσεων (εστιατόριο, σπα)	15%
35.000 €	Επισκέπτης αποζημίωση , επιστροφή χρημάτων αιτήματα	10%
60.000 €	Μεγάλη αποτυχία που οδήγησε σε μερικό κλείσιμο του ξενοδοχείου	5%

5. Υγεία & Ασφάλεια Συμμόρφωση Αποτυχίες

Κόστος Αποτέλεσμα	Περιγραφή	Πιθανότητα
6.000 €	Πρόστιμα για ήσσονος σημασίας μη συμμόρφωση (επιθεωρήσεις)	35%
15.000 €	Ασθένεια επισκεπτών ή μικροατυχήματα, δικαστικά έξοδα	30%
25.000 €	Ζημιά στη φήμη λόγω κακού τύπου ή κριτικών	20%
40.000 €	Αγωγές ή μεγάλα ρυθμιστικά πρόστιμα	10%
80.000 €	Σοβαρό ατύχημα που οδηγεί σε κλείσιμο ή πληρωμή ασφάλισης	5%

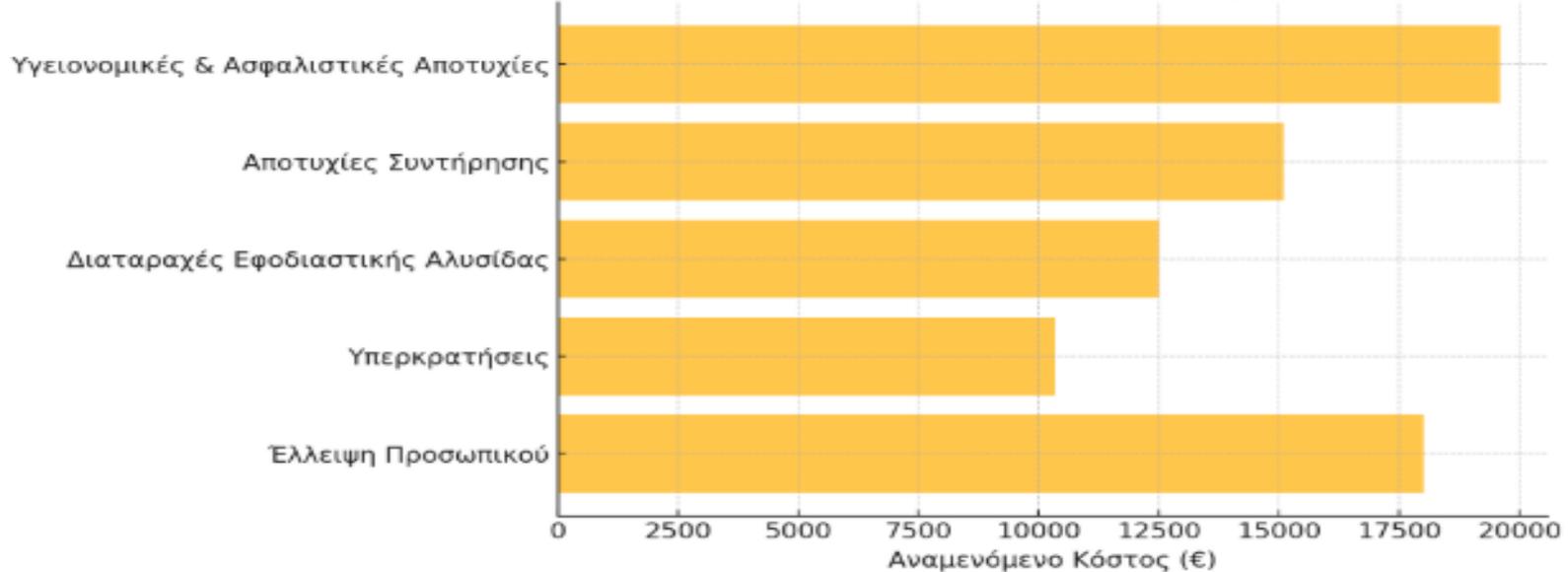
Υπολογισμός Αναμενόμενης Τιμής και Τυπικής Απόκλισης για κάθε κατηγορία κινδύνου

$$E(r) = \sum_{i=1}^n P_i r_i$$

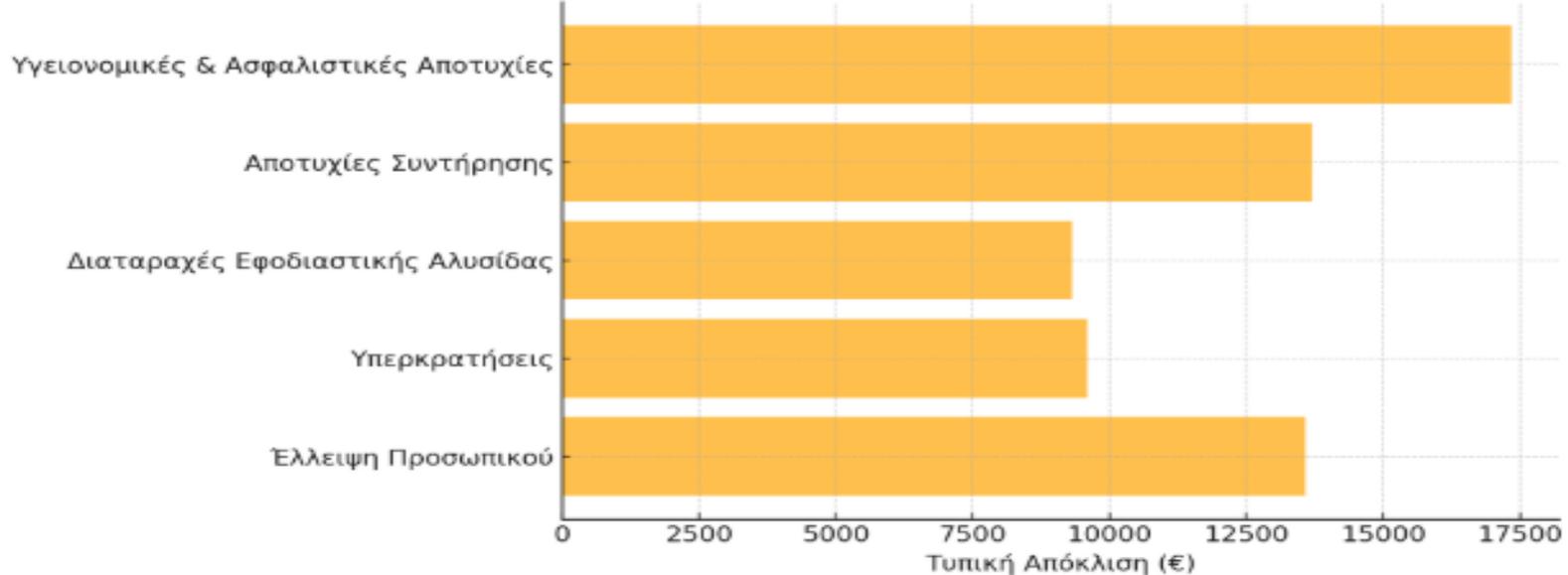
$$\sigma = \left\{ \sum_{i=1}^n P_i [r_i - E(r)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

	EV	StD
1. Στελέχωση Ελλείψεις & Υψηλός Κύκλος Εργασιών	18.000 €	13.583 €
2. Υπερκράτηση & Επισκέπτης Δυσαρέσκεια	10.350 €	9.588 €
3. Εφοδιαστική Αλυσίδα - Διαταραχές	12.500 €	9.309 €
4. Υποδομές & Συντήρηση - Ζημιές	15.100 €	13.700 €
5. Υγεία & Ασφάλεια Συμμόρφωση - Αποτυχίες	19.600 €	17.348 €

Αναμενόμενο Κόστος για Κάθε Κατηγορία Κινδύνου

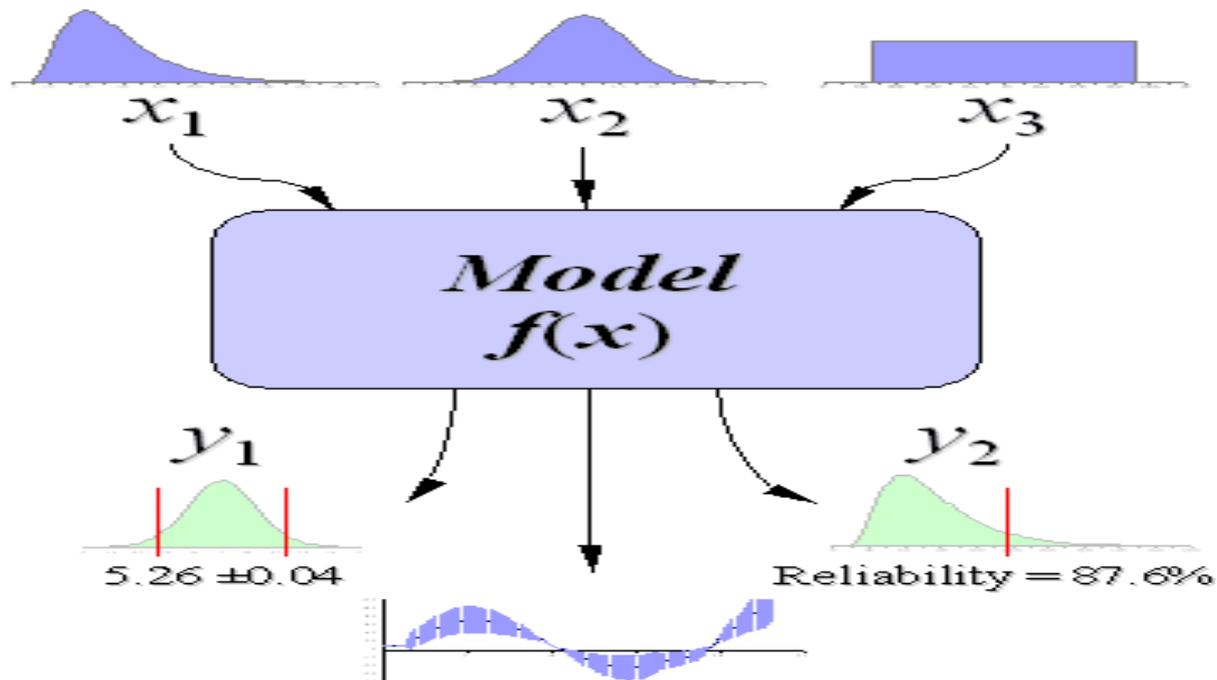


Τυπική Απόκλιση Κόστους για Κάθε Κατηγορία Κινδύνου



Monte Carlo simulation

- Τεχνικές όπως η προσομοίωση Monte Carlo παρέχουν έναν τρόπο να αναλάβουμε τους υπολογισμούς και να αναπτύξουμε αποτελέσματα.
- Η προσομοίωση συνήθως περιλαμβάνει τη λήψη τυχαίων τιμών δειγμάτων από καθεμία από τις κατανομές εισόδου, την εκτέλεση υπολογισμών για την εξαγωγή μιας τιμής αποτελέσματος και, στη συνέχεια, την επανάληψη της διαδικασίας μέσω μιας σειράς επαναλήψεων για τη δημιουργία μιας κατανομής των αποτελεσμάτων. Το αποτέλεσμα μπορεί να δοθεί ως κατανομή πιθανότητας της τιμής ή κάποιο στατιστικό στοιχείο όπως η μέση τιμή. Τα συστήματα μπορούν να αναπτυχθούν με χρήση υπολογιστικών φύλλων και άλλων συμβατικών εργαλείων, αλλά διατίθενται πιο εξελιγμένα εργαλεία λογισμικού που βοηθούν σε πιο περίπλοκες απαιτήσεις.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ – Προσομοίωση Monte Carlo

Ο χρόνος μετάβασης στον τόπο προορισμού - απαιτούμενος χρόνος ολοκλήρωσης των επιμέρους δραστηριοτήτων για τη μετάβαση - φαίνεται στον Πίνακα 1.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που δίνονται στον Πίνακα 1, η συνολική διάρκεια της μετάβασης χρειάζεται ακριβώς 110 λεπτά, κάτι που είναι φανερά λάθος. Η ντετερμινιστική εκτίμηση των διαρκειών των ενεργειών μετάβασης δίνει βέβαια μια ένδειξη για τον απαιτούμενο χρόνο ταξιδιού, αλλά δεν προσφέρεται για ουσιαστικό προγραμματισμό. Για να έχει κανείς μια εκτίμηση με βάση την οποία θα μπορεί να προγραμματίσει τον χρόνο των στελεχών, πρέπει να προβεί σε μια στοχαστική αντιμετώπιση του προβλήματος. Ελλείψει περισσότερων στοιχείων, γίνεται η υπόθεση ότι καθεμιά από τις ενέργειες μετάβασης αναλώνει χρόνο, ο οποίος περιγράφεται από τριγωνική κατανομή με αισιόδοξη, πιο πιθανή και απαισιόδοξη πρόβλεψη διάρκειας, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.

1 Στάδια ταξιδιού - ντετερμινιστική προσέγγιση	
Ενέργειες μετάβασης	Απαιτούμενος χρόνος (σε λεπτά)
Αναμονή μεταφορικού μέσου για τη μετάβαση στο αεροδρόμιο	10
Μετάβαση στο αεροδρόμιο	10
Αναμονή αεροσκάφους	35
Ταξίδι	20
Αποβίβαση από το αεροσκάφος	15
Αναμονή αποσκευών	20
Συνολικός χρόνος	110

2 Στάδια ταξιδιού - στοχαστική προσέγγιση				
A/A	Ενέργειες μετάβασης	Απαιτούμενος χρόνος (σε λεπτά)		
		Αισιόδοξη διάρκεια	Πιο πιθανή διάρκεια	Απαισιόδοξη διάρκεια
1	Αναμονή μεταφορικού μέσου για τη μετάβαση στο αεροδρόμιο	8	10	14
2	Μετάβαση στο αεροδρόμιο	7	10	15
3	Αναμονή αεροσκάφους	20	35	60
4	Ταξίδι	16	20	25
5	Αποβίβαση από το αεροσκάφος	12	15	25
6	Αναμονή αποσκευών	10	20	30
	Συνολικός χρόνος	73	110	169

Τα βήματα εφαρμογής της προσομοίωσης Monte Carlo είναι τα εξής:

1. Καθορίζεται η αντικειμενική συνάρτηση.
2. Καθορίζονται οι επιτρεπτές τιμές ή κατανομές για κάθε μεταβλητή.
3. Τυχαία (με βάση το βήμα 2) δίνεται μια τιμή σε κάθε μεταβλητή.
4. Εκτελούνται οι πράξεις στην αντικειμενική συνάρτηση και προκύπτει ένα αποτέλεσμα.
5. Εκτελούνται τα βήματα 3 και 4 πολλές φορές (500 έως 10.000).
6. Υπολογίζεται η πιθανότητα να εμφανιστεί καθένα από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το βήμα 4.
7. Δίνεται η κατανομή που περιγράφει το πιθανό αποτέλεσμα της αντικειμενικής συνάρτησης, και προσδιορίζεται το αντίστοιχο σωρευτικό διάγραμμα.

Ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα, ορίζουμε την αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος, η οποία είναι αυτή που δίνει τη συνολική διάρκεια του ταξιδιού (ΣΔ). Αν ονομάσουμε EM, καθεμιά από τις i ενέργειες μετάβασης, τότε η αντικειμενική συνάρτηση προσδιορίζεται από το απλό άθροισμα:

$$\Sigma\Delta = EM1 + EM2 + EM3 + EM4 + EM5 + EM6 \quad \text{όπου } EMi = \text{Ενέργεια Μετάβασης για } i = 1,2,3,4,5,6$$

Οι επιτρεπτές τιμές για καθεμιά από τις μεταβλητές, οι οποίες, όπως προαναφέρθηκε, θεωρείται ότι ακολουθούν τριγωνική κατανομή, είναι αυτές που δίνονται στον Πίνακα 3.

3		Στάδια ταξιδιού · στοχαστική προσέγγιση		
A/A	Ενέργειες μετάβασης	Απαιτούμενος χρόνος (σε λεπτά)		
		Αισιόδοξη διάρκεια	Πιο πιθανή διάρκεια	Απαισιόδοξη διάρκεια
1	Αναμονή μεταφορικού μέσου για τη μετάβαση στο αεροδρόμιο	8	10	14
2	Μετάβαση στο αεροδρόμιο	7	10	15
3	Αναμονή αεροσκάφους	20	35	60
4	Ταξίδι	16	20	25
5	Αποβίβαση από το αεροσκάφος	12	15	25
6	Αναμονή αποσκευών	10	20	30
	<i>Συνολικός χρόνος</i>	73	110	169

Η τριγωνική κατανομή με παραμέτρους:

- Ελάχιστο $a = 8$
- Μέγιστο $b = 14$
- Επικρατούσα τιμή (mode) $c = 10$

Παραγωγή τυχαίου αριθμού από τριγωνική κατανομή

Βήμα 1: Υπολογισμός της πιθανότητας στο mode

Υπολογίζουμε το σημείο αλλαγής της συνάρτησης:

$$F(c) = \frac{c - a}{b - a}$$
$$F(10) = \frac{10 - 8}{14 - 8} = \frac{2}{6} = 0.3333$$

Άρα:

- Αν $U \leq 0.3333$ → χρησιμοποιούμε τον πρώτο τύπο
- Αν $U > 0.3333$ → χρησιμοποιούμε τον δεύτερο τύπο

όπου $U \sim Uniform(0, 1)$

Βήμα 3: Εφαρμογή του τύπου

Για $U > F(c)$:

$$X = b - \sqrt{(1 - U)(b - a)(b - c)}$$

Αντικατάσταση:

$$X = 14 - \sqrt{(1 - 0.60)(14 - 8)(14 - 10)}$$

$$X = 14 - \sqrt{(0.40)(6)(4)}$$

$$X = 14 - \sqrt{9.6}$$

$$\sqrt{9.6} = 3.098$$

$$X = 14 - 3.098$$

$$X = 10.902$$

Βήμα 2: Επιλογή τυχαίου αριθμού U

Έστω ότι παράγεται:

$$U = 0.60$$

Επειδή:

$$0.60 > 0.3333$$

χρησιμοποιούμε τον δεύτερο τύπο.

$$\text{Αν } U \leq \frac{c-a}{b-a}:$$

$$X = a + \sqrt{U(b-a)(c-a)}$$

$$\text{Αν } U > \frac{c-a}{b-a}:$$

$$X = b - \sqrt{(1-U)(b-a)(b-c)}$$

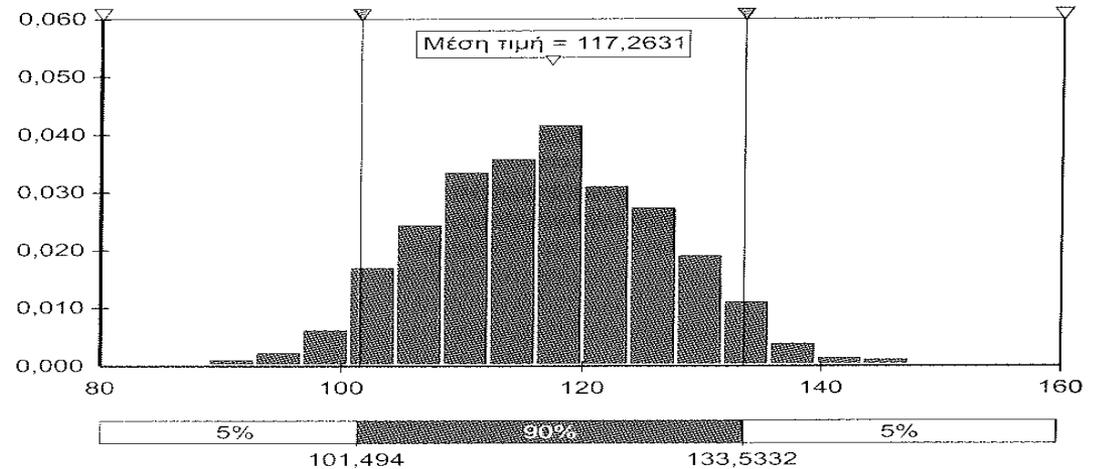
Ο τυχαίος αριθμός από την τριγωνική κατανομή είναι:

$$X \approx 10.90$$

Στη συνέχεια, δίνουμε τυχαίες τιμές στις μεταβλητές και εκτελούμε τις πράξεις της αντικειμενικής συνάρτησης ώστε να πάρουμε το αποτέλεσμα.

Αν μπορούσαμε να εκτελέσουμε 1000 επαναλήψεις δίνοντας τυχαίες τιμές στις μεταβλητές και υπολογίζοντας την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης σε κάθε επανάληψη, θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε το διάγραμμα πυκνότητας πιθανότητας, αλλά και τη σωρευτική κατανομή πιθανότητας για την αντικειμενική συνάρτηση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1 και στο Σχήμα 2, αντίστοιχα.

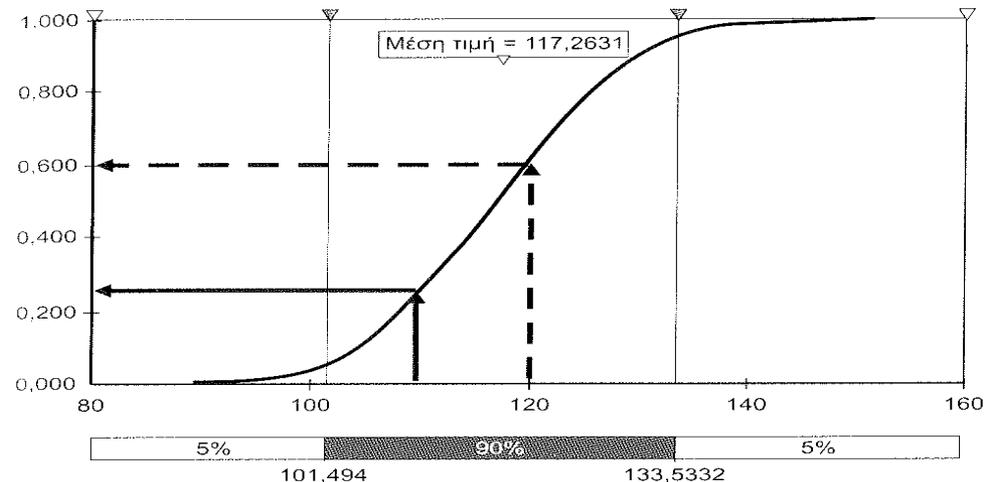
Κατανομή συνολικής διάρκειας



(1) Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας για τη συνολική διάρκεια ταξιδιού

Στο Σχήμα 2 παρατηρούμε ότι η πιθανότητα ολοκλήρωσης του ταξιδιού σε λιγότερο από 110 λεπτά, δηλαδή ο χρόνος που υπολογίσαμε με βάση τις πιο πιθανές τιμές των μεταβλητών (ντετερμινιστική προσέγγιση), είναι περίπου 25%. Άρα στο 75% των περιπτώσεων το στέλεχος της εταιρείας θα καθυστερούσε.

Κατανομή συνολικής διάρκειας



(2) Σωρευτική πιθανότητα για τη συνολική διάρκεια ταξιδιού

□ Παράδειγμα - Ανάλυση ευαισθησίας

Στο προηγούμενο πρόβλημα, το ζητούμενο ήταν να προσδιορίσουμε τη συνολική διάρκεια ενός ταξιδιού. Η αντικειμενική συνάρτηση, που φανερώνει τη συνολική διάρκεια, εκφράζεται μέσω του αθροίσματος των χρόνων που απαιτούνται για καθεμιά από τις επιμέρους ενέργειες μετάβασης, δηλαδή

$$\Sigma\Delta = EM1 + EM2 + EM3 + EM4 + EM5 + EM6$$

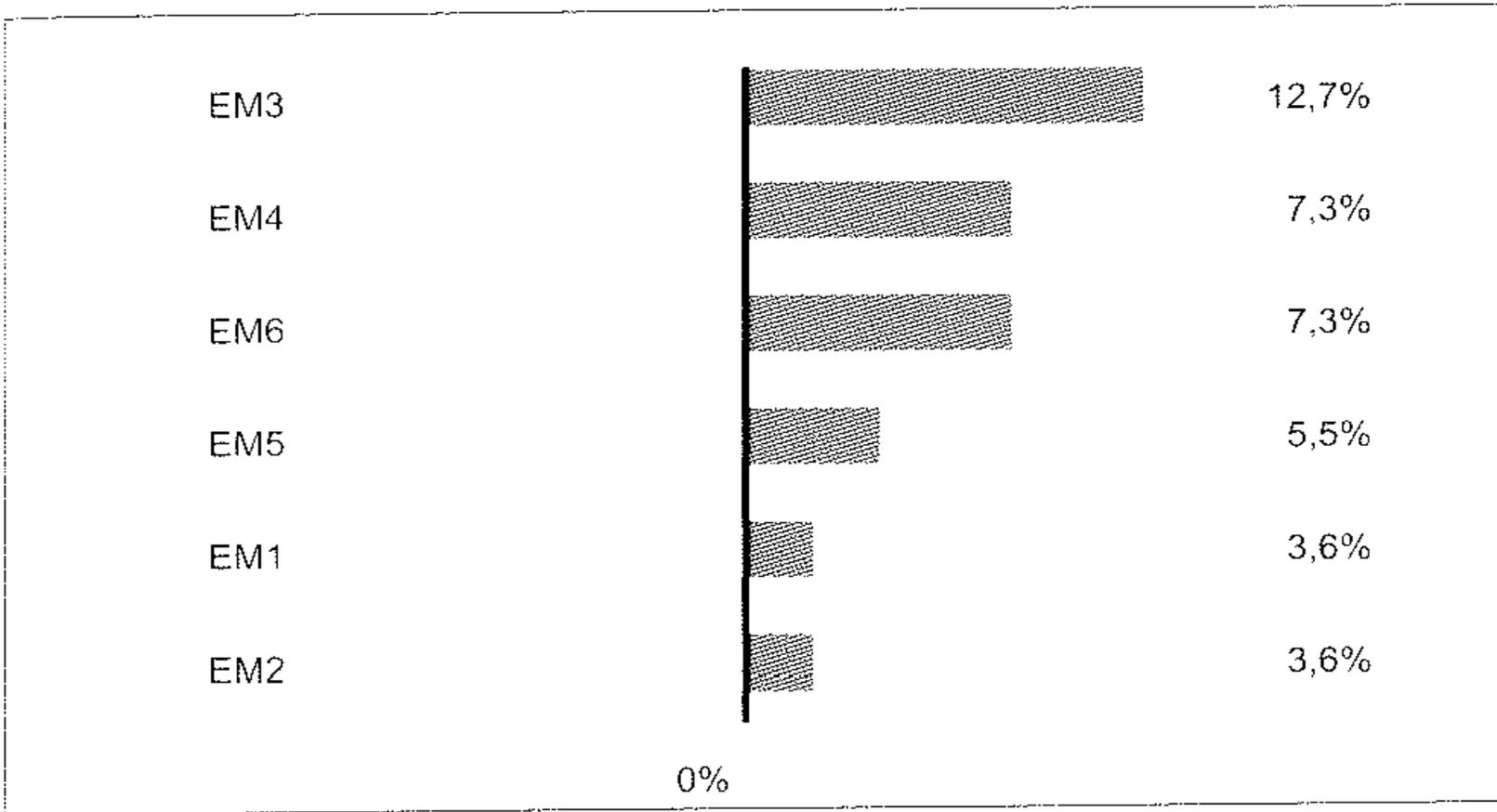
όπου $\Sigma\Delta$ η συνολική διάρκεια του ταξιδιού, και EM_i , καθεμιά από τις i ενέργειες μετάβασης.

Υπάρχει η δυνατότητα να εφαρμόσουμε την ανάλυση ευαισθησίας και να δούμε ποια μεταβολή θα προκαλέσει στην αντικειμενική συνάρτηση μια μεταβολή στον χρόνο της δεύτερης ενέργειας μετάβασης: δηλαδή, αν αυξήσουμε κατά 10% τον χρόνο της δεύτερης ενέργειας μετάβασης, να υπολογίσουμε σε ποιο ποσοστό θα μεταβληθεί η αντικειμενική συνάρτηση. Η απάντηση στο ερώτημα είναι:

$$\begin{aligned}\Sigma\Delta &= EM1 + EM2 + EM3 + EM4 + EM5 + EM6 \\ &= 10 + (1,1 \times 10) + 35 + 20 + 15 + 20 \\ &= 111\end{aligned}$$

Οπότε, η μεταβολή της αντικειμενικής συνάρτησης για αύξηση της μεταβλητής $EM2$ κατά 10% σε σχέση με την αρχική εκτίμηση προκύπτει ότι θα ήταν $(111-110)/110 = 0,9\%$.

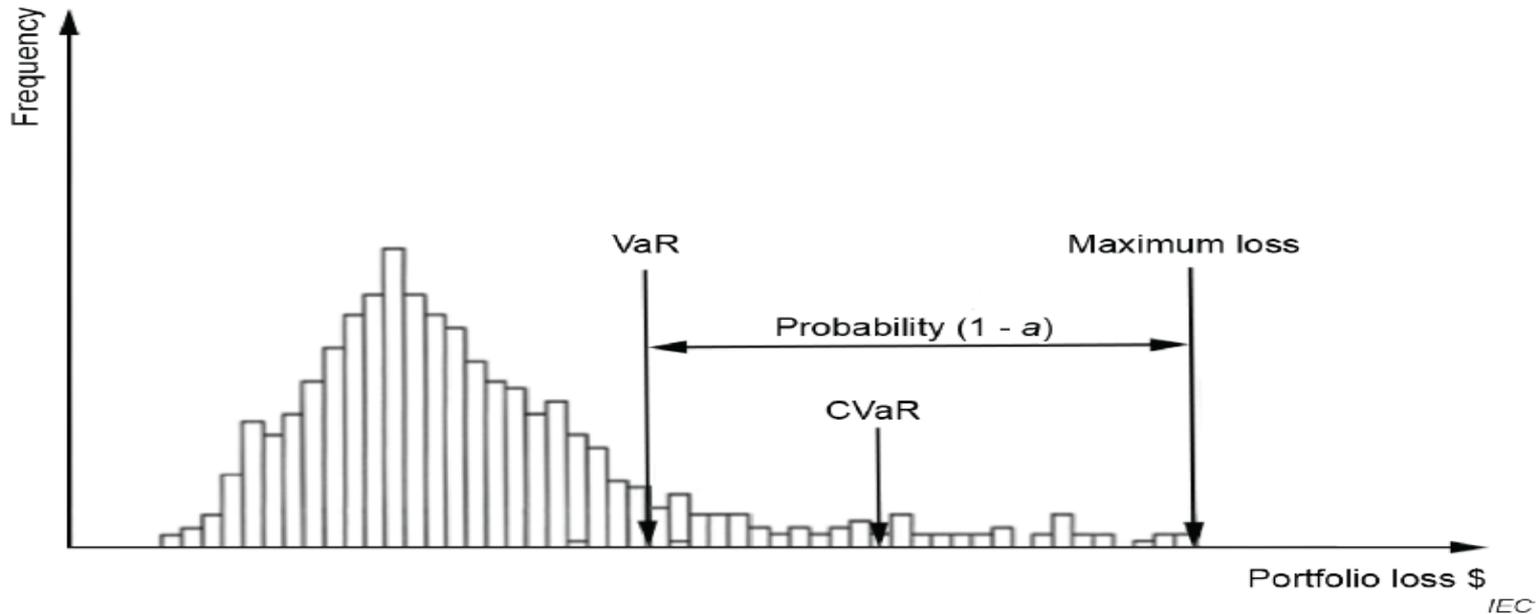
- Για παράδειγμα, αν πάρουμε το 40% ως ποσοστό μεταβολής καθεμιάς, διαδοχικά, από τις μεταβλητές EM,, τότε το διάγραμμα Tornado που προκύπτει είναι αυτό στο Σχήμα. Στο Σχήμα γίνεται πλέον φανερό σε ποια μεταβλητή έχει μεγαλύτερη ευαισθησία η αντικειμενική συνάρτηση. Συνεπώς, αν μπορούσαμε να επενδύσουμε σε καλύτερη πρόβλεψη των χρόνων των επιμέρους ενεργειών μετάβασης, θα προτιμούσαμε σαφώς να εστιάσουμε στην εκτίμηση της EM3 παρά της EM2.



Διάγραμμα Tornado

Value at risk (VaR)

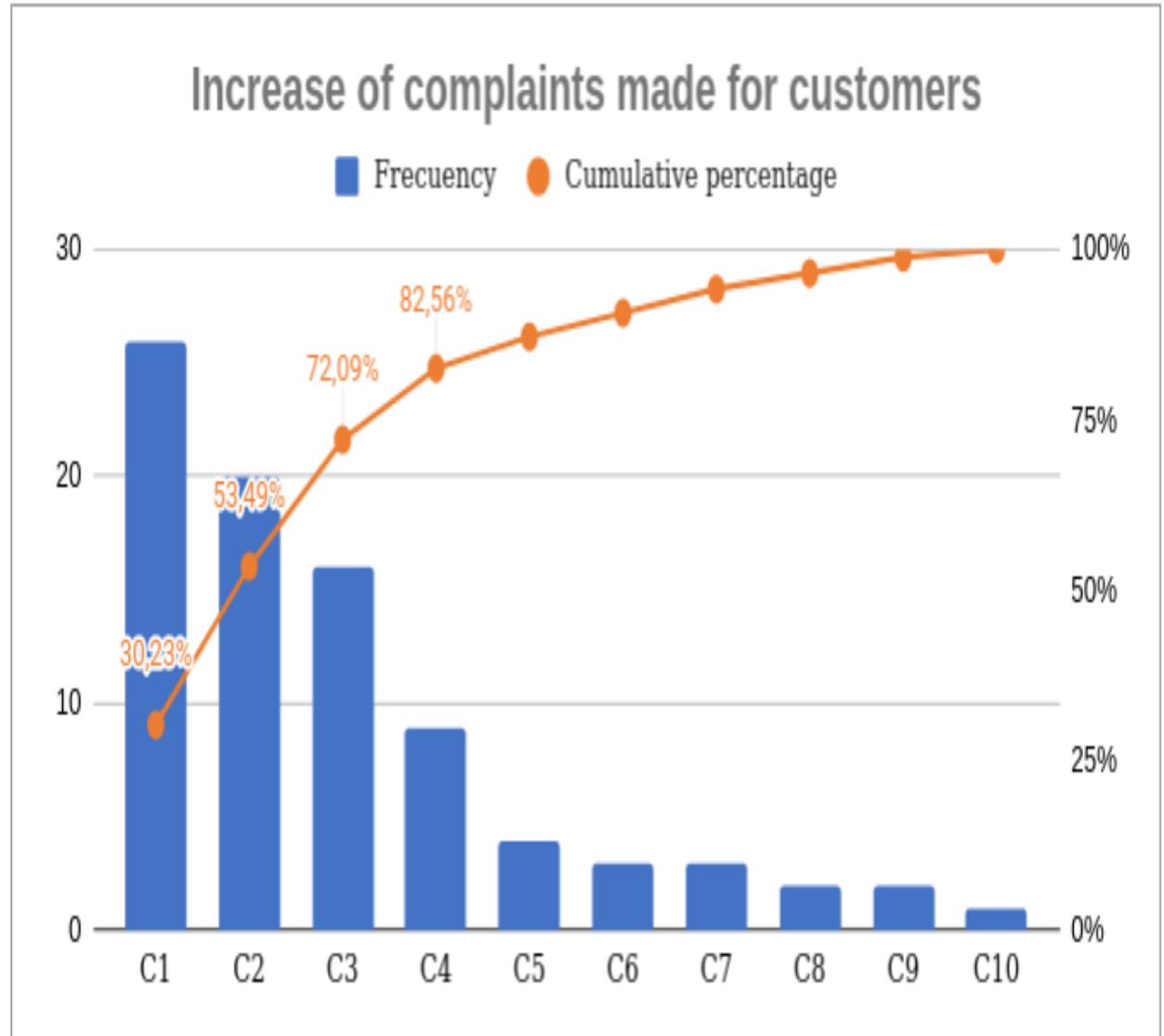
- Η αξία σε κίνδυνο (VaR) χρησιμοποιείται ευρέως στον χρηματοπιστωτικό τομέα για να παρέχει έναν δείκτη του ποσού της πιθανής απώλειας σε ένα χαρτοφυλάκιο χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο εντός ενός δεδομένου επιπέδου εμπιστοσύνης.
- Απώλειες μεγαλύτερες από το VaR υφίστανται μόνο με καθορισμένη μικρή πιθανότητα.
- Η διανομή των κερδών και των ζημιών προκύπτει συνήθως με έναν από τους τρεις τρόπους.
 - I. Η προσομοίωση Monte Carlo
 - II. Τα ιστορικά μοντέλα προσομοίωσης
 - III. Οι αναλυτικές μέθοδοι



VaR and CVaR for possible loss portfolio

Pareto charts (and analysis)

- Ένα γράφημα Pareto είναι ένα εργαλείο για την επιλογή περιορισμένου αριθμού εργασιών που θα παράγουν σημαντικό συνολικό αποτέλεσμα. Χρησιμοποιεί την αρχή Pareto (επίσης γνωστή ως κανόνας 80/20), η οποία είναι η ιδέα ότι το 80% των προβλημάτων παράγονται από το 20% των αιτιών ή ότι κάνοντας το 20% της εργασίας μπορεί κανείς να αποφέρει το 80% του οφέλους.



ΣΗΜΕΙΩΣΗ Τα νούμερα 80 % και 20 % είναι ενδεικτικά – η αρχή Pareto δείχνει την έλλειψη συμμετρίας που εμφανίζεται συχνά μεταξύ της εργασίας που καταβάλλεται και των επιτευχθέντων αποτελεσμάτων.

Παράδειγμα Pareto chart και Analysis

Results

	Frequency	Cumulative Frequency	Percentage	Cum Percentage
Wait time for reservations	31	31	38.75	38.75
Room cleanliness	18	49	22.5	61.25
Room service delivery time	11	60	13.75	75
Staff attitude	8	68	10	85
Billing Process	5	73	6.25	91.25
Concierge responsiveness	4	77	5	96.25
Room decor	2	79	2.5	98.75
All other	1	80	1.25	100

Chart of Hotel Complaints



Net Present Value Method (NPV)

- Η Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) είναι η διαφορά μεταξύ της παρούσας αξίας των καθαρών ταμειακών ρών της επένδυσης και του κεφαλαίου που απαιτείται για την απόκτησή του.
- Η παρούσα αξία όλων των δαπανών (PVC) και η παρούσα αξία των οφελών (PVB) για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη μπορούν να συνδυαστούν για να παραχθεί μια καθαρή παρούσα αξία (NPV):

$$NPV = PVB - PVC.$$

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$



Παρατήρηση : Ανατοκισμός και Προεξόφληση

$$C_n = C_0 (1 + i)^n$$

$$C_0 = \frac{C_n}{(1 + i)^n} = C_n \frac{1}{(1 + i)^n} = C_n U^n$$

$$FV = (PV)e^{it}$$

➤ Παράδειγμα

- Ξενοδοχειακή μονάδα εξετάζει την περίπτωση αγοράς μεταφορικού μέσου, το οποίο υπολογίζεται να απαιτήσει μια αρχική δαπάνη κεφαλαίου 25.000 ευρώ.
- Η υπηρεσία αναμένεται να δημιουργήσει καθαρές ταμιακές εισροές, 3.000 ευρώ το χρόνο, για 6 έτη και 4.000 ευρώ το πέμπτο χρόνο, που είναι και ο τελευταίος χρόνος της οικονομικής ζωής της (υπολειμματική αξία).
- Τέλος, υποθέτουμε ότι η επιχείρηση, για τη συγκεκριμένη επένδυση, έχει προσδιορίσει ως ελάχιστη αποδεκτή απόδοση 10%.
- Ο υπολογισμός της καθαρής παρούσας αξίας της επένδυσης αυτής μπορεί να γίνει ως εξής:

ΕΤΟΣ	Καθαρές Ταμιακές Εισροές	Συντελεστής Παρούσας Αξίας		Παρούσα Αξία Ταμιακών Εισροών		
1	3000	$1/(1,01)$	=	0,99009901	2.970	
2	3000	$1/(1,01)^2$	=	0,980296049	2.941	
3	3000	$1/(1,01)^3$	=	0,970590148	2.912	
4	3000	$1/(1,01)^4$	=	0,960980344	2.883	
5	3000	$1/(1,01)^5$	=	0,951465688	2.854	
6	4000	$1/(1,01)^6$	=	0,942045235	3.768	
				Σύνολο	18.328	
				-	25.000	
				NPV =	-6.672	< 0

- Η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης αυτής είναι $-6.6672 < 0$ και επομένως, απορρίπτεται.