



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Μεταπτυχιακή Εργασία

**Ανάλυση και Εφαρμογή της Ανεκτικότητας (resilience) στην  
Λιμενική Βιομηχανία**

Εμμανουήλ Μαθιουδάκης

MN 17037

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Χλωμούδης, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς

Πειραιάς, Ιούνιος 2021

## Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή έχει απρόβλεπτες συνέπειες στη φύση και στην ασφάλεια της ζωής. Οι τεχνολογία δημιούργησε τον κίνδυνο των κυβερνοεπιθέσεων. Τα ατυχήματα, οι τρομοκρατικές ενέργειες και το σενάριο πανδημίας θα μπορούσαν να προκαλέσουν απώλειες μεγάλης κλίμακας, διάλυσης του κοινωνικού ιστού, διάλυσης των υποδομών, και της οικονομίας.

Η ανάγκη δημιουργίας ανθεκτικότητας είναι ζωτικής σημασίας, για να μπορεί να επανέρχεται το κάθε σύστημα σε λειτουργική κατάσταση μετά από κάποιο βίαιο γεγονός. Ιδιαίτερα τα λιμάνια που στηρίζουν την οικονομία και τη ναυτιλία, καθώς και μεγάλες κοινωνικές ομάδες θα πρέπει να έχουν αναπτύξει σχεδιασμούς ανθεκτικότητας ώστε να επανέρχονται σε λειτουργική κατάσταση το ταχύτερο δυνατό. Η ανθεκτικότητα είναι μια δυναμική διαδικασία όπου ενσωματώνει όλο και περισσότερες πληροφορίες και δεδομένα. για να αναπτύσσονται σενάρια ώστε να είναι αποτελεσματική όταν συμβαίνει κάποιο βίαιο γεγονός. Απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας είναι η ομαδική δουλειά σε μεγάλη κλίμακα, η επεξεργασία πληροφοριών, η τεχνολογία και η εκπαίδευση στον τρόπο αντιμετώπισης κινδύνων.

*Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, κυβερνοεπιθέσεις, ανθεκτικότητα, λιμάνια, ναυτιλία, διαχείριση κινδύνου*

## Abstract

The impact of climate change on the nature and the life is unpredictable. New technologies created the danger of cyber-attack to vital infrastructure jeopardizing the national security and the urban life. Accidents, terrorism, virus spread, could cause a big scale losses, the demolition of infrastructure and the economy collapse.

The need of resilience is vital for life, security and economy. It must be implemented on every infrastructure in order to be restored and become fully operational in short time, without casualties. Particularly the ports play a major role in the local and international economy, the shipment and affect the life of society as well as the infrastructure. The need of resilience in ports is vital for the fast recovery after any incident. Ports must become operational in short time is order to minimize the negative effects on the economy and the community.

Port resilience is an on-going process that embodies all the information in order to become updated, and functional. Important elements for the resilience development are the team work in every scale, he technology and the training in risk confronting

Key words: *resilience, port, urban infrastructure, risk management, shipping cyber-attack.*

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή κύριο Κωνσταντίνο Χλωμούδη και τον Διδάκτωρα και συνεπιβλέποντα κύριο Πέτρο Πάλλη, καθώς μέσω της καθοδήγησης και του ενδιαφέροντός τους, συνετέλεσαν στην άρτια διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας. Επιπλέον, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την στήριξή της όλα αυτά τα χρόνια. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου για τις γνώσεις που μου προσέφεραν.

## Περιεχόμενα

<b>Περίληψη.....</b>	<b>2</b>
<b>Κατάλογος Πινάκων.....</b>	<b>7</b>
<b>Κατάλογος Εικόνων .....</b>	<b>8</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή .....</b>	<b>9</b>
1.1 Ανθεκτικότητα .....	9
1.2 Δομή.....	9
<b>Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....</b>	<b>13</b>
2.1 Ανθεκτικότητα - Ορισμός .....	13
2.2 Ιστορική Αναδρομή.....	15
2.3 Η ανθεκτικότητα σε βασικούς τομείς.....	16
<b>Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή της Ανθεκτικότητας σε Διάφορους Τομείς</b>	<b>19</b>
3.1 Η Μεταμόρφωση των Τοπικών Κοινοτήτων σε Ανθεκτικές Δομές .....	19
3.2 Ανθεκτικότητα στις Επιχειρήσεις .....	21
3.3 Ανθεκτικότητα στα Μέσα Μεταφοράς .....	21
3.4 Ανθεκτικότητα στη Ναυτιλία.....	25
3.5 Ανθεκτικότητα στα Λιμάνια .....	28
3.5.1 Γενικά.....	28
3.5.2 Η ανθεκτικότητα των Λιμανιών στον Κόλπο του Μεξικό μετά τον Τυφώνα RITA .....	29
3.5.3 Δείκτες μέτρησης ανθεκτικότητας στα λιμάνια .....	31
3.6 Οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	32
3.6.1 RESOLUTE D3.6 European Resilience Management Guidelines.....	32
3.7 Η Πολιτική των ΗΠΑ για την Χάραξη της Εθνικής Στρατηγικής Ανθεκτικότητας των Υποδομών .....	34
3.7.1 The University of North Carolina at Chapel Hill (2016) .....	34
3.7.2 Ο σχεδιασμός ανθεκτικότητας από το τμήμα Μηχανικών του Αμερικάνικου Στρατού .....	35
3.7.3 Μετρώντας τον κίνδυνο της κλιματικής αλλαγής για τον σχεδιασμό της ανθεκτικότητας. Μια πιλοτική έρευνα για τα μεγάλα και μεσαία λιμάνια του Νότιου Ατλαντικού.....	43
3.8 Σύστημα Ανθεκτικότητας στην Αγγλία .....	45
3.8.1 MARS U.K.....	45
3.9 World Ports Sustainability Program (WPSP).....	46
<b>Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογίες για την ανθεκτικότητα .....</b>	<b>48</b>

4.1 Ποσοτικές Μέθοδοι.....	48
4.2 Ποιοτικές Μέθοδοι.....	50
4.3 Μέθοδος Delphi .....	51
4.4 ERMG Σύστημα.....	53
<b>Κεφάλαιο 5: Στατιστική Ανάλυση Ύπαρξης Μεθόδων</b>	
<b>Ανθεκτικότητας στους Ελληνικούς Λιμένες.....</b>	<b>58</b>
5.1 Εισαγωγή.....	58
5.2 Παρουσίαση Στατιστικών Στοιχείων .....	59
5.3 Πρόταση Εφαρμογής Μεθόδου Ανθεκτικότητας στους Ελληνικούς Λιμένες.....	64
<b>Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα .....</b>	<b>66</b>
<b>Βιβλιογραφικές Αναφορές .....</b>	<b>67</b>

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1: Διαχείριση κινδύνων, Μέθοδοι Ι και ΙΙ.....	26
Πίνακας 2: Σχεδιασμός αξιολόγησης ανθεκτικότητας σε λιμάνι.....	54
Πίνακας 3: Εξεταζόμενες Περιπτώσεις.....	58

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Σύστημα Μεταφορών .....	22
Εικόνα 2: Επίδραση Κυβερνοεπιθέσεων στις Μεταφορές.....	24
Εικόνα 3: Το μάτι του κυκλώνα RITA κοντά στο λιμάνι της λίμνης (το σημείο του αστεριού) CHARLES 24/9/2005 , (MODIS Rapid Response Gallery, NASA) .....	26
Εικόνα 4: Οδηγός αντιμετώπισης κινδύνων στα λιμάνια.....	30
Εικόνα 5: Οι βασικοί κίνδυνοι χτυπήματος στις δομές των χωρών Ε.Ε. ....	33
Εικόνα 6: Οι κίνδυνοι των ακτογραμμών των ΗΠΑ.....	35
Εικόνα 7: Ταυτοποίηση περιοχών ευάλωτων από τυφώνες στην ακτογραμμή από τη NACCS .....	36
Εικόνα 8: Τα βασικά στοιχεία του σχεδιασμού της ανθεκτικότητας.....	37
Εικόνα 9: Παράγοντες που συνυπολογίζονται για ένα ολοκληρωμένο σχέδιο ανθεκτικότητας στην ακτογραμμή .....	38
Εικόνα 10: Στάδια Ανθεκτικότητας ανά Κλίμακα .....	39
Εικόνα 11: Ολοκληρωμένος σχεδιασμός ανθεκτικότητας μέσα από διαφορετικές κλίμακες .....	39
Εικόνα 12: Η συνεισφορά της βλάστησης στη διατήρηση των αμμόλοφων και στη μείωση της διάβρωσης.....	39
Εικόνα 13: Η ακτογραμμή στον κόλπο Mobile .....	40
Εικόνα 14: Εργαστηριακή προσομοίωση της επίδρασης του ανέμου στη διάβρωση των αμμόλοφων.....	41
Εικόνα 15: Η διάβρωση του οδικού δικτύου της ακτογραμμής μετά από καταιγίδα .....	41
Εικόνα 16: Διάγραμμα παράκτιου συστήματος βλάστησης .....	42
Εικόνα 17: Ποσοτική μέτρηση της ανθεκτικότητας των παραλιών.....	43
Εικόνα 18: Χάρτης με τα μεγάλα και μεσαία λιμάνια στην Ανατολική ακτογραμμή των ΗΠΑ .....	44
Εικόνα 19: Απεικόνιση του συστήματος MARS και παρακολούθηση της εξέλιξης των φαινομένων σε πραγματικό χρόνο .....	46
Εικόνα 20: Κατανομή απαντήσεων 1 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	59
Εικόνα 21: Κατανομή απαντήσεων 2 <sup>ης</sup> ερώτησης-Λιμένες .....	60
Εικόνα 22: Κατανομή απαντήσεων 2 <sup>ης</sup> ερώτησης-Σχέδια .....	60
Εικόνα 23: Κατανομή απαντήσεων 3 <sup>ης</sup> ερώτησης-Σχέδια .....	61
Εικόνα 24: Κατανομή απαντήσεων 3 <sup>ης</sup> ερώτησης-Λιμάνια .....	62
Εικόνα 25: Κατανομή απαντήσεων 4 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	63



# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

## 1.1 Ανθεκτικότητα

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, οι φυσικές καταστροφές, οι τρομοκρατικές επιθέσεις, οι πανδημίες, οι κυβερνοεπιθέσεις, είναι παράγοντες απρόβλεπτοι, και αιτίες ανασφάλειας για την ανθρώπινη ζωή, την συνοχή της κοινωνίας, το περιβάλλον που λειτουργούν οι επιχειρήσεις. Μπορεί να χτυπήσουν οποιαδήποτε δίκτυο όπως: συστήματα εφοδιασμού τροφίμων και γεωργίας, σύστημα υγείας, εθνικά μνημεία και εμπορικές εγκαταστάσεις, σύστημα ύδρευσης, ηλεκτροδότησης, δίκτυο μεταφορών, (οδικό δίκτυο, αεροδρόμια, λιμάνια), χημικές εγκαταστάσεις, πυρηνικές εγκαταστάσεις, τεχνολογικές εγκαταστάσεις, τηλεπικοινωνίες, και πολλές άλλες δημόσιες εγκαταστάσεις. Το αποτέλεσμα είναι να επηρεαστεί η κανονικότητα, η λειτουργικότητα και η κοινωνική συνοχή.

Το κόστος είναι πολύ μεγάλο σε όλες της κλίμακες. Ο χρόνος αποκατάστασης και ανάκτησης της κανονικότητας ή μέρος αυτής ώστε να υπάρχει υποτυπώδης λειτουργία, είναι κρίσιμος και ουσιαστικός.

Η ανάγκη πρόβλεψης κινδύνου και επεξεργασίας σχεδίου ανάκτησης της κανονικότητας δημιούργησε την επιστήμη της ανθεκτικότητας. Η ανθεκτικότητα επιτυγχάνεται μέσα από την προετοιμασία σεναρίων κινδύνων, τον επιχειρησιακό σχεδιασμό ανάκτησης της κανονικότητας σε όσο το δυνατό μικρότερο χρονικό διάστημα, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες και οι απώλειες. Ο στόχος ενός σχεδιασμού ανθεκτικότητας ενός συστήματος είναι : α) η απορρόφηση των συνεπειών των βίαιων συμβάντων, β) η ανάκαμψη και η επιστροφή στη κανονικότητα και γ) η προσαρμογή και μεταμόρφωση σε κάτι πιο ανθεκτικό.

## 1.2 Δομή

Στο πρώτο κεφάλαιο, θα εξεταστούν η έννοια της ανθεκτικότητας και οι τέσσερις πυλώνες που την ορίζουν σε κάθε σύστημα. (Boakye Twumasi, 2018).

- Ο πρώτος πυλώνας είναι ότι σε κάθε σύστημα τα όρια και τις παραμέτρους που το καθορίζουν ως ανθεκτικό, είτε είναι μεταβλητές μιας ποσοτικής μεθόδου, είτε είναι παράμετροι ποιοτικής μεθόδου, τα βάζουν οι εξειδικευμένοι συνεργάτες αφού πρώτα καθορίσουν πως θέλουν να λειτουργεί το σύστημα.
- Ο δεύτερος πυλώνας είναι ότι μετά από μια κατάρρευση ακολουθεί μια χαοτική κατάσταση, και στο τέλος μια φάση αναδιοργάνωσης, όπου μπορεί να αναδυθεί μια καινοτομία
- Στον τρίτο πυλώνα η επικοινωνία μηνυμάτων των διαφορετικών συστημάτων και επιπέδων μεταξύ τους βοηθά στην διαχείριση, αλλά και στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του σχεδιασμού

- Στον τέταρτο πυλώνα είναι ο ανθρώπινος παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού, οργάνωσης και διαχείρισης όσο και σε επίπεδο κοινότητας και κοινωνίας.

Σε αυτούς του πυλώνες στηρίζεται κάθε σχεδιασμός για όλους τους τομείς σε οποιαδήποτε κλίμακα, οι οποίοι αναλύονται στο δεύτερο κεφάλαιο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα γίνει μια ιστορική αναδρομή ως προς τις μεγαλύτερες καταστροφές των λιμανιών λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων, οι οποίες οδήγησαν στη μελέτη και την δημιουργία στρατηγικών ανθεκτικότητας. Η ανθεκτικότητα έχει αρχίσει να εφαρμόζεται σε πολλά επίπεδα εξαιτίας του ρευστού και ασταθούς περιβάλλοντος αλλά και των πολλαπλών κινδύνων που επηρεάζουν τις κοινωνίες. Η πανδημία, οι τρομοκρατικές επιθέσεις, τα ατυχήματα, τα ακραία φυσικά φαινόμενα, και οι κυβερνοεπιθέσεις, απασχολούν όλο και περισσότερο την ασφάλεια των χωρών. Ιδιαίτερα σε νευραλγικούς τομείς που επηρεάζουν την συνοχή της κοινωνία και την ζωή των πολιτών, όπως τα δίκτυα ύδρευσης, ενέργειας, μεταφορών και επικοινωνιών. (<https://ec.europa.eu>)

Στο τρίτο κεφάλαιο θα εξεταστεί η εφαρμογή της ανθεκτικότητας σε διάφορους τομείς. Πολλές πόλεις έχουν αρχίσει να αποκτούν ανθεκτικές δομές και ανεξαρτησία από τον κεντρικό μηχανισμό. Η αυτό-οργάνωση και η ανθεκτικότητα έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται σε όλο και περισσότερες πόλεις. Η επάρκεια σε τρόφιμα, ενέργεια, πόσιμο νερό, επικοινωνία, ανακύκλωση, διαχείριση απορριμμάτων, εκπαίδευση και προετοιμασία για συνθήκες έκτακτες είναι ζωτικής σημασίας σχεδιασμοί, που εξασφαλίζουν την συνέχεια της κοινωνικής δομής ακόμα και όταν το κράτος βρίσκεται σε απορρύθμιση. (<https://ec.europa.eu>)

Σε χαοτικό περιβάλλον λειτουργούν οι επιχειρήσεις σε διάφορους τομείς. Οι βασικές αρχές της ανθεκτικότητας εφαρμόζονται σε επίπεδο επιχειρήσεων.

Πολύ σημαντική είναι η ανθεκτικότητα στον τομέα των μεταφορών. Ο τομέας αυτός είναι πολυσύνθετος και πολυεπίπεδος, (Zhou et al.,2017). Ανήκουν οι οδικοί άξονες, οι αεροπορικές μεταφορές, η ναυσιπλοΐα, οι σιδηροδρομικές γραμμές και οι τηλεπικοινωνίες. Όλα τα είδη μεταφορών αλληλοεπιδρούν, προκειμένου το εφοδιαστικό σύστημα να είναι ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό. Συνδεδειγμένος κρίκος όλων είναι οι τηλεπικοινωνίες και τα ηλεκτρονικά, συστήματα. (Zimmerman 2017). Συντονίζουν όλα τα δρομολόγια, την κυκλοφορία, διαχειρίζονται τις πληροφορίες για καλύτερη εξυπηρέτηση. Μια κυβερνοεπίθεση στο σύστημα τηλεπικοινωνιών, θα οδηγούσε αυτόματα στη κατάρρευση όλου του τομέα των μεταφορών. Η ανθεκτικότητα, ο χρόνος ανάκτησης της λειτουργίας των συστημάτων, εφεδρικά συστήματα που μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα είναι σημαντικά για την οικονομική ζωή της χώρας αλλά και την διασφάλιση της ζωής των πολιτών και την προστασία του κοινωνικού ιστού.

Ειδικά στον χώρο της ναυσιπλοΐας, η αβεβαιότητα είναι πολύ αυξημένη, και η ανάγκη πρόβλεψης και προσαρμοστικότητας ταυτίζονται με την επιβίωση. Η άνοδος της

στάθμης της θάλασσας αυξάνει τους τυφώνες και τις καταιγίδες. Η πειρατεία, η δολιοφθορά, τα ατυχήματα μπορεί να αποβούν μοιραία για το πλήρωμα, τα πλοία ή και για την ναυτιλιακή εταιρεία. Οι διαρκείς επικοινωνίες, ο σωστός σχεδιασμός για κάθε πιθανό κίνδυνο, ο εξοπλισμός και η εκπαίδευση του πληρώματος είναι τα μέσα προστασίας και γρήγορης αποκατάστασης της λειτουργίας των πλοίων. (<https://eur-lex.europa.eu>)

Τα λιμάνια είναι οι συνδετικοί κρίκοι μεταξύ στεριάς και θάλασσας, το κέντρο της εφοδιαστικής αλυσίδας, και της παγκόσμιας οικονομίας, καθώς και της τοπικής κοινωνίας. Είναι και αυτά πηγή αβεβαιότητας λόγω πολλών απρόβλεπτων παραγόντων που μπορεί να επηρεάσει την λειτουργία τους. Η κατασκευή των κτιρίων, ο τρόπος οργάνωσης, τα συστήματα τηλεπικοινωνιών, οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, οι οδικοί άξονες που συνδέονται με τα λιμάνια, οι επιχειρήσεις που συνεργάζονται με τα λιμάνια, είναι μερικοί από τους παράγοντες αβεβαιότητας επειδή η επηρεάζουν την λειτουργικότητα των λιμανιών. Σε αυτούς του παράγοντες πρέπει να προστεθούν οι τρομοκρατικές ενέργειες, τα χημικά ατυχήματα, οι κυβερνοεπιθέσεις και άλλοι κίνδυνοι που μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες ζημιές στην εφοδιαστική αλυσίδα, στον κοινωνικό ιστό αλλά και στην οικονομία μιας χώρας. Πολλά λιμάνια είναι σημεία εισαγωγών και εξαγωγών μεγάλων φορτίων εμπορευμάτων ή πετρελαιοειδών. Μια καταστροφή μπορεί να προκαλέσει ανωμαλία στη συνέχεια της εφοδιαστικής αλυσίδας και να έχει ως συνέπεια την παρουσία ελλείψεων στις αγορές και αυξήσεις τιμών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα εξεταστούν οι μέθοδοι δημιουργίας των δεικτών ανθεκτικότητας. Οι κύριες μέθοδοι είναι η ποσοτική και η ποιοτική. (Cote and Nightingale, 2012; MacKinnon and Derickson, 2013; Weichselgartner and Kelman, 2015).

- Η ποσοτική μέθοδος βασίζεται στην μέτρηση συγκεκριμένων στοιχείων με διάφορους μαθηματικούς τύπους. Είναι αποτελεσματική για την διεξαγωγή συμπερασμάτων, αλλά δεν λαμβάνει υπόψη τον ανθρώπινο παράγοντα ο οποίος παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στον σχεδιασμό όσο και στην επιτυχή εκτέλεση του σχεδιασμού.
- Η ποιοτική μέθοδος εμπειρικλείει και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και τις οργανωτικές διαδικασίες. Δεν είναι ποσοτικοποιημένη και δεν είναι ολοκληρωμένη.

#### **Η χρήση μικτών μεθόδων όπου περιλαμβάνονται ποιοτικά χαρακτηριστικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά.**

- Η μέθοδος Delphi είναι μικτή μέθοδος, και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τις ΗΠΑ το 2013 για να δημιουργήσει δείκτη ανθεκτικότητας των λιμανιών. Είναι μια μέθοδος αυτό-αξιολόγησης των λιμανιών ώστε να εντοπίζονται έγκαιρα τα κενά τους και να γίνονται διορθωτικές ενέργειες. Για τον λόγο αυτό η αυτό-αξιολόγηση πρέπει να γίνεται κάθε 1 – 2 χρόνια.

- Η μέθοδος ERMG της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι επίσης μικτή μέθοδος, ολοκληρωμένη, με πολλά ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία αξιολογούνται και βαθμολογούνται από τις εξειδικευμένες ομάδες εμπλεκομένων, και που έχουν αναλύσει όλα τις πιθανές παραμέτρους και έχουν καθορίσει ποια στοιχεία θα αποτελούν τον δείκτη μέτρησης ανθεκτικότητας. Η αλλαγή των παραμέτρων, οδηγεί σε διαφορετικά αποτελέσματα και επομένως σε διαφορετική στρατηγική.

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα εξεταστεί η ποσοτική μέτρηση τη ανθεκτικότητας των λιμανιών Charleston, Savannah, και Jacksonville όταν κτυπήθηκαν από τον τυφώνα Matthew το 2016.

Επιλέχτηκαν αυτά τα λιμάνια γιατί είναι από τα μεγαλύτερα στις ΗΠΑ, είναι εμπορευματικοί σταθμοί, εξυπηρετούν μεγάλα πλοία με κοντέινερ, και έχουν στρατηγική σημασία στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Ο τυφώνας Matthew πέρασε πολύ κοντά από αυτά τα λιμάνια όταν ήταν επίπεδο 4.

Λίγο πριν χτυπήσει ο τυφώνας τα λιμάνια έκλεισαν και τα πλοία απομακρύνθηκαν στην ανοιχτή θάλασσα για λόγους ασφαλείας. Μετά το πέρασμα του τυφώνα τα λιμάνια έμειναν κλειστά για μερικές ημέρες μέχρι να μπορέσουν να αποκατασταθούν οι ζημιές και να μπορούν να ξαναγίνουν επιχειρησιακά έτοιμα.

Για τη μέτρηση της ανθεκτικότητας χρησιμοποιούνται ποσοτικές μέθοδοι που βασίζονται στη μέτρηση του χρόνου αποκατάστασης των λιμανιών και στον αριθμό πλοίων που εξυπηρετούνται και συγκρίνονται από τα στατιστικά στοιχεία που διαθέτουν στα αρχεία τους για κάθε είδος πλοίου. (Hossieni, et al., 2016)

Τα αποτελέσματα δίνουν πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της ανθεκτικότητας όταν η σύγκριση γίνεται με τα δεδομένα των αρχείων τους για κάθε λιμάνι ξεχωριστά.

Τα υπό εξέταση λιμάνια έχουν πολλές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους . Η σύγκριση μεταξύ τους θα οδηγούσε σε λανθασμένες εκτιμήσεις. Για να γίνει μια συγκριτική μελέτη ης ανθεκτικότητας μεταξύ των λιμανιών θα πρέπει να συνδυαστεί ποσοτική και ποιοτική αξιολόγηση.

## Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1 Ανθεκτικότητα - Ορισμός

Ανθεκτικότητα, είναι η ικανότητα ενός συστήματος ή μιας επιχείρησης να επανέρχεται στην αρχική της μορφή ύστερα από ένα βίαιο περιστατικό ή μια απότομη αλλαγή. Για άλλους ανθεκτικότητα σημαίνει η ποσότητα ενέργειας, παραγόμενης από μια διαταραχή, που απορροφά ένα σύστημα προκειμένου να επανέλθει στην αρχική του μορφή (Prashant, 2014)

Σε επίπεδο υποδομών και κοινωνίας σύμφωνα με τον UNISDR 2009, ανθεκτικότητα είναι η ικανότητα μια κοινωνίας ή κοινότητας που έχει εκτεθεί σε κάποιο κίνδυνο, να απορροφήσει, αντισταθεί, ανακάμψει από τα αποτελέσματα του κινδύνου ή του βίαιου γεγονότος σε σύντομο χρόνο και με τρόπο αποτελεσματικό, συμπεριλαμβανομένων και των βασικών δομών και λειτουργιών των κοινοτήτων και των υποδομών.

Η ανθεκτικότητα και η αντοχή μπορούν να προσδιοριστούν με 4 πυλώνες.

Ο πρώτος πυλώνας είναι ότι η ανθεκτικότητα υπάρχει σε περισσότερες από μια καταστάσεις και καθορίζεται από τα όρια που είναι αποδεκτά ως σταθερή κατάσταση, (Gallorin, 2006; Gunderson, 2000; Holling, 1996). Ένα σύστημα καθορίζεται από κάποιες μεταβλητές και τις αποκλίσεις τους. Το σύνολο των αποκλίσεων και των μεταβλητών καθορίζουν τον χώρο ανθεκτικότητας του συστήματος. Αλλαγές στις μεταβλητές δημιουργούν νέα συστήματα ανθεκτικότητας. Κάθε σύστημα τείνει να επιστρέφει σε ισορροπία μετά από κάποια ανατάραξη ή μεταβάλλεται το επίπεδο του συστήματος ανθεκτικότητας.

Σε μια κοινωνία οι διαφορετικές δομές που την υποστηρίζουν αποτελούν συνολικά ένα σύστημα ανθεκτικότητας. Η κάθε μια ξεχωριστά είναι ένα υποσύστημα ανθεκτικότητας και οι αλλαγές στις μεταβλητές τους επιδρούν στα άλλα υποσυστήματα.

Ο δεύτερος πυλώνας είναι ότι μέσα στον χρόνο κινείται σε 4 φάσεις και προσαρμόζεται όπως ένας κύκλος. (Berkes, Colding & Folke, 2003; Holling, 2001).

Ο κύκλος της ανθεκτικότητας εννοείται η διαρκής εναλλαγή μεταξύ των φάσεων της ανάπτυξης της ωριμότητας της κρίσης και της ανανέωσης, όπου η αντοχή επιτυγχάνεται μέσα από ένα μοντέλο αλλαγών ανάμεσα σε αυτές τις φάσεις, όχι πάντα με την ίδια σειρά. Σε ένα σύστημα ανθεκτικότητας μια ξαφνική κατάρρευση, ακολουθείται από μια φάση χαοτικής δυναμικής και τελικά οδηγείται σε φάση αναδιοργάνωσης. (Berkes, Colding & Folke; Darnhofer, Fairweather & Moller, 2010; Folke et al., 2010; Holling, 2001; Pisano, 2012).

Ο κύκλος ανθεκτικότητας μπορεί να δημιουργήσει μια καινοτομία (Scheffer 2009). Αυτό σημαίνει ότι ένας έξυπνος μάνατζερ ενός οργανισμού ή ενός συστήματος μπορεί να οδηγήσει το σύστημα από την φάση της κατάρρευσης, στη φάση της ανάπτυξης μέσα από ελεγχόμενες ανακατατάξεις και αναδιοργανώσεις (Walker and Salt, 2006).

Σύμφωνα με τον UNISDR το σύστημα ανθεκτικότητας μιας κοινωνίας ή κοινότητας πρέπει να σχεδιάζεται και για τα υποσυστήματα σε συνθήκες οριακές, όπου υπολογίζονται σενάρια μερικής καταστροφής ή έλλειψης, όπου απαιτούνται εναλλακτικές λύσεις και καινοτομίες να βοηθήσουν στην συνέχιση της λειτουργίας και στην ανθεκτικότητα του συστήματος. (DRS-07-2014)

Ο τρίτος πυλώνας είναι ότι ο σταθεροποιητικό κύκλος λειτουργεί με διαφορετικές προσωρινές και σποραδικές κλίμακες (panarchy), και η σύνδεση μεταξύ των κύκλων καθορίζουν τη δυναμική του συνόλου. (Gunderson, et al. 2002), (Folke, C. 2006). Ο τρόπος σύνδεσης των κύκλων και η επικοινωνία τους καθορίζουν τον βαθμό της ανθεκτικότητας (Holling, 2001). Στη σύνδεση των κύκλων υπάρχουν δύο αλληλεπιδράσεις :η «μνήμη» και το «ερέθισμα». Το ερέθισμα αντιπροσωπεύει το βίαιο γεγονός που πυροδότησε μια αλλαγή σε ένα επίπεδο του συστήματος, και το οποίο μπορεί να κλιμακωθεί σε ανώτερο επίπεδο και σε κατώτερο επίπεδο και να εκδηλωθεί μια κρίση στο σημείο που η ανθεκτικότητα είναι χαμηλή. Η μνήμη είναι το σύστημα αποθήκευσης των εμπειριών και των δεδομένων που τις προκάλεσαν και η αναδιοργάνωση του συστήματος.

Σε επίπεδο μιας κοινότητας η ανθεκτικότητα πρέπει να εφαρμόζεται σε όλα τα συστήματα υποδομών όπως υπηρεσία ύδρευσης ,ηλεκτροδότησης, συγκοινωνιών, μεταφορών, επικοινωνιών, καταφυγίων, τροφοδοσίας, νοσοκομείων. Επίσης πρέπει να εφαρμόζεται και στο ευρύ κοινό όπως, τα Μέσα Ενημέρωσης, εθελοντικές υπηρεσίες διάσωσης, τα οποία βοηθούν στην ενημέρωση, τη διατήρηση της κοινωνικής συνοχής, αλλά και στη ταχύτητα αντίδρασης και επανάκαμψης μετά από ένα βίαιο γεγονός όπως φυσικές καταστροφές ή τρομοκρατικά χτυπήματα. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των υποσυστημάτων και η επικοινωνία τους βοηθά στην γρήγορη αποκατάσταση και στην συνέχεια της ανθεκτικότητας, ενώ παράλληλα το σύνολο των υποσυστημάτων αντιδρούν και προσαρμόζονται αφομοιώνοντας τις πληροφορίες και τα νέα δεδομένα.

Ένα υγιές σύστημα ανανεώνεται και εξελίσσεται μέσω της μετάδοσης της πληροφορίας της καινοτομίας από τους μικρότερους και ταχύτερους κύκλους σε μεγαλύτερες κλίμακες όπου οι ενδιάμεσες διεργασίες προστατεύουν το σύνολο του συστήματος. Η παναρχία (Panarchy) (Gunderson & Holling, 2002) καθορίζει πως η συνέχεια και η επιβίωση ενός συστήματος εξαρτάται από την αλληλεπίδραση της αλλαγής και της αντίστασης. Η καινοτομία και οι νέες ιδέες παράγονται στον κύκλο προσαρμοστικότητας δημιουργούν αλλαγές σε υψηλότερα επίπεδα μέσω της επικοινωνίας του «ερεθίσματος» ενώ η σταθερότητα και η διατήρηση επιτυγχάνεται μέσω της «μνήμης».

Ο τέταρτος πυλώνας είναι ότι η έννοια της ανθεκτικότητας συνδέεται με τον ρόλο και την επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα. (Folke, et al. 2010). Η βάση δεδομένων, οι αλγόριθμοι, οι μεταβλητές που θα επιλεχθούν καθορίζουν και σύστημα μέτρησης της ανθεκτικότητας και του σχεδιασμού της. Η αλλαγή των μεταβλητών και των αλγορίθμων αλλάζουν και το σύστημα ανθεκτικότητας. Ο άνθρωπος παίζει

σημαντικό ρόλο στον σχεδιασμό και στις αποφάσεις μέσω τριών τρόπων. Ο πρώτος είναι ότι το σύστημα έχει ένα μεγάλο αρχείο πληροφοριών. Ο υπεύθυνος μπορεί να επιχειρήσει να αυξήσει την ανθεκτικότητα μέσω της ανάπτυξης των δεδομένων και να αλλάξει την φάση στην οποία βρίσκεται έως σήμερα. Ο δεύτερος είναι η μετατροπή ενός μη λειτουργικού συστήματος ανθεκτικότητας σε ένα σύστημα λειτουργικό μέσω της διαδικασίας της προσαρμοστικότητας (Walker, et al. 2004). Ο τρίτος τρόπος είναι ο ολικός σχεδιασμός χρησιμοποιώντας νέες παραμέτρους και δεδομένα.

Η ανθεκτικότητα, η προσαρμοστικότητα και η αλλαγή συνιστούν βασικά συστατικά για να κατανοηθεί το πλαίσιο λειτουργίας ενός συστήματος, η δυναμική του συστήματος και η επιβίωσή του. Η ανθεκτικότητα εξασφαλίζεται μέσω ενός σχεδιασμού ενεργειών. Η προσαρμοστικότητα περνά μέσα από πολλαπλούς σχεδιασμούς και χρήσεις δεδομένων. Τέλος η μεταμόρφωση είναι παρόμοια με την διαχείριση της ανθεκτικότητας αλλά το σύστημα μεταλλάσσεται σε άλλα επίπεδα. (Jones , Ludi & Levine, 2010).

## **2.2 Ιστορική Αναδρομή**

Ιδιαίτερα μετά από τις καταστροφές που προκλήθηκαν στην Λουιζιάνα και τον Κόλπο του Μεξικό, δημιουργήθηκε η ανάγκη σχεδιασμού ανάκτησης της κανονικότητας σε όλα τα επίπεδα: στον κοινωνικό ιστό, στις μεταφορές τόσο στην στεριά όσο και στη θάλασσα, και στα λιμάνια, στην ενέργεια, τα αποθέματα νερού, την εφοδιαστική αλυσίδα, την τροφοδοσία και τις τηλεπικοινωνίες. Το σοκ, οι ανθρώπινες απώλειες και οι υλικές ζημιές ήταν τεράστιες. Ήταν μια σκληρή εμπειρία, πάνω στην οποία έγιναν πολλές μελέτες για να στηθεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο αντιμετώπισης και δράσης σε περίπτωση παρόμοιων καταστροφών. (Aleksic , Stefanovic , Arsovski, 2013).

Το 2013, το Διοικητικό συμβούλιο του Κόλπου του Μεξικό (GOMA) βραβεύτηκε για τον σχεδιασμό πλάνου και του . Μαζί με την Λουιζιάνα συντονίστηκαν στην ανάπτυξη ενός δείκτη ανθεκτικότητας για λιμάνια (Port Resilience Index), ένα εργαλείο αυτό-αξιολόγησης για τα λιμάνια.. Είναι ένα σύστημα ολοκληρωμένο που συνδυάζει ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά και εμπλέκει όλους τους τομείς που αλληλοεπιδρούν. ([www.masgc.org/ri](http://www.masgc.org/ri)).

Το 2018, υπογράφηκε διακήρυξη συνεργασίας μεταξύ των αντιπροσώπων του American Association of Port Authorities (AAPA), του Global Network of Cities and Ports, του European Sea Ports Organization (ESPO), του World Association for Waterborne Transport Infrastructure (PIANC), του International Cargo Handling Coordination Association (ICHCA), και του the International Association of Dredging Companies (IADC), ως βασικοί συνέταιροι για την δημιουργία του WORLD PORTS SUSTAINABILITY PROGRAM (WPSP). (<http://www.iaphworldports.org/news/4718>)

Ο σκοπός του WPSP είναι η ενδυνάμωση της συνεργασίας των κυβερνητικών, των επιχειρηματικών και κοινωνικών εταίρων και των εμπλεκόμενων στην λειτουργία των

λιμανιών δημιουργώντας μια αναπτυξιακή προοπτική σε τοπικό αλλά και σε διευρυμένο επίπεδο στις περιοχές των λιμανιών και ευρύτερα.

Οι ΗΠΑ υιοθέτησαν ένα ενιαίο σύστημα ανθεκτικότητας που εφαρμόζεται σε όλους τους νευραλγικούς τομείς, όπως οι μεταφορές, ενώ ανέπτυξε και ένα σύστημα αξιολόγησης της ανθεκτικότητας προκειμένου να γίνονται έγκαιρα διορθωτικές ενέργειες. (Touzinsky, Katherine & Rosati, 2018)

Παράλληλα η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζοντας την ρευστότητα του περιβάλλοντος και ανάγκη εξασφάλισης της λειτουργίας των υποδομών όπως η ηλεκτρική ενέργεια, αέρια και υγρά καύσιμα, τηλεπικοινωνίες, μεταφορές, διαχείριση απορριμμάτων, και διαχείριση νερού. Εξέδωσε έναν οδηγό κατάρτισης συστήματος ανθεκτικότητας το ERMG, το οποίο εφάρμοσε πιλοτικά στο μετρό της Αθήνας. (Gaitanidou, et al., 2018).

Η Αγγλία ανέπτυξε ένα εργαλείο το οποίο βοηθά τους εμπλεκόμενους στην γρήγορη λήψη αποφάσεων με παράλληλη μείωση πιθανοτήτων σφάλματος, το MARS (Methodology of Assessing Seaports). (Achuthan, 2016).

Για την εξασφάλιση της επιτυχίας όλων των συστημάτων είναι σημαντική η διαρκής αξιολόγηση και αυτό -διόρθωση. Οι δείκτες αξιολόγησης της ανθεκτικότητας εφαρμόστηκαν στα λιμάνια και έχουν στόχο τον εντοπισμό και την ανάπτυξη μιας σειράς ενεργειών που θα βελτιώσουν την ανθεκτικότητα σε συγκεκριμένα σημεία και ακολούθως το σύστημα επαναξιολογείται. Οι δείκτες ανθεκτικότητας ενθαρρύνουν την επικοινωνία και την κριτική για την διαδικασία αξιολόγησης της ανθεκτικότητας.

### **2.3 Η ανθεκτικότητα σε βασικούς τομείς**

Η προστασία των δημόσιων υποδομών θεωρείται ως νούμερο ένα προτεραιότητα για την διατήρηση της συνέχειας και της εθνικής ασφάλειας μιας χώρας σε περίπτωση επίθεσης οποιασδήποτε μορφής.

**1.** Τα δίκτυα υποδομών περιλαμβάνουν συστήματα τροφίμων και γεωργίας, σύστημα υγείας, εθνικά μνημεία και εμπορικές εγκαταστάσεις, σύστημα ύδρευσης, ηλεκτροδότησης, δίκτυο μεταφορών, (οδικό δίκτυο, αεροδρόμια, λιμάνια), χημικές εγκαταστάσεις, πυρηνικές εγκαταστάσεις, τεχνολογικές εγκαταστάσεις, τηλεπικοινωνίες, και πολλές άλλες δημόσιες εγκαταστάσεις. Αυτό οδήγησε σε ένα πολύπλοκο σύστημα διαχείρισης ανθεκτικότητας. Προκειμένου να αξιολογηθούν όλα αυτά τα συστήματα τα οποία είναι καταναμημένα σε μεγάλες γεωγραφικές αποστάσεις μεταξύ τους, τα χώρισαν σε έξι βασικές κατηγορίες:

- ηλεκτρική ενέργεια,
- αέρια και υγρά καύσιμα,
- τηλεπικοινωνίες,
- μεταφορές,
- διαχείριση απορριμμάτων, και



- διαχείριση νερού.

Αυτά τα υποσυστήματα έχουν ένα κοινό ότι συνδέονται άμεσα με την οικονομία την ασφάλεια και τον κοινωνικό ιστό. Η δημιουργία υποσυστημάτων βοηθά στον ξεκάθαρο καθορισμό των προτεραιοτήτων σε κάθε υποσύστημα και εντοπίζονται τα κοινά στοιχεία τα οποία είναι σημαντικά για την υποστήριξή τους (Parsons et al., 2017).

Σε όλους τους τομείς που αναπτύσσονται σχεδιασμοί ανθεκτικότητας οι στόχοι εφαρμογής αυτών των σχεδιασμών, είναι μετά από κάθε βίαιο γεγονός να μπορούν οι δομές, το ανθρώπινο δυναμικό, οι κοινωνίες, οι μηχανισμοί:

- Να απορροφούν ή να ξεπερνούν τις συνέπειες των βίαιων ή στρεσογόνων γεγονότων
- Να ανακάμπτουν και να επιστρέφουν σε λειτουργική κατάσταση ή να παραμένουν σταθεροί και ανεπηρέαστοι από το βίαιο ή στρεσογόνο γεγονός
- Να μαθαίνουν, να προσαρμόζονται και να μεταμορφώνονται

**2.** Η Αυστραλία είναι μια χώρα που δοκιμάζεται συχνά από φυσικές καταστροφές.

Έχει αναπτύξει πολλά σχέδια ανθεκτικότητας και έχει καθορίσει το πλάνο, τις διαδικασίες αλλά και τα αναμενόμενα αποτελέσματα από ένα Δείκτη Μέτρησης Ανθεκτικότητας, (Australian Natural Disaster Resilience Index, 2015), με στόχο:

- την ανάπτυξη της ικανότητας των κοινοτήτων στην προετοιμασία, στην απορρόφηση και στην γρήγορη ανάκαμψη, από φυσικά φαινόμενα. (ανάπτυξη στην καταστροφή)
- την ανάπτυξη της ικανότητας να μαθαίνουν, να προσαρμόζονται και να μεταμορφώνονται.

Αυτός ο σχεδιασμός δίνει έμφαση στην ανάπτυξη της ικανότητας της ανθεκτικότητας.

**3.** Ανθεκτικότητα στην καταστροφή (Parsons, et al., 2017)

Υπάρχουν δύο τρόποι αξιολόγησης την ανθεκτικότητα στην καταστροφή.

- Η μια είναι από τη μικρότερη κλίμακα στη μεγαλύτερη και βασίζεται σε τοπικές κοινότητες και υπηρεσίες οι οποίες προετοιμάζονται ώστε να μπορούν να απορροφήσουν και να αντιμετωπίσουν και να ξεπεράσουν μια φυσική καταστροφή, ενώ παράλληλα μαθαίνουν, προσαρμόζονται και μεταμορφώνονται.
- Η δεύτερη είναι από πάνω προς τα κάτω. Σε αυτή τη προσέγγιση επιχειρείται να εφαρμόζονται σχεδιασμοί ανθεκτικότητας ευρείας κλίμακας σε πιο τοπικό επίπεδο, χρησιμοποιώντας τοπικούς ποσοτικούς δείκτες, ώστε να προσαρμοστεί

το σχέδιο ανθεκτικότητας στα δεδομένα και τις απαιτήσεις της τοπικής κοινωνίας.

Η αξιολόγηση ενός δείκτη ανθεκτικότητας εξαρτάται από δύο παράγοντες: (Arbon, 2009)

α) τον βαθμό προετοιμασίας και β) την ικανότητα προσαρμοστικότητας

- Ο βαθμός προετοιμασίας καθιστά τους ανθρώπους και τις κοινότητες ικανές να αντιμετωπίσουν ακραίες καταστάσεις βασιζόμενοι στις δικές τους δυνάμεις και χρησιμοποιώντας όσο το δυνατόν καλύτερα τις δικές τους πηγές. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η ικανότητα της κοινότητας να προετοιμαστεί, να απορροφήσει και να επανέλθει από τις επιπτώσεις μιας φυσικής καταστροφής.
- Η ικανότητα προσαρμογής είναι η ικανότητα του συστήματος να τροποποιεί ή να αλλάζει συμπεριφορές και χαρακτηριστικά ώστε να αντιμετωπιστούν στρεσογόνα περιστατικά. Η γρήγορη ανταπόκριση σε ένα βίαιο γεγονός επιτυγχάνεται μέσω της μάθησης της προσαρμογής και της μεταμόρφωσης.

## **Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή της Ανθεκτικότητας σε Διάφορους Τομείς**

### **3.1 Η Μεταμόρφωση των Τοπικών Κοινοτήτων σε Ανθεκτικές Δομές**

Σε πολλές χώρες οι τοπικές κοινωνίες έχουν αρχίσει να ενημερώνονται, και να αναπτύσσουν νέα αντίληψη για τον τρόπο λειτουργίας μιας κοινότητας σε όλα τα επίπεδα ώστε να γίνει πιο ανθεκτική και προστατευμένη από βίαια και εξωγενή παράγοντες ου θα έθεταν σε κίνδυνο τα μέλη της (Lerch, 2017 ).

Η βασική έννοια της ανθεκτικότητας της τοπικής κοινωνίας είναι η αποκέντρωση και απεξάρτηση από τις κεντρικές υποδομές σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βαθμό. Ως προς την ενέργεια: Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως τω φωτοβολταϊκά, οι ανεμογεννήτριες, η βιομάζα είναι πηγές ενέργειας που κερδίζουν όλο και μεγαλύτερο έδαφος σε σχέση με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Η χρήση τους ακόμα δεν είναι ανεπτυγμένη σε μεγάλη κλίμακα ώστε να στηρίζεται η βιομηχανία και η οικονομία μιας χώρας, ωστόσο δίνουν κάποια αυτονομία και συνέχεια σε τοπικό επίπεδο ώστε να υπάρχει συνέχεια σε περίπτωση κάποιου κινδύνου. Η αποκέντρωση της ενεργειακής επάρκειας βοηθά μια κοινότητα στην ανθεκτικότητα απέναντι στην οικονομική κρίση και την κλιματική αλλαγή. (Stevens Institute of Technology, 2015)

Νερό: το νερό είναι ένα από τα μεγάλα βασικά προβλήματα ως προς την ποιότητα, την ποσότητα, που θα αντιμετωπίσουν στο μέλλον σε μεγαλύτερο βαθμό όλοι οι λαοί. Οι κοινότητες χρειάζονται νέες πρακτικές που δεν θα είναι μόνο συνέχεια του παλαιού συστήματος ύδρευσης αλλά η διαχείρισή του θα έχει νέα ηθική και υπεύθυνη προσέγγιση. Η ανθεκτικότητα της κοινότητας θα επιτευχθεί μέσα από ένα σύστημα διαχείρισης των φυσικών πόρων συνεργατικό και ισόνομο, αντί ως μέσο κερδοφορίας που αντιμετωπίζονται σήμερα ( Lerch, 2017). Η δημιουργία δεξαμενών αποθήκευσης πόσιμου νερού στις κοινότητες για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών ή τρομοκρατικών επιθέσεων, διασφαλίζει την υγεία των μελών της κοινότητας. Ο διαχωρισμός του νερού ανάλογα με την ποιότητα και τον τρόπο χρήσης είναι ένα άλλο θέμα που έχει αρχίσει να συζητιέται. Αυτό σημαίνει ότι άλλο νερό πρέπει να χρησιμοποιείται για πότισμα και εξωτερικές εργασίες και άλλο νερό για το μαγείρεμα και την κατανάλωσή του.

Τροφοδοσία τροφίμων σε τοπικό επίπεδο: Μια από τις βασικές αρχές ανάπτυξης και διαχείρισης ενός ανθεκτικού συστήματος είναι να μπορείς να τροφοδοτείς και να συντηρείς το σύστημα με στοιχεία ώστε το ίδιο το σύστημα να ανανεώνεται και να οδηγείται σε τεράστιες αλλαγές από μόνο του. Αυτή η αρχή εφαρμόζεται σε τοπικό επίπεδο στην τροφική αλυσίδα

- Βιολογικά προϊόντα

- Συμμετοχικές καλλιέργειες
- Εκπαίδευση των ανθρώπων στο πώς καλλιεργούν, επεξεργάζονται και συντηρούν τα τρόφιμα
- Ενημέρωση για αντιμετώπιση ασθενειών μέσω φυτικών προϊόντων
- Στήριξη της τοπικής αγοράς
- Ενίσχυση της αυτοοαπασχόλησης (Hopkins, 2011)

Διαχείριση απορριμμάτων: Βασικές μέθοδοι διαχείριση απορριμμάτων είναι:

- η ανακύκλωση
- η μείωση υλικών και ενέργειας
- χρησιμοποίηση υλικών μεγάλης ανθεκτικότητας και μεγάλης διάρκειας ζωής
- χρήση υλικών μη τοξικών τα οποία μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν, και
- η ορθολογική κατανάλωση.

Με τον όρο ορθολογική κατανάλωση νοείται:

- Χρήση τεχνολογιών ώστε να μειωθεί η ανάλωση των φυσικών πόρων
- Μεταβολή των αξιών από τον καταναλωτισμό σε νέες αξίες της ευζωίας
- Αναδιανομή πλούτου
- Μεταβολή της οικονομίας σε πιο φιλική για το περιβάλλον και την κοινωνία

### **Επικοινωνία – εκπαίδευση**

Ο τρόπος επικοινωνίας των μελών μιας κοινότητας είναι σημαντική για την καθημερινότητα και για περιόδους έντασης. Η εκπαίδευση των μελών ως προς τα σενάρια κινδύνων και τους τρόπους αντίδρασης είναι ζωτικής σημασίας σε μια στιγμή κρίσης όπου μπορεί να δημιουργηθεί κενό μεταξύ κεντρικής εξουσίας και τοπικής αυτοδιοίκησης. Ο πανικός και η άγνοια δημιουργούν περισσότερες απώλειες απ'ότι το ίδιο το βίαιο συμβάν. Αλλά η εκπαίδευση δεν περιορίζεται μόνο για την αντιμετώπιση καταστροφών. Η εκπαίδευση είναι σημαντική να γίνεται πόρτα-πόρτα για την αλλαγή αξιών και την κατανόηση της έννοιας της ανθεκτικότητας της κοινότητας, την κατανόηση του τρόπου αλλαγής διαχείρισης των πηγών ενέργειας, των αποθεμάτων νερού, της διαχείρισης απορριμμάτων.

### 3.2 Ανθεκτικότητα στις Επιχειρήσεις

Οι προκλήσεις της οικονομικής ζωής σε ένα χαοτικό και εξωστρεφές περιβάλλον, είναι πολλές και απέχουν από αυτές της εποχής της βιομηχανικής επανάστασης. Οι αλλαγές που επηρεάζουν την οικονομία και το επιχειρείν. (Hutchins, 2012)

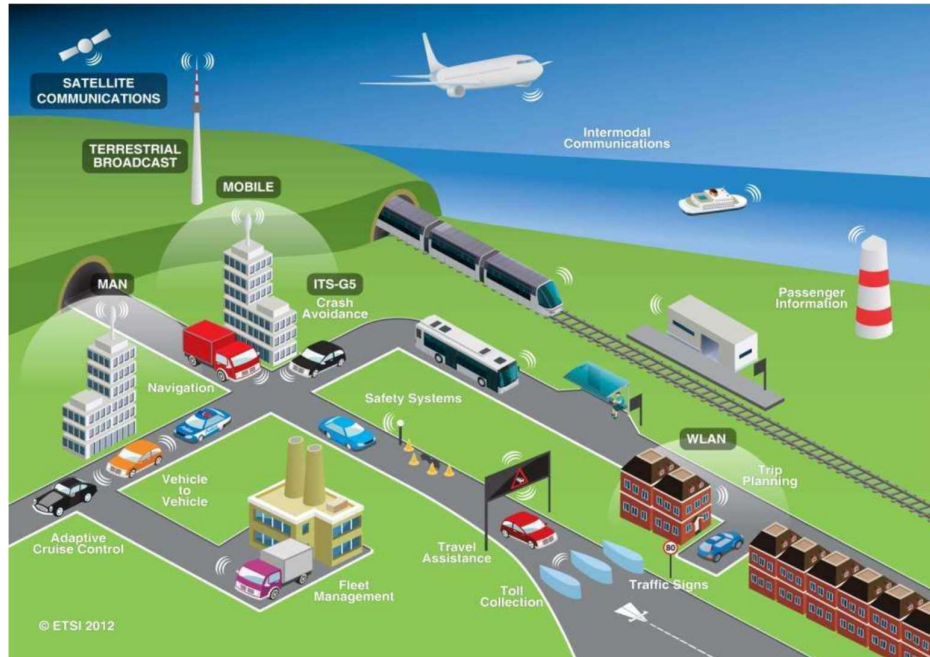
- Το ασταθές περιβάλλον
- Ο αυξημένος ανταγωνισμός
- Παγκοσμιοποίηση
- Οι γρήγορες αλλαγές στην καταναλωτική συμπεριφορά
- Δημογραφικές αλλαγές
- Κλιματική αλλαγή
- Πετρελαϊκή εξάρτηση
- Μείωση βιοποικιλότητας
- Διάχυση πληροφορίας μέσω social media

Ο κύκλος των 5 E (explore, evaluate, envision, empower, execute) (Hutchins, 2012), είναι μια διαρκής δυναμική ολιστική διαδικασία η οποία επιτρέπει στις επιχειρήσεις να μεταβάλλονται γρήγορα και να προσαρμόζονται ώστε να γίνονται πιο ανθεκτικές.

- Explore: Έρευνα των συνεχών αλλαγών του περιβάλλοντος και των συνθηκών που διαμορφώνονται
- Evaluate: Αξιολόγηση της απόδοσης της επιχείρησης σε σχέση με τις αλλαγές που υφίστανται στο εξωτερικό περιβάλλον
- Envision: Δημιουργία σεναρίων για το πώς θα προχωρήσει η επιχείρηση σύμφωνα με τις αλλαγές που συντελούνται
- Empower: Δημιουργία ομάδων από ανθρώπους με τα κατάλληλα προσόντα και εκπαίδευση οι οποίες θα εφαρμόσουν τις νέες πολιτικές και νέες αξίες.
- Execute: Ολοκλήρωση και εφαρμογή του σεναρίου σε όλες τις βαθμίδες ιεραρχίας.

### 3.3 Ανθεκτικότητα στα Μέσα Μεταφοράς

Η ανθεκτικότητα στα μέσα μεταφοράς και γενικότερα το δίκτυο υποδομών καθορίζεται από δέκα στοιχεία: διαφορετικότητα, πλεονασμός, αποδοτικότητα, αυτόνομα τμήματα, δύναμη, συνεργασία, προσαρμοστικότητα, κινητικότητα, ασφάλεια, και επαναφορά στην αρχική κατάσταση (Murray, 2006).



**Εικόνα 1:** Σύστημα Μεταφορών

Αυτά τα στοιχεία δημιουργούν ένα πολύπλοκο και αλληλοεπιδρώμενο σύστημα το οποίο καθιστά δύσκολη τη μέτρηση της λειτουργίας του συστήματος. Τα τελευταία τέσσερα στοιχεία είναι αυτά που μπορούν να μετρήσουν την ανθεκτικότητα ενός συστήματος.

Ο ορισμός της ανθεκτικότητας στις μεταφορές καθορίζεται από:

- α)** την ικανότητα του συστήματος να διατηρείται λειτουργικό κάτω από δυσμενείς συνθήκες και καταστροφές και
- β)** ο χρόνος απόκτησης και τα υλικά που χρειάζονται για την αποκατάσταση σε λειτουργικό επίπεδο (Zhou et al.,2017).

Το μειονέκτημα είναι ότι δεν λαμβάνονται και άλλοι παράμετροι υπόψη στα μαθηματικά μοντέλα που ποσοτικοποιούν την ανθεκτικότητα όπως ο χρόνος επισκευής ο οποίος δεν υπολογίζεται. Σε περίπτωση σεισμού η γρήγορη αποκατάσταση του συστήματος μεταφορών σημαίνει γρηγορότερη διανομή αγαθών, ταχύτερη άφιξη σωστικών συνεργείων, περισσότερες διασώσεις, και γρηγορότερη αποκατάσταση της κανονικότητας. Δηλαδή με αυτό το μοντέλο δεν λαμβάνεται υπόψη η ανθρώπινη ζωή.

Οι (Bruneau et al., 2018; Twumas, 2018), πρότειναν η ανθεκτικότητα να μετρείται από τέσσερις παραμέτρους:

- 1) Την αντίσταση του συστήματος σε κάποια καταστροφή, ώστε να καθορίζεται η συμπεριφορά του μέσου σε κάποια καταστροφή

- 2) τα υλικά που απαιτούνται για την αποκατάσταση κάποιας ζημιάς
- 3) Εναλλακτικές πηγές υλικών
- 4) ο χρόνος για την αποκατάσταση των ζημιών ώστε το μέσο να γίνει λειτουργικό

Η αντίσταση και η αντοχή του συστήματος σε μια καταστροφή καθορίζουν τον βαθμό απώλειας του συστήματος μεταφορών κατά τη διάρκεια της καταστροφής, και την ικανότητα του συστήματος να παραμένει λειτουργικό κατά τη διάρκεια της καταστροφής.

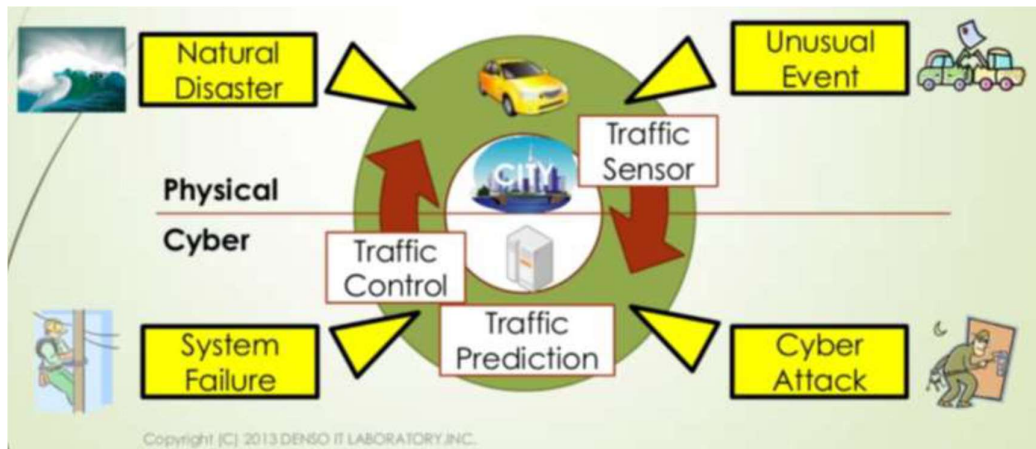
Η ταχύτητα αποκατάστασης των ζημιών και η διάθεση των υλικών καθορίζουν την ικανότητα της επαναλειτουργίας του συστήματος μετά την καταστροφή.

Στο σύστημα μεταφορών, οι εναλλακτικές πηγές υλικών και η ταχύτητα αποκατάστασης, συμβάλλουν στην αξιολόγηση του συστήματος για την ετοιμότητα και την προετοιμασία.

Μια μεγάλη πρόκληση για τα δίκτυα μεταφορών μεγάλης κλίμακας είναι το μέγεθος και η πολυπλοκότητά τους για να γίνει κάποια προσομοίωση. Τα συστήματα προσομοιώσεων γίνονται σε πιο τοπικό επίπεδο, αλλά εμπλέκοντας ταυτόχρονα πολλά συστήματα. Παράδειγμα, το δίκτυο του μετρό με το δίκτυο των λεωφορείων, το δίκτυο μεταφορών κ.λ.π. Αυτό έχει ως πλεονέκτημα ότι μπορούν να βρεθούν εύκολα εναλλακτικές λύσεις όταν παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα. Ωστόσο διαφορετικά συστήματα τα οποία αλληλοεπιδρούν, μπορούν από μόνα τους να προκαλέσουν κάποια ανωμαλία

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε όλες τις προσομοιώσεις και τα μαθηματικά μοντέλα δεν λαμβάνεται υπόψη η επιρροή στην κοινωνική συνοχή και στην οικονομία. Και οι δύο τομείς παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθεκτικότητα της κοινωνίας. Επίσης δεν υπολογίζεται και ο ρόλος των ανθρώπων στην άμεση παρέμβαση και μακροχρόνια στην αποκατάσταση λειτουργίας ενός συστήματος. Ιδιαίτερα για τα ανθρωποκεντρικά μέσα μεταφοράς, η εκπαίδευση και η ποιότητα του έμψυχου υλικού είναι αυτά που καθορίζουν την ταχύτητα αποκατάστασης και ανθεκτικότητας ενός συστήματος. (Zhou Yaoming, Junwei Wang, and Hai Yang, 2018)

Στον τομέα των μεταφορών οι τηλεπικοινωνίες παίζουν ουσιαστικό ρόλο. Είναι το μέσο μετάδοσης πληροφοριών, ο τρόπος οργάνωσης και συντονισμού των μέσων μαζικής μεταφοράς, γενικότερα είναι το κλειδί όλων των υποδομών και των δικτύων. Η εφαρμογή νέων τεχνολογιών στα συστήματα ελέγχου στηρίζουν όλο το δίκτυο μεταφορών. Συντονίζουν τα τραίνα και τις τρανσιτ μεταφορές. Συντονίζουν τα φανάρια. Τα αυτόματα δίοδια, και δίκτυα. Ελέγχονται οι εθνικές οδοί. Μια πιθανή κυβερνοεπίθεση στο σύστημα αυτόματα νεκρώνει όλο το σύστημα μεταφορών, μπορεί να προκαλέσει πολλά ατυχήματα και μεγάλες υλικές ζημιές. Μέχρι στιγμής έχουν γίνει λίγες κυβερνοεπιθέσεις σε σχέση με άλλους τομείς. (Cyber-Physical Security for Transportation Transportaion research circular Nov. 2017)



**Εικόνα 2:** Επίδραση Κυβερνοεπιθέσεων στις Μεταφορές

Τα φυσικά συστήματα ασφαλείας όπως συστήματα ελέγχου, κάμερες κ.λ.π είναι και αυτά συνδεδεμένα με την ψηφιακή τεχνολογία. Είναι και αυτά ευάλωτα στις κυβερνοεπιθέσεις και καθώς πολλοί από το προσωπικό που εμπλέκονται έχουν ελλιπή ή καμία γνώση και ενημέρωση για τις κυβερνοεπιθέσεις το σύστημα γίνεται πιο ευάλωτο.

Τα αποτελέσματα αυτών των επιθέσεων έχουν κλιμακούμενο αντίκτυπο στην κοινωνία, στις μεταφορές, στην οικονομία. Οι οργανισμοί μπορεί να μην έχουν πρόσβαση στην πληροφορία για γρήγορη επαναφορά του συστήματος. Ο χρόνος αποκατάστασης είναι το κλειδί στην ανθεκτικότητα. Πολλοί δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς προσπαθούν να αυξήσουν την ανθεκτικότητα των συστημάτων μεταφορών.

Με βάση τα ιστορικά δεδομένα και την εμπειρία από τέτοιου είδους επιθέσεις έχουν κριθεί αναγκαίες οι παρακάτω ενέργειες (Zimmerman and Dinning, 2017)

- Εκπαίδευση προσωπικού όλων των επιπέδων
- Το σύστημα μεταφορών θα πρέπει να προσαρμόζεται και να ανακτά την λειτουργικότητα του και χωρίς τεχνολογική υποστήριξη
- Τα συστήματα ασφαλείας να λειτουργούν ανεξάρτητα
- Εναλλακτικό σύστημα το οποίο δεν θα επηρεάζεται από κυβερνοεπιθέσεις
- Τα διάφορα υποσυστήματα θα πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους ώστε να μην δημιουργούνται κενά στην ασφάλεια
- Τα σχέδια ανθεκτικότητας θα πρέπει να επαναξιολογείται σε τακτά χρονικά διαστήματα

Η πρόκληση της εξασφάλισης υψηλού επιπέδου λειτουργίας στο σύστημα αστικών μεταφορών στην Ευρώπη ( [www.resolute-eu.org](http://www.resolute-eu.org). 2015)

Οι στόχοι



- Συστηματική αξιολόγηση του βαθμού λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης κινδύνων, και δημιουργία ενός γενικού πλαισίου για τη διατήρηση λειτουργίας του αστικού συστήματος μεταφορών
- Ανάπτυξη ενός πανευρωπαϊκού οδηγού διαχείρισης της ανθεκτικότητας ERMG
- Εφαρμογή του ERMG στο σύστημα αστικού δικτύου μεταφορών και αξιολόγηση.
- Εμπλουτισμός του συστήματος ERMG με τις παρατηρήσεις των επιστημονικών συνεργατών αλλά και του προσωπικού ώστε να γίνει πιο αξιόπιστο
- Υιοθέτηση του συστήματος ERMG από όλα τα εμπλεκόμενα μέλη.

Προσαρμογή και υιοθέτηση των μεθόδων του ERMG και αξιολόγηση σε επιχειρησιακό επίπεδο σε όλο το δίκτυο αστικών συγκοινωνιών.

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα είναι :

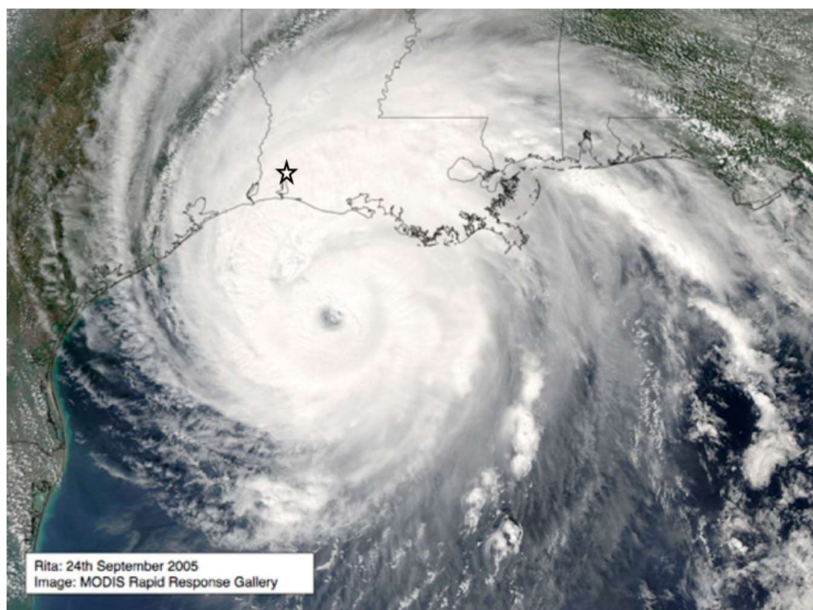
- Μείωση κινδύνου για τους πολίτες
- Μείωση χρόνου αντίδρασης
- Η αξιολόγηση του συστήματος ανθεκτικότητας και η διαδικασίες εφαρμογής είναι ευκολότερες και αποδοτικότερες.
- Εδραίωση της συνεργασίας όλων των εμπλεκομένων στο σύστημα αστικών μεταφορών
- Αύξηση του επιπέδου επικοινωνίας μεταξύ αρχών και πολιτών

### **3.4 Ανθεκτικότητα στη Ναυτιλία**

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος στην ναυτιλία είναι τα επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα. Η κλιματική αλλαγή είναι ένας αστάθμητος παράγοντας που έχει τεράστιες επιπτώσεις στην παγκόσμια ναυτιλία.

Υπάρχουν λίγες μελέτες στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων. Αυτό δημιουργεί κενά στην αξιολόγηση κινδύνου από κλιματική αλλαγή, στην ανάλυση και στη προετοιμασία μιας στρατηγικής ασφάλειας και ανθεκτικότητας τόσο στην ναυτιλία όσο και στο σύστημα μεταφορών και λιμανιών.

Η μέτρηση ανθεκτικότητας (University Transportation research center, 2015) δεν μπορεί να βασιστεί σε ολοκληρωμένα στοιχεία. Ωστόσο το γεγονός της υπερθέρμανσης του πλανήτη, της ανόδου της στάθμης των ωκεανών, των καταιγίδων και των πλημμυρών έχουν ήδη στοιχίσει δισεκατομμύρια δολάρια, πολλές απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και τεράστιες υλικές ζημιές στον αστικό ιστό και στα λιμάνια παγκοσμίως.



**Εικόνα 3:** Το μάτι του κυκλώνα RITA κοντά στο λιμάνι της λίμνης (το σημείο του αστεριού) CHARLES 24/9/2005 , (MODIS Rapid Response Gallery, NASA)

Μια βασική πολιτική γύρω από την ανθεκτικότητα για τις ναυτιλιακές εταιρείες, με πρακτικές προεκτάσεις είναι ο διαχωρισμός σε ασφάλεια I και ασφάλεια II (Hollnagel, 2014).

Αυτές οι δύο έννοιες διαφέρουν ως προς τον τρόπο προσέγγισης της διαχείρισης της ασφάλειας σε τομείς βιομηχανίας υψηλού ρίσκου.

Η ασφάλεια I είναι η κλασική προσέγγιση βασισμένη σε ποσοτική αξιολόγηση κινδύνου, ενώ η ασφάλεια II προσεγγίζει έννοιες όπως ανθεκτικότητα και ποιοτικές απαιτήσεις με στόχο ένα επιτυχημένο αποτέλεσμα.

**Πίνακας 1:** Διαχείριση κινδύνων, Μέθοδοι I και II

	Ασφάλεια I	Ασφάλεια II
Ορισμός	Η ασφάλεια εξασφαλίζεται όταν η παρουσία δυσμενών γεγονότων είναι όσο το δυνατόν μικρότερη	Η ασφάλεια εξασφαλίζεται όταν πηγαίνουν σωστά όσο το δυνατόν περισσότερα πράγματα
Διαχείριση ασφάλειας	Άμεση αντίδραση, η ασφάλεια βελτιώνεται μειώνοντας τις αιτίες της αποτυχίας/ λαθών, βασίζομενοι σε παραδείγματα αποτυχιών Γραμμικά μοντέλα αποτυχιών	Διορατικότητα, προσπάθεια πρόβλεψης γεγονότων και εξελίξεων με εστίαση σε επιτυχημένες πρακτικές Σχηματικά μοντέλα αποτυχιών

Συμπεριφορά προς τους διαχειριστές	Οι άνθρωποι κάνουν σφάλματα οπότε είναι πιθανές πηγές κινδύνων	Οι άνθρωποι προσαρμόζονται και μπορούν να κάνουν το σύστημα ευέλικτο ανάλογα με τις συνθήκες
Αποκλίσεις απόδοσης	Επικίνδυνες και πρέπει να ελαχιστοποιούνται όσο το δυνατό περισσότερο	Πηγές ευελιξίας η οποίες πρέπει να καταγράφονται και να διαχειρίζονται

Πηγή: <http://marisa.wmu.se>

Ένα εργαλείο αξιολόγησης ασφάλειας, το οποίο χρησιμοποιείται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ναυτιλίας είναι FSA (Formal Safety Assessment). Ο σκοπός αυτού του εργαλείου είναι η ταυτοποίηση των θεμάτων ασφάλειας και η διαβάθμισή τους βασιζόμενοι σε ποσοτικές αναλύσεις και ιστορικά δεδομένα (Schroder-Hinrichs, et al. 2017 ) Ο λόγος που στηρίζονται στην ανάλυση ατυχημάτων είναι γιατί τα ατυχήματα στη ναυτιλία είναι λίγα. Ωστόσο η ανάλυσή τους παράγει ένα πολύπλοκο μοντέλο που δεν μπορεί να αναπαραχθεί από τα γραμμικά συστήματα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε ατύχημα στην θάλασσα επηρεάζεται από πολλούς και αστάθμητους παράγοντες. Στο σύστημα ασφάλεια I η διαδικασία βελτίωσης της ασφάλειας επικεντρώνεται στην μηχανική και στον σχεδιασμό λύσεων για όλες τις πιθανές αποτυχιές, Ωστόσο μια μικρή αλλαγή σε κάποιο παράγοντα αλλάζει όλο το μοντέλο του σχεδιασμού λύσεων και πρέπει να ξαναφτιαχτεί από την αρχή. Ένας περιορισμός για το σύστημα I είναι ότι εστιάζει σε μια λάθος κίνηση την φορά η οποία γίνεται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες σε ένα δυναμικό σύστημα. Αν τα περισσότερα πράγματα πάνε σωστά, το σύστημα αγνοεί ή σταματά την ανάλυση και εκτίμηση του λάθους και τις πιθανές συνέπειες σε διαφορετικές συνθήκες.

Στο σύστημα ασφάλειας II γίνεται ανάλυση όλων των παραγόντων στη στεριά και στην θάλασσα οι οποίοι επηρεάζουν την λειτουργία του πλοίου. Η προσέγγιση είναι ολιστική. Το σύστημα αποτελείται από δύο μέρη. Το A μέρος είναι η εφαρμογή του σχεδιασμού και το B μέρος είναι η αξιολόγηση της ασφάλειας του συστήματος.

Ανάμεσα στις ιδιαιτερότητες του σχεδιασμού ενός συστήματος ασφαλείας για κάθε ναυτιλιακή εταιρεία είναι ότι το προσωπικό συχνά προέρχεται από εξωτερικά πρακτορεία και οι εργαζόμενοι είναι με συμβάσεις ορισμένου χρόνου. Δεν προλαβαίνουν να εκπαιδευτούν στις πολιτικές ασφαλείας της εταιρείας. Αυτό είναι πιο έντονο στα τάνκερ.

Ο Παγκόσμιος σύνδεσμος ναυσιπλοΐας πετρελαιοειδών OCIFM, (Oil Companies International Marine Forum), θεωρεί ότι το επίπεδο I ασφαλείας από τα τέσσερα που καθορίζει ο κώδικας του διεθνούς συστήματος ασφαλείας είναι αρκετό. Έχει καθορίζει τους δικούς του δείκτες ασφαλείας που καθορίζουν αν μια εταιρεία με τάνκερ ανταποκρίνεται στους κανόνες ασφαλείας. Οι δείκτες αυτοί στηρίζονται σε ιστορικά δεδομένα και σε ατυχήματα που έγιναν στο παρελθόν.

Σε περίπτωση που εφαρμοζόταν το σύστημα ασφαλείας II θα χρησιμοποιούνταν άλλοι δείκτες ασφαλείας. Οι δείκτες ασφαλείας για ένα ανθεκτικό σύστημα θα βασίζονταν στα πιθανά σενάρια κινδύνων, ώστε όλο το σύστημα διαχείρισης ασφαλείας να είναι προετοιμασμένο για οπουδήποτε ενδεχόμενο μειώνοντας τις πιθανές επιπτώσεις κάποιου ατυχήματος.

### **3.5 Ανθεκτικότητα στα Λιμάνια**

#### **3.5.1 Γενικά**

Τα λιμάνια πλέον είναι μέρος των παγκόσμιων logistics και της εφοδιαστικής αλυσίδας (Notteboom and Rodrigue, 2010). Η παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα είναι ο μηχανισμός που στηρίζει το διεθνές εμπόριο και είναι σημαντικός κλάδος των εθνών στην οικονομική τους ανάπτυξη. Είναι ένα δίκτυο μεμονωμένων αλυσίδων εφοδιασμού τα οποία ακολουθούν συγκεκριμένες διαδρομές. Κάθε μεμονωμένο σύστημα περιλαμβάνει υπεράκτια πλοία, λιμάνια και τις προβλήτες τους, διεθνείς εταιρείες μεταφορών και brokers, όλοι συμμετέχουν στην αειφόρα λειτουργία των αλυσίδων εφοδιασμού.

Όλο και περισσότερα μεγάλα εμπορικά πλοία σταδιακά ελλιμενίζονται σε προβλήτες κρατικές παρά σε ιδιωτικές. Αυτό αυξάνει την ανάγκη για μεγαλύτερη ανθεκτικότητα των μεγάλων λιμανιών (Mongeluzzo, 2013)

Οι κύριοι λόγοι είναι:

- Υπάρχουν περισσότερες εναλλακτικές λύσεις σε περίπτωση που παρουσιαστεί πρόβλημα λειτουργίας της προβλήτας χωρίς να χρειαστεί να αλλάξει λιμάνι.
- Περισσότερες προβλήτες σημαίνει περισσότερες επιλογές για τα πλοία. Αυτό συνεπάγεται την αύξηση της ανθεκτικότητας
- Μεγαλύτερη εκμετάλλευση του χώρου ελλιμενίζοντας μεγάλα πλοία.
- Οι δομές είναι καλύτερες προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες διαχείρισης φορτίων μεγάλων πλοίων. Αυτό εξασφαλίζει και την ικανότητα να διαχειρίζονται και πλοία μικρότερης χωρητικότητας.
- Η ανθεκτικότητα των λιμανιών έχει μια δυναμική και τα εργαλεία μέτρησης πρέπει να προσαρμόζονται γρήγορα και με επιτυχία. Για να γίνει αυτό πρέπει να υπάρχει διαρκής επικοινωνία με την τοπική κοινωνία τις αρμόδιες αρχές και να αναζητούνται τρόποι για εμπλουτισμό των στρατηγιών ώστε η ανθεκτικότητα να βελτιώνεται (Cote and Nightingale, 2012; MacKinnon and Derickson, 2013; Weichselgartner and Kelman, 2014).

Οι πληροφορίες σχετικά με το σύστημα ασφαλείας τους και ομαλής λειτουργίας του παίζουν σημαντικό ρόλο στην εθνική στρατηγική ασφάλειας και στην εθνική οικονομία.

Εξίσου σημαντικός είναι ο μηχανισμός ανάκαμψης από κάποια καταστροφή, τόσο των ιδιωτικών όσο και των δημόσιων λιμανιών. Επίσης θα πρέπει να εξασφαλιστεί μια

συνέχεια των εργασιών χωρίς να υπάρχουν καθυστερήσεις από κάποια καταστροφή. Η επιχειρησιακή συνέχεια εξαρτάται από (Mongeluzzo, 2013)

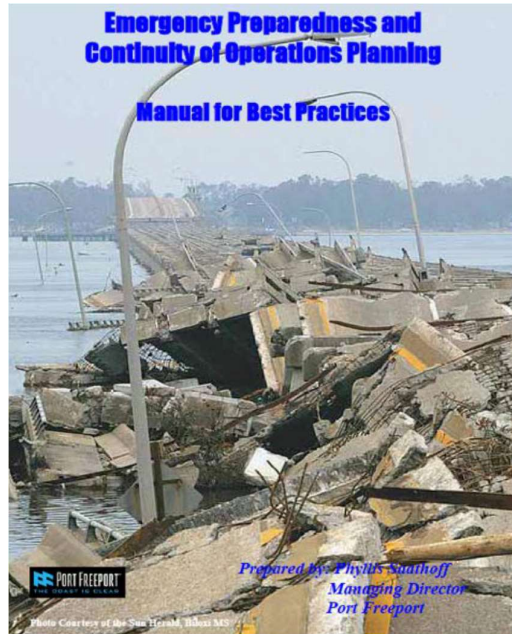
- την πρόβλεψη,
- την δημιουργία σχεδίου δράσης για την αντιμετώπιση διαφόρων καταστροφών
- τον μηχανισμό ο οποίος θα εξασφαλίζει βασικές λειτουργίες μετά την καταστροφή. Σε αυτό παίζει σημαντικό ρόλο η ταυτοποίηση των σημείων τα οποία παίζουν κομβικό ρόλο στην αντοχή των υποδομών. Επίσης πρέπει να υπάρχουν εναλλακτικοί μηχανισμοί για την διατήρηση των υποδομών και να ξαναρχίσει η λειτουργία τους.

### **3.5.2 Η ανθεκτικότητα των Λιμανιών στον Κόλπο του Μεξικό μετά τον Τυφώνα RITA**

Ο τυφώνας RITA πλησιάζοντας τα σύνορα Τέξας και Λουιζιάνα είχε κατέβει κατηγορία 3. Στις 24 Σεπτεμβρίου 2005 ο τυφώνας έφερα τρομερές καταιγίδες στην ακτογραμμή της Λουιζιάνα. Η υπερχειλίση του ποταμού Calcasieu και της λίμνης προκάλεσαν πλημμύρες στις πόλεις γύρω από την λίμνη Charles οι οποίες βρίσκονται 25 μίλια στην ενδοχώρα από τον Κόλπο του Μεξικό. Οι υλικές ζημιές υπολογίζονται στα 12 δισεκατομμύρια δολάρια κυρίως από την ταχύτητα του ανέμου.

Οι ζημιές λόγω των υπερχειλίσεων επηρέασαν λιγότερο από το 3% των 40000 τόνων των φορτίων που βρίσκονταν στα λιμάνια. Παρόλα αυτά πολλές ζημιές υπέστησαν κάποια διωλιστήρια που βρίσκονται στην περιοχή. Η διακοπή ρεύματος εμπόδισε τη μεταφορά 400.000 τόνων αργού πετρελαίου. (Harper, 2005)

- Κατά τη διάρκεια της καταιγίδας το δημόσιο λιμάνι της λίμνης Charles προστάτεψε 700 πλοία.
- 7 εγκαταστάσεις μπόρεσαν να διατηρήσουν τη σύνδεσή τους με τα χερσαία δίκτυα μεταφορών
- Μέρος του προσωπικού παρέμεινε στο λιμάνι για μια εβδομάδα ενώ τα σπίτια τους δεν είχαν ρεύμα. Ο καθαρισμός και οι επισκευαστικές εργασίες άρχισαν αμέσως μετά την διέλευση της καταιγίδας, προκειμένου να επανακάμψουν οι υποδομές και τα κτίρια το ταχύτερο δυνατό.
- Στις 26 Σεπτεμβρίου οι λιμενεργάτες ξεκίνησαν να καθαρίζουν τους αυτοκινητόδρομους που οδηγούσαν στο λιμάνι και στις γύρω περιοχές.
- Στις 27 Σεπτεμβρίου τα φορτηγά μπορούσαν να μπουν και να βγουν από το λιμάνι μεταφέροντας φορτία.



**Εικόνα 4:** Οδηγός αντιμετώπισης κινδύνων στα λιμάνια

Το 2013 Το Διοικητικό συμβούλιο του Κόλπου του Μεξικό (GOMA) βραβεύτηκε για τον σχεδιασμό πλάνου και του CRI (Critical Resilience Index), σε πολλούς ειδικευμένους τομείς της οικονομίας όπως ο τουρισμός, η αλιεία και τα λιμάνια. Μαζί με την Λουιζιάνα συντονίστηκαν στην ανάπτυξη ενός δείκτη ανθεκτικότητας για λιμάνια (Port Resilience Index), ένα εργαλείο αυτό-αξιολόγησης για τα λιμάνια.

Ο δείκτης Ανθεκτικότητας των Λιμανιών είναι εργαλείο αυτο-αξιολόγησης των λιμανιών ο οποίος αναπτύχθηκε μετά τις καταστροφές που προκάλεσαν οι τυφώνες που έπληξαν διάφορα λιμάνια. Στην δημιουργία ενός δείκτη PRI συμμετέχουν όλες οι εμπλεκόμενες ομάδες οι οποίες καθορίζουν τα κριτήρια αξιολόγησης ενός κινδύνου και τις στρατηγικές αντιμετώπισής τους, Το 2016 καθορίστηκε ένα κοινό πλαίσιο αξιολόγησης της ανθεκτικότητας των λιμανιών στις ΗΠΑ ([www.masgc.org/ri](http://www.masgc.org/ri)).

Η ομάδα διοίκησης της ακτογραμμής δημιούργησε ένα δίκτυο από εξειδικευμένους συνεργάτες για να εργαστούν πάνω στην ανθεκτικότητα των λιμανιών. Σκοπός τους ήταν να αναπτύξουν μια σειρά δεικτών για την ποιοτική αυτό-αξιολόγησης ως εργαλείο με τα οποία κάθε λιμάνι θα μπορεί να εκτιμά κατά πόσο γρήγορα θα επανέλθει σε αποδεκτά επίπεδα λειτουργίας ύστερα από κάποια καταστροφή. Ο δείκτης ανθεκτικότητας λιμανιών (PRI) ο οποίος λειτουργεί ως εργαλείο επικοινωνίας παρά ως μηχανισμός διαχείρισης κρίσεων.

- Τα λιμάνια είναι σημείο επικοινωνίας μεταξύ του νερού και της γης. Επιδρούν πολλοί παράγοντες και υπάρχει μόνιμος κίνδυνος είτε φυσικών καταστροφών είτε τεχνολογικών προβλημάτων, είτε τρομοκρατικών ενεργειών, είτε ατυχημάτων. Ιδιαίτερα οι φυσικές καταστροφές επιδρούν σε μεγάλη κλίμακα και στη ναυσιπλοΐα στις

μεταφορές στις ζωές των ανθρώπων που εργάζονται στα λιμάνι αλλά και στην κοινότητα που βρίσκεται κοντά στο λιμάνι. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία των ΗΠΑ το έτος 2014 τα 360 λιμάνια της χώρας έκαναν τζίρο 4,4τρισεκατομμύρια . Είναι προφανής η συμβολή των λιμανιών για το ΑΕΠ κάθε χώρας και για την οικονομία γενικότερα.

- Η μείωση των κινδύνων, η οργανωμένη και έγκαιρη αντιμετώπισή τους ώστε να επανέλθει σε λειτουργία το λιμάνι σε σύντομο χρονικό διάστημα, συνιστά πρόκληση. Η σύνθετη φύση των προβλημάτων και των συνεπειών τους στην ομαλή λειτουργία, ο συντονισμός η εκπαίδευση και η συνεργασία διαφορετικών ομάδων από διαφορετικές εργασίες, είναι αναγκαίες προϋποθέσεις για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή πολιτικών αντιμετώπισης καταστροφών. Τα πλάνα αυτά τα οποία συχνά δοκιμάζονται και επαναξιολογούνται ώστε να ενισχύεται η ανθεκτικότητα ενός λιμανιού.
- Τα λιμάνια είναι στην διεκυστίνδα των δυνάμεων της παγκόσμιας και της τοπικής αγοράς και επηρεάζεται ο τρόπος λειτουργίας τους. Επηρεάζονται ο αριθμός εργαζομένων, τα ηλεκτρονικά προγράμματα που χρησιμοποιούνται, τα τμήμα του λιμανιού που μπορεί να παραμείνει ανενεργό και να μειωθεί ο βαθμός ετοιμότητας. Λόγω της στρατηγικής σημασίας των λιμανιών στην οικονομία μιας χώρας και λόγω της παγκοσμιοποιημένης οικονομίας για λόγους ταχύτητας χρησιμοποιούνται εργαλεία μέτρησης της ανθεκτικότητας που βασίζονται σε ποσοτικές μεθόδους μέσα από τις επιστήμες της μηχανικής και της στατιστικής αλλά δεν λαμβάνουν υπόψη τις τοπικές ιδιαιτερότητες. Οι ποιοτικές μέθοδοι βοηθούν σε σχεδιασμό που δεν στηρίζεται σε στατιστικά δεδομένα, αλλά απαντούν σε θέματα αντίληψης, συνηθειών και κοινωνικής αλληλεπίδρασης.
- Στις φυσικές καταστροφές σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία παρουσιάζονται προβλήματα στην επικοινωνία, στον συντονισμό του προσωπικού, στον συντονισμό με τις τοπικές αρχές αλλά και σε ανώτερο επίπεδο.

Οι διοικήσεις των λιμανιών συνήθως εστιάζουν στην επίτευξη ομαλής σταθερής στο χρόνο λειτουργίας αλλά δεν δίνουν την ίδια προσοχή στην δημιουργία δεικτών λειτουργίας και ανθεκτικότητας των λιμανιών. Ένα σύστημα δεικτών μέτρησης ανθεκτικότητας θα πρέπει να εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο, σε όλα τα λιμάνια ώστε να μπορεί να εξασφαλιστεί η συνέχεια ανεξαρτήτων πιθανών συμβάντων και καταστροφών. Το εργαλείο αυτό θα λαμβάνει υπόψη και τις τοπικές παραμέτρους και ιδιαιτερότητες, ώστε να είναι αποδοτικό και εφαρμόσιμο.

### **3.5.3 Δείκτες μέτρησης ανθεκτικότητας στα λιμάνια**

Μετά από τους τυφώνες που έπληξαν τον Μισισσιπή και την Λουϊζιάνα αναπτύχθηκαν οι δείκτες ανθεκτικότητας της κοινότητας των ακτογραμμών (CRI). Το CRI (Critical Resilience Index), αναπτύσσεται μέσα από την επικοινωνία, και την κριτική για την διαδικασία αξιολόγησης, της ανθεκτικότητας της κοινότητας με τα διάφορα εμπλεκόμενα μέρη. Δημιουργείται ένα σχέδιο με τα πιθανά σενάρια, και τα επιθυμητά αποτελέσματα. Καθορίζεται ο κρίσιμος δείκτης ανθεκτικότητας βάσει του οποίου καταρτίζονται διάφοροι σχεδιασμοί. Ο στόχος είναι να εντοπιστεί και να αναπτυχθεί

μα λίστα ενεργειών που θα βελτιώσουν την ανθεκτικότητα σε συγκεκριμένα σημεία και ακολούθως το σύστημα επαναξιολογείται.

Η τοπική κοινωνία προκειμένου να αξιολογήσει τον βαθμό ανθεκτικότητας σε 6 διαφορετικές κατηγορίες υποδομών κρίσιμες για την συνέχεια της λειτουργίας της κοινότητας, ανάμεσα σε αυτές και οι μεταφορές (Sempier, 2010), αναπτύσσει ένα στρατηγικό σχέδιο αντιμετώπισης καταστροφών

1. ηλεκτρική ενέργεια,
2. αέρια και υγρά καύσιμα,
3. τηλεπικοινωνίες,
4. μεταφορές,
5. διαχείριση απορριμμάτων, και
6. διαχείριση νερού.

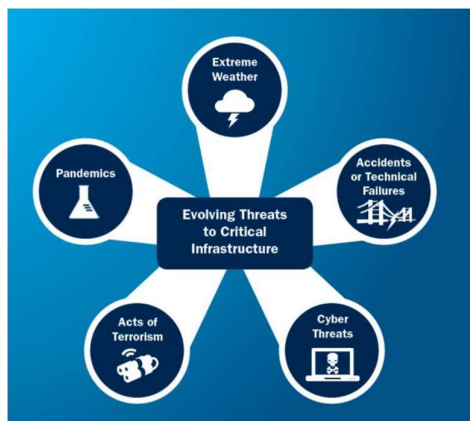
### 3.6 Οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Οι οδηγίες διαχείρισης ανθεκτικότητας στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αρχικά εφαρμόστηκε στα συστήματα αστικών συγκοινωνιών και συγκεκριμένα στο Μετρό της Αθήνας.

#### 3.6.1 RESOLUTE D3.6 European Resilience Management Guidelines

Για την Ευρωπαϊκή Ένωση κρίσιμες δομές καθορίζονται ως ένα σύστημα το οποίο είναι σημαντικό για τη διατήρηση σημαντικών κοινωνικών λειτουργιών. Η καταστροφή ή ζημιά μιας κρίσιμης δομής από φυσικές καταστροφές, τρομοκρατία, εγκληματικές ενέργειες ή κακόβουλες πράξεις, μπορεί να έχουν πολύ σοβαρές επιπτώσεις στην ασφάλεια και στην ποιότητα ζωής των κατοίκων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Αυτός ο ορισμός αποδεικνύει ότι η Ε.Ε. θεωρεί τις κρίσιμες δομές, κυρίαρχο θέμα για την ασφάλεια των ευρωπαίων πολιτών. Κύριο μέλημα είναι η εστίαση στην βέλτιστη λειτουργία τους τη προστασία τους και στην αποτροπή από οποιοδήποτε κίνδυνο.





**Εικόνα 5:** Οι βασικοί κίνδυνοι χτυπήματος στις δομές των χωρών Ε.Ε.

Οι κύριοι κίνδυνοι για τις βασικές δομές των χωρών είναι:

- 1) οι τρομοκρατικές επιθέσεις: ιδιαίτερα μετά από τις τρομοκρατικές επιθέσεις στο Παρίσι, λαμβάνονται πολύ αυστηρά μέτρα προστασίας σε όλες τις υποδομές ώστε να αποφευχθούν άλλες τραγωδίες
- 2) τα ακραία καιρικά φαινόμενα: οι πλημύρες, οι τυφώνες, οι καύσωνες, οι πυρκαγιές, μαστίζουν τις ευρωπαϊκές χώρες κάθε χρόνο και το κόστος μεγαλώνει τόσο σε ανθρώπινες ζωές, όσο και σε αποτίμηση κατεστραμμένων υποδομών.
- 3) Πανδημία: η νόσος των τρελών αγελάδων, η νόσος των χοίρων, ο έμπολα, καθώς και ο κίνδυνος ενός βιολογικού πολέμου, θεωρούνται ασύμμετρες απειλές με τρομακτικές συνέπειες στους πληθυσμούς, στην κοινωνική συνοχή και στην οικονομική ζωή.
- 4) ατυχήματα λόγω τεχνικών βλαβών ή αστοχιών: ατυχήματα σε εργοστάσια έχουν σοβαρότατες συνέπειες στις ανθρώπινες ζωές, στην οικονομική συνοχή της τοπικής κοινωνίας, Το πιο δραματικό ατύχημα ήταν στο πυρηνικό εργοστάσιο του Τσέρνομπιλ,
- 5) κυβερνοεπιθέσεις: Ο κίνδυνος ηλεκτρονικών επιθέσεων είναι αυξημένος λόγω της ανάπτυξης της κινητής τηλεφωνίας, και της τεχνολογίας.

Για να θέσει ένα πλαίσιο αξιολόγησης και καθορισμού των κανόνων δημιούργησε μια σειρά από οδηγίες το 2006, το European Programme for Critical Infrastructure Protection (EPCIP). Αφορά στις κρίσιμες λειτουργίες όλων των δομών σε όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε.

Το πρόγραμμα RESOLUTE D3.6 European Resilience Management Guidelines έχει ως στόχο την μείωση των τρωτών σημείων των κρατικών υποδομών, και την αύξηση της ανθεκτικότητάς τους. Ένα ικανοποιητικό επίπεδο προστασίας θεωρείται η έγκαιρη παρέμβαση σε οποιαδήποτε απειλή, ώστε οι συνέπειες στους πολίτες να είναι ελάχιστες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τις διαρκείς αξιολογήσεις ανθεκτικότητας των υποδομών λαμβάνοντας υπόψη όλα τα πιθανά σενάρια επιθέσεων.

Οι σχεδιασμοί αυτοί πλέον είναι πολύ πολύπλοκοι. Πριν μερικές δεκαετίες οι κίνδυνοι περιορίζονταν σε τρομοκρατικές ενέργειες και φυσικές καταστροφές. Σήμερα πολλές νευραλγικές υποδομές δέχονται κυβερνοεπιθέσεις. Τα σενάρια επαναπροσδιορίζονται για να προληφθούν οι επιθέσεις. (RESOLUTE, 2018)

Έχουν αναπτυχθεί πολλά εργαλεία όπου αναλύονται πότε είναι πιθανή κάποια σύγκρουση, αν κάποια περιοχή είναι ευάλωτη σε φυσικές καταστροφές, έχουν γίνει μοντέλα πώς ένα οικονομικό σοκ ή πανδημία μπορούν να εξαπλωθούν, ή πως η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει διάφορες κοινωνίες και περιοχές. (OECD, 2014).

Αυτό που προσπαθεί να αναπτύξει η Ε.Ε. είναι ένα σύστημα όπου όλοι οι μάνατζερ των υποδομών θα μπορούν μέσα από συγκεκριμένα εργαλεία και καθοδήγηση να σχεδιάσουν και να ενδυναμώσουν τις εγκαταστάσεις, το προσωπικό και κάθε είδους κεφάλαιο με ένα αποτελεσματικό τρόπο, ώστε να μπορούν να αντιμετωπίζουν τους συνεχώς αυξανόμενους κινδύνους και να αυξήσουν την ανθεκτικότητα των υποδομών τους.

Για να δοκιμαστεί το σύστημα αυτό, εφαρμόστηκε και τέθηκε σε λειτουργία στο μετρό της Αθήνας και στην πόλη της Φλωρεντίας.

Εκεί που εντοπίζεται η έλλειψη είναι στους τρόπους αντίδρασης στους κινδύνους. Πώς να αυξηθεί η ανεκτικότητα των ατόμων, των νοικοκυριών των κοινοτήτων στους κινδύνους που αντιμετωπίζουν καθημερινά. Πώς θα αναπτύξουν ανθεκτικότητα σε ατομικό επίπεδο ώστε να ανταπεξέρχονται στο σοκ ή να προσαρμόζονται ώστε να επηρεάζονται εύκολα από κάποιο σοκ.

### **3.7 Η Πολιτική των ΗΠΑ για την Χάραξη της Εθνικής Στρατηγικής Ανθεκτικότητας των Υποδομών**

#### **3.7.1 The University of North Carolina at Chapel Hill (2016)**

Στις ΗΠΑ έχουν οριστεί πέντε βήματα στην χάραξη των εθνικής τους πολιτικής για τον σχεδιασμό της ανθεκτικότητας.

**ΒΗΜΑ 1:** Ουσιαστική κατανόηση των λειτουργιών των δικτύων υποδομών και την δυναμική τους. Με την δημιουργία ομάδων γίνεται μελέτη πιθανών κινδύνων σε συνδυασμό με τις εν δυνάμει συνθήκες που τους προκαλούν. Στη συνέχεια γίνεται καταγραφή των ζημιών, καθώς και το ποια σημεία είναι εκτεθειμένα.

**ΒΗΜΑ 2:** Ανάπτυξη ολοκληρωμένου και διαβαθμισμένου σχεδίου αξιολόγησης κινδύνων και διαχείρισης αυτών: Το επόμενο βήμα μετά την καταγραφή κινδύνων είναι η αξιολόγηση της σοβαρότητας του κάθε κινδύνου ανά περίπτωση. Η αξιολόγηση θα δώσει μια καθαρότερη εικόνα ώστε να δοθούν προτεραιότητες και να γίνει ο αρχικός σχεδιασμός.

**ΒΗΜΑ 3:** Ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων, τεχνολογιών και μεθόδων υποστήριξης της ασφάλειας και της ανθεκτικότητας των υποδομών. Ο συνδυασμός τεχνολογιών, ανάπτυξης και πληροφορίας αναβαθμίζει τον σχεδιασμό ετοιμότητας σε συνθήκες πιο σύνθετες και πιο κοντά στην πραγματικότητα. Βοηθά στην δημιουργία αλληλουχίας στις δράσεις αντιμετώπισης ενός κινδύνου.

**ΒΗΜΑ 4:** Πλήρης επεξεργασία επιστημονικών δεδομένων για τη δημιουργία ολοκληρωμένη ανάλυση πιθανών σεναρίων και κατανόηση των συνεπειών πιθανών δράσεων. Γίνεται ανάπτυξη όλων των σχεδιασμών με χρονοδιαγράμματα και όλα τα πιθανά κομβικά σημεία που επηρεάζουν την εξέλιξη ενός σχεδιασμού με βάση όλα τα

δεδομένα που έχουν αναπτυχθεί σε θεωρητικό επίπεδο και ιστορικά στοιχεία. Στη συνέχεια γίνεται επαναξιολόγηση του σχεδιασμού και διορθωτικές ενέργειες.

**ΒΗΜΑ 5:** Δημιουργία κουλτούρας συνεργασίας σε όλα τα επίπεδα με όλους του εμπλεκόμενους στο σύστημα NCISR R&D. Η συνεχής ανταλλαγή πληροφοριών, εμπειριών, σχεδιασμών και γενικότερα η καλύτερη επικοινωνία βοηθά στην πραγματοποίηση πιο ολοκληρωμένων σχεδιασμών, διορθωτικών ενεργειών είναι τα προαπαιτούμενα για ένα σχεδιασμό ολοκληρωμένο σε εθνικό επίπεδο.

### 3.7.2 Ο σχεδιασμός ανθεκτικότητας από το τμήμα Μηχανικών του Αμερικάνικου Στρατού

Το μηχανικό τμήμα του Αμερικάνικου στρατού προκειμένου να είναι έτοιμος για οποιαδήποτε κατάσταση αντιμετώπισης κρίσης, έχει αναλάβει την εκπόνηση ενός σχεδιασμού ανθεκτικότητας όλης της ακτογραμμής των ΗΠΑ. Βασικός στόχος είναι η προστασία των λιμανιών αλλά και των αστικών κέντρων και υποδομών που βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή.



Εικόνα 6: Οι κίνδυνοι των ακτογραμμών των ΗΠΑ

Η κλιματολογική αλλαγή και οι ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι άμεσα συνδεδεμένα με τα απρόβλεπτα και βίαια γεγονότα που μπορεί να πλήξουν καίρια σημαντικές δομές και τον κοινωνικό ιστό, καθώς και την εθνική τους ασφάλεια.

Το σύστημα της Ανθεκτικότητας της ακτογραμμής στηρίζεται στην έρευνα, την ανάπτυξη σεναρίων και τη τεχνολογική υποστήριξη σε κάθε ευαίσθητη περιοχή. Καθορίζονται τα όρια και τα συστήματα μέτρησης, και δημιουργούνται εργαλεία ποσοτικοποίησης της μέτρησης της ανθεκτικότητας των υπάρχοντων δημοσίων έργων του 2016.

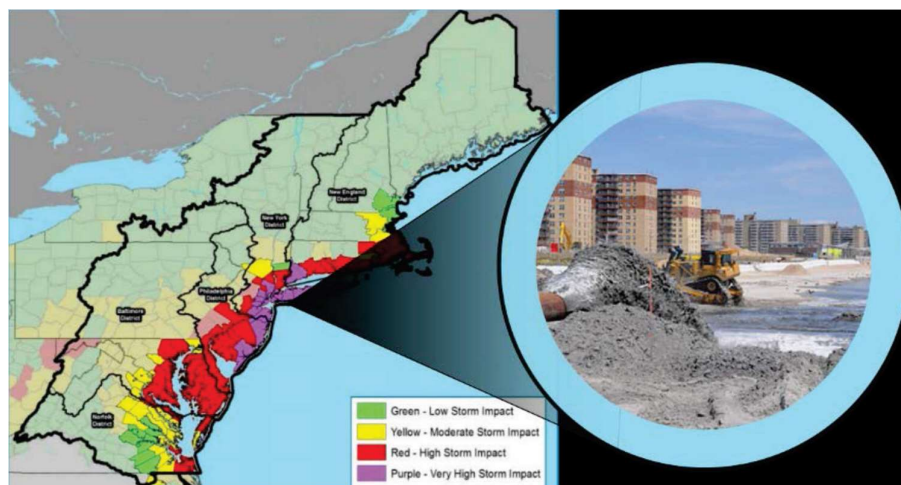
Για πιο ακριβή αποτελέσματα συνδράμουν ομοσπονδιακές και μη ομοσπονδιακές υπηρεσίες, ακαδημαϊκοί, βιομηχανία, και εκπρόσωποι τοπικών κοινοτήτων. Η ανάλυση

και αυτοαξιολόγηση των τοπικών κοινωνιών και η ανάλυση και αξιολόγηση της ανεκτικότητας σε κινδύνους σε εθνικό επίπεδο βοηθάνε στην ολιστική προσέγγιση και ένα πιο αποτελεσματικό τρόπο εκπόνησης σχεδιασμού οποίος θα καλύπτει όσο το δυνατό περισσότερα σενάρια. (Knight and Link 2015).

Ωστόσο υπάρχουν κενά στις διαφορετικές κλίμακες ανάλυσης ανθεκτικότητας των ακτογραμμών. Γι' αυτό το λόγο η υπηρεσία του Αμερικάνικου στρατού εισήγαγε νέα εργαλεία αξιολόγησης λαμβάνοντας υπόψη περισσότερες παραμέτρους συνδυάζοντας ποσοτικές και ποιοτικές μεθόδους.

Οι αρχικές συζητήσεις μεταξύ των εμπλεκομένων σε τοπικό επίπεδο αφορούν στις αλληλεπιδράσεις που παρουσιάζονται σε μια καταστροφή (π.χ. προετοιμασία, ανταπόκριση, ανάκτηση λειτουργικότητας), και οι οποίες βελτιώνονται μέσα από την συζήτηση, την ενημέρωση σχετικά με τους πραγματικούς κινδύνους της ακτογραμμής. Για την USACE οι ποιοτικές μέθοδοι είναι σημαντικές για τον σχεδιασμό της ανάκτησης της λειτουργικότητας μετά από μια καταστροφή.

Για παράδειγμα μετά τον τυφώνα SANDY δημιουργήθηκε το πλαίσιο Διαχείρισης Κινδύνων Τυφώνων στην Ακτογραμμή (NACCS), για την καλύτερη διαχείριση πληροφοριών ώστε να βρεθούν καλύτερες λύσεις.



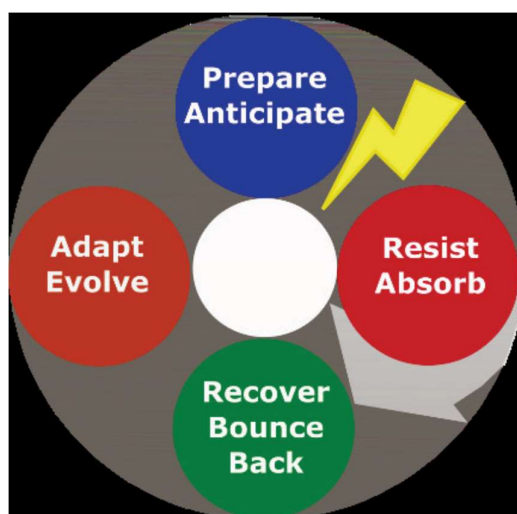
**Εικόνα 7:** Ταυτοποίηση περιοχών ευάλωτων από τυφώνες στην ακτογραμμή από τη NACCS

Χρειάστηκε να γίνει ποσοτικοποίηση ώστε να μετριέται η αποτελεσματικότητα, οι αστοχίες και ο βαθμός ανάκτησης της κανονικότητας στις περιοχές που έχουν καταστραφεί και να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό αύξησης της ανεκτικότητας. Οι στόχοι είναι ο περιορισμός των καταστροφών των τυφώνων, η αποκατάσταση το περιβάλλοντος και ο επαναπροσδιορισμός.

Η ανάλυση δεδομένων και η καλύτερη αξιοποίησή τους, είναι απαραίτητα για την διαχείριση πολύπλοκων δομών και δικτύων σε περίπτωση κινδύνου.

Για το σχεδιασμό ενός επιτυχημένου συστήματος ανθεκτικότητας το μηχανικό τμήμα του Αμερικάνικου στρατού έχει καθορίσει τέσσερα κρίσιμα στάδια στα οποία βασίζονται όλα τα συστήματα ανθεκτικότητας, σε οποιοδήποτε επίπεδο και έκταση:

- την προετοιμασία: Τον σχεδιασμό της ανθεκτικότητας για φυσικές καταστροφές
- την απορρόφηση: Οι όσο το δυνατό μικρότερες καταστροφές οι οποίες οφείλονται στο σωστό σχεδιασμό και προετοιμασία
- την ανάκαμψη; Ο χρόνος αποκατάστασης της λειτουργικότητας μιας εγκατάστασης
- την προσαρμοστικότητα: Οι ζημιές ανέδειξαν τα κενά που υπήρχαν στον αρχικό σχεδιασμό και ο νέος σχεδιασμός ενσωματώνει τα κενά που προϋπήρχαν.

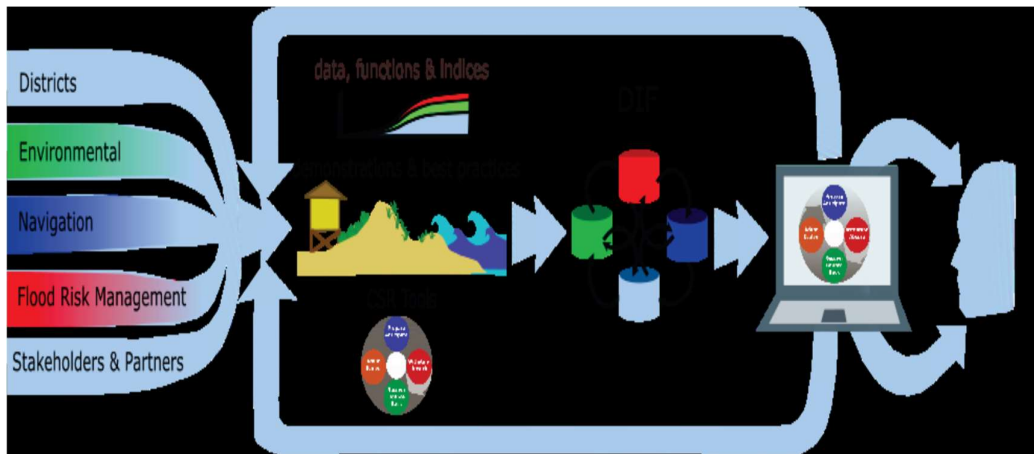


**Εικόνα 8:** Τα βασικά στοιχεία του σχεδιασμού της ανθεκτικότητας

Αυτά τα τέσσερα στοιχεία είναι πολύ σημαντικά και όλους τους σχεδιασμούς ανθεκτικότητας σε όλα τα επίπεδα. Στην εικ. 8 φαίνεται πως όλα τα δεδομένα από διαφορετικές κλίμακες ανάλυσης μέσα από αυτά τα στάδια διαμορφώνουν ένα συνολικό σχέδιο ανθεκτικότητας. Η έρευνα για τα δεδομένα και την επεξεργασία τους στηρίζονται σε πέντε πυλώνες:

1. Τα δεδομένα και το μετρικό σύστημα: Για τα δεδομένα που καθορίζονται ως σημαντικά πρέπει να καθορίζεται και το σύστημα μέτρησης της ανθεκτικότητας, στον σχεδιασμό της μηχανικής και της λειτουργίας και της διατήρησης του συστήματος
2. Λειτουργίες: Ανάπτυξη μοντέλων μέτρησης της απόδοσης, της αποτυχίας και την ανάκαμψης από μια φυσική καταστροφή, ή ένα κατεστραμμένο δίκτυο
3. Εργαλεία: εργαλεία και μέθοδοι που συμβάλλουν στην ανάπτυξη ενός πλαισίου που συνδυάζει την επιχειρησιακή απόδοση και το σύστημα ανθεκτικότητας της ακτογραμμής.

4. Αξιολόγηση της απόδοσης βασιζόμενο σε νέες τεχνολογίες
5. Μεταφορά τεχνολογίας: Οι νέες τεχνολογίες και η διάχυση πληροφοριών και εμπειριών μέσω δημοσιεύσεων, εργαστηρίων και διαδικτυακών εργαλείων.



Εικόνα 9: Παράγοντες που συνυπολογίζονται για ένα ολοκληρωμένο σχέδιο ανθεκτικότητας στην ακτογραμμή

Επειδή η εφαρμογή ενός σχεδίου ανθεκτικότητας σε εθνικό επίπεδο είναι πολύ μεγάλο, δημιούργησαν υποσυστήματα και τα ερέυνησαν ώστε στο τελικό σχέδιο να έχουν καλυφθεί σχεδόν όλες οι παράμετροι. Στην εικόνα 9 φαίνονται οι διαφορετικές περιοχές και κλίμακες του σχεδιασμού που ελήφθησαν υπόψη μέχρι να καταλήξουν στο τελικό σχέδιο. Κάθε κλίμακα συνεισφέρει στο συνολικό σχεδιασμό και την πρόβλεψη για την ακτογραμμή. Αρχικά συμμετέχουν δώδεκα σχεδιασμοί ανθεκτικότητας για το ολοκληρωμένο πολύπλοκο σενάριο ανθεκτικότητας με όσο το δυνατόν λιγότερες ελλείψεις και κενά ασφάλειας.

		STAGES OF RESILIENCE:			
		PREPARE	RESIST	RECOVER	ADAPT
SCALE:					
National		11 12	11 12	11 12	11 12
Regional		11 12	11 12	11 12	11 12
Community		10	8 9 10	8 9 10	8
Multiple Project		10	7 8 9 10	7 8 9 10	8
Project		5 6	2 3 4 5 6	2 3 4 5 6	2 3 4 5
Component		5	2 3 4 5	1 2 3 4 5	2 3 4 5



## Εικόνα 10: Στάδια Ανθεκτικότητας ανά Κλίμακα

1	Investigation of Wave Dissipation by Vegetation
2	Numerical Modeling to Determine the Capacity of Vegetated Shorelines to Reduce Coastal Erosion, Inundation, and Winds with Consideration of Long-term Change in Sea Level
3	Erosion of Coastal Foredunes: A Review on the Effect of Dune Vegetation
4	Evaluating the Capacity of NNBF to Reduce Coastal Storm Hazards
5	Practical Resilience Metrics for Coastal Infrastructure Features
6	Improving Coastal Storm Risk Management Resilience by the Beneficial Use of Dredged Sediment
7	Coastal Foredune Accretion and Erosion Monitoring and Modeling
8	An Integrated Approach to Dune Morphology Modeling under EMRRP
9	Metrics for Evaluating Coastal Vegetation Features Contribution to Resilience using Historical Imagery
10	Dune and Beach Resilience Metrics under Navigation Systems
11	National Coastal Resilience Network
12	Measuring Climate Risk to Inform Resilience: Pilot Study for North Atlantic Medium and High-use Seaports

Εικόνα 11: Ολοκληρωμένος σχεδιασμός ανθεκτικότητας μέσα από διαφορετικές κλίμακες

Κάθε επιμέρους σχεδιασμός είναι το μικρότερο τμήμα και στοχεύει σε ένα συγκεκριμένο θέμα της ακτογραμμής.

Ένα μικρό τμήμα του σχεδιασμού είναι η έρευνα της συμβολής της βλάστησης στη μείωση των κυμάτων. Η έρευνα έχει ως σκοπό την καλύτερη γνώση για την ικανότητα της βλάστησης να απορροφήσει την δύναμη του κύματος, προσθέτοντας ανθεκτικότητα στη περιοχή που προστατεύεται. Τα αποτελέσματα θα δώσουν κρίσιμες πληροφορίες για μελλοντικές αξιολογήσεις και για τη μείωση του κινδύνου πλημμύρας με τη συνεισφορά της βλάστησης για τον σχεδιασμό της ανθεκτικότητας.



Εικόνα 12: Η συνεισφορά της βλάστησης στη διατήρηση των αμμόλοφων και στη μείωση της διάβρωσης

Παράλληλα έχει ξεκινήσει ακαδημαϊκή συνεργασία με το Γεωλογικό Ινστιτούτο, την Ένωση προστασίας των ακτών . Η συνεργασία ξεκίνησε από το 2015 (Elko, et al. 2016), η οποία περιλαμβάνει και τη συνεργασία των υπεύθυνων προστασίας των ακτογραμμών.

Το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία έξι ερευνητικών προγραμμάτων τα οποία χρηματοδοτήθηκαν για τη έρευνα των παραλιακών αμμόλοφων. Η έρευνα αρχικά εστίασε στη σύσταση των αμμόλοφων και ύστερα άρχισαν να γίνονται πιο πολύπλοκα ερευνητικά προγράμματα εμπλέκοντας και άλλες παραμέτρους όπως δείχνει η εικόνα 10. Στο τελικό στάδιο συμμετείχαν και οι τοπικές κοινωνίες.

Η επόμενη μεγαλύτερη κλίμακα είναι τα τέσσερα σχέδια βασισμένα στη προηγούμενη έρευνα. Τα τέσσερα σχέδια είναι:

- Ένα μοντέλο μέτρησης που καθορίζει την ικανότητα της βλάστησης που βρίσκεται κατά μήκος της ακτογραμμής, να μειώσει τους ανέμους, τις διαβρώσεις και τις πλημμύρες, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας.
- Η διάβρωση των ακτογραμμών και των αμμόλοφων
- Η αξιολόγηση της δυνατότητας της φύσης και των φυσικών εμποδίων για τη μείωση των κινδύνων καταγίδων στην ακτογραμμή.
- Μέτρηση ανθεκτικότητας για το δίκτυο υποδομών στην ακτογραμμή

Μια ποσοτικοποιημένη ανάλυση μπορεί να προσδιορίσει τη πιθανή ικανότητα τη χαμηλής βλάστησης να μειώσει τις καταστροφές που μπορεί να προκληθούν από μια ήπια καταιγίδα , να καθορίσει τις παραμέτρους με τις οποίες οι ακτογραμμές δεν επηρεάζονται ή με τις οποίες οι ακτογραμμές καταστρέφονται και δεν μπορούν να ανακάμψουν.



**Εικόνα 13:** Η ακτογραμμή στον κόλπο Mobile

Ξεκίνησε μια συνεργασία με έξι Πανεπιστήμια και έγιναν πειράματα εργαλείων προσομοίωσης της διαχείρισης των ακτογραμμών και την ανάκαμψη μετά από καταιγίδες. Στις παραμέτρους συμπεριελήφθησαν η υδροδυναμική, η μεταφορά άμμου, βιοφυσικές διαδικασίες. Με την ανάπτυξη αυτών των εργαλείων αναβαθμίζονται οι σχεδιασμοί διαχείρισης ακτογραμμών και αυξάνεται ο κύκλος ζωής τους.





**Εικόνα 14:** Εργαστηριακή προσομοίωση της επίδρασης του ανέμου στη διάβρωση των αμμόλοφων

Για πιο ολοκληρωμένα και αξιόπιστα αποτελέσματα δημιούργησαν σε εργαστηριακό επίπεδο ένα τούνελ δημιουργίας αέρα ταχύτητας 30 μιλίων /ώρα και μελέτησαν την ικανότητα της άμμου να συγκρατείται και να διατηρείται, με τη βοήθεια της βλάστησης, το κατάλληλο ύψος των αμμόλοφων και τη γωνία των αμμόλοφων με τη βλάστηση. Όλα αυτά τα δεδομένα καλύπτουν μια σειρά λεπτομερειών που βοηθάνε στη πρόβλεψη βαθμού διάβρωσης σε περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται πιο ολοκληρωμένοι σχεδιασμοί ανθεκτικότητας της ακτογραμμής. Οι σχεδιασμοί περιλαμβάνουν την προστασία κτιριακών εγκαταστάσεων, του αστικού ιστού, και των υποδομών με τη δημιουργία αμμόλοφων καλυμμένων από βλάστηση. Γίνεται επιπλέον μελέτη για τους ανέμους που επικρατούν σε κάθε περιοχή, τη κλίση των ακτογραμμών και που θα καθορίσουν την ανάπτυξη των της βλάστησης και των αμμόλοφων, την εξέλιξή τους σε πραγματικές συνθήκες, ακόμα και σε απόκρημνες περιοχές.



**Εικόνα 15:** Η διάβρωση του οδικού δικτύου της ακτογραμμής μετά από καταιγίδα

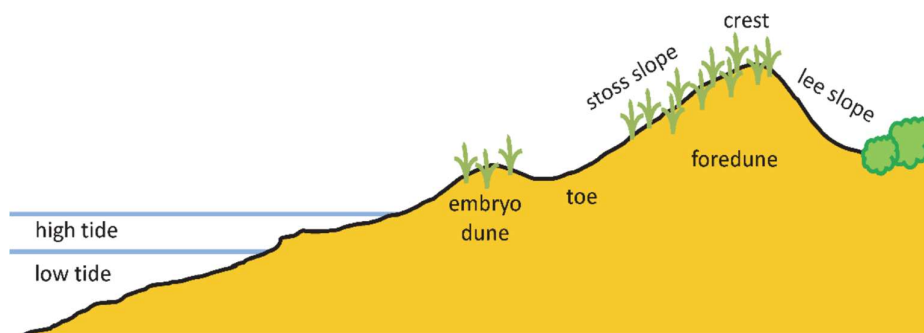
Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών θα εφαρμοστούν στο σχέδιο USACE (USA CIVIL ENGINEERS).

Στο σχέδιο αναπτύσσεται ξεχωριστά μια έρευνα για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας της ακτογραμμής μέσω της καλύτερης εκμετάλλευσης των ιζημάτων. (Appendix A-6. Εστιάζει στην ικανότητα της χρήσης ιζημάτων για την μείωση του κινδύνου πλημμυρών.

Το επόμενο στάδιο είναι οι πιο πολύπλοκοι σχεδιασμοί και η εμπλοκή των τοπικών κοινωνιών σε αυτά. Και τα δύο συχνά αλληλοκαλύπτονται γιατί συχνά τα προσεγγίζουν ως ένα σύστημα με διαφορετικές βαθμίδες επιρροών από τους συμμετέχοντες. Το μέγεθος των σχεδιασμών μπορεί να αφορούν από ένα κανάλι μέχρι όλη την ακτογραμμή. Με διαφορετικές υποθέσεις και προσεγγίσεις οι σχεδιαστές λαμβάνουν υπόψη διαφορετικές αλληλεπιδράσεις, σε μια συγκεκριμένη περιοχή, όπως το σύστημα εκβολής υδάτων, τη μεταφορά άμμου και άλλων υλικών, και τη δημιουργία ιζήματος.

Κατανοώντας τις αλληλεπιδράσεις μπορεί να γίνει ένας καλύτερος σχεδιασμός για τη προστασία των παραλιών από την διάβρωση.

Τρεις έρευνες που συνδυάζονται για αυτό το σχεδιασμό εμπλέκουν και τις τοπικές κοινωνίες και εξυπηρετούν στη διαχείριση κινδύνων των ακτογραμμών από καταιγίδες (coastal storm risk management, CSRМ). Οι τρεις έρευνες είναι οι παρακάτω:

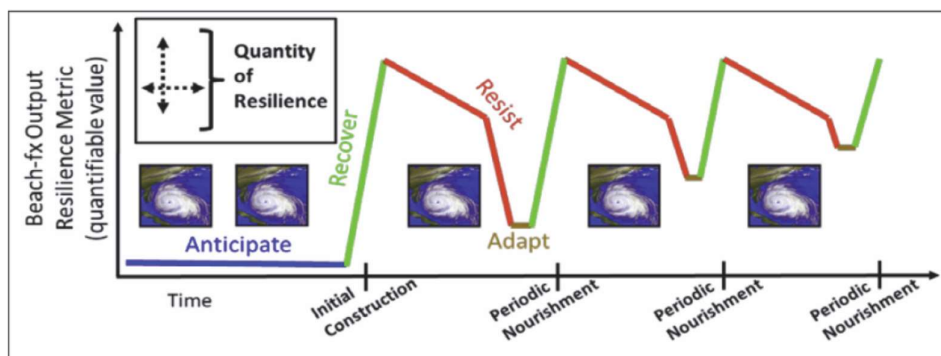


**Εικόνα 16:** Διάγραμμα παράκτιου συστήματος βλάστησης

- Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση σχεδιασμού μοντέλων ιζημάτων με το πρόγραμμα διαχείρισης και αποκατάστασης του οικοσυστήματος
- Μέτρηση αξιολόγησης της συνεισφοράς της βλάστησης στην ανθεκτικότητα της ακτογραμμής
- Ποσοτικοποιημένη μέτρηση της ανθεκτικότητας των αμμόλοφων και των παραλιών. Σκοπός είναι η μέτρηση της αποτελεσματικότητας του τρόπου που ένα σχέδιο ανθεκτικότητας έχει εφαρμοστεί. Ως ανθεκτικότητα ορίζεται η ικανότητα του συστήματος να προβλέπει, αντέχει, αποκαθίσταται και προσαρμόζεται ώστε να γίνει πιο λειτουργικό σε στρεσογόνες συνθήκες καταιγίδων, στη πάροδο του χρόνου.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 10, διάφορα μοντέλα χρησιμοποιούνται ως εργαλεία και τεχνικές να αξιολογήσουν συστήματα όπως οι παραλίες και να αναλύσουν τον δεδομένα που προκύπτουν από την μορφολογία των παραλιών και την οικονομική απαίτηση του

σχεδιασμού σε συγκεκριμένους χρονικούς κύκλους.. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για τη ποσοτική μέτρηση της ανθεκτικότητας



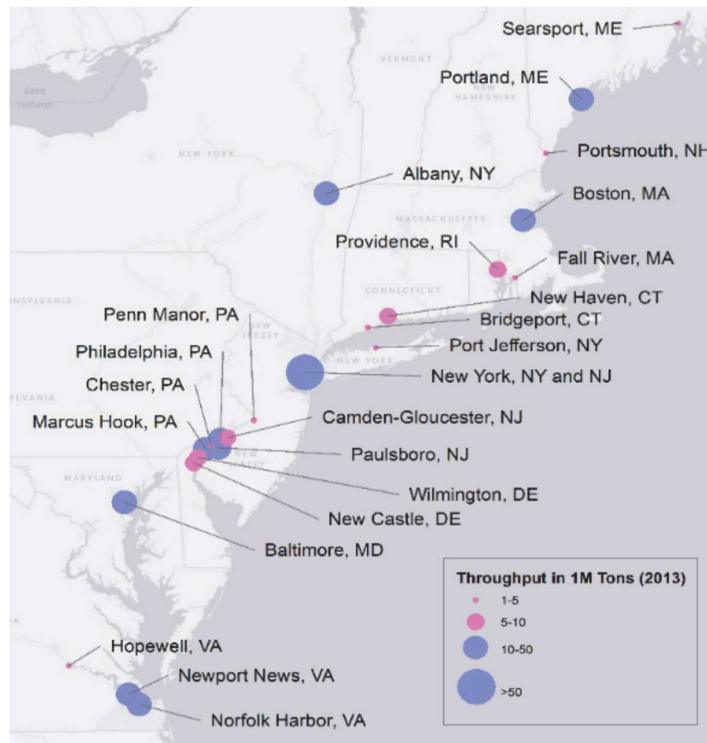
Εικόνα 17: Ποσοτική μέτρηση της ανθεκτικότητας των παραλιών

Οι τελικές κλίμακες είναι οι τοπικές και οι εθνικές κλίμακες. Οι τοπικές κλίμακες καλύπτουν μια γεωγραφική περιοχή που χαρακτηρίζεται από παρόμοιες ιδιαιτερότητες είτε φυσικές (κλίμα, κατοικημένη περιοχή, σύστημα εκβολής υδάτων) είτε ανθρωποκεντρικό (κυβέρνηση, γλώσσα, πολιτισμός) είτε από την ναυτιλία, λιμάνια, μικρά νησιά, οικοσύστημα, φωλιές χελωνών, κ.λ.π.). μπορεί επίσης να περιλαμβάνονται οικονομικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά χαρακτηριστικά τα οποία υπάρχουν σε μια περιοχή.

Ο επόμενος σχεδιασμός είναι η δημιουργία Εθνικού δικτύου ανθεκτικότητας της Ακτογραμμής. Στόχος είναι η ανάδειξη και καταμέτρηση της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στα λιμάνια.

### 3.7.3 Μετρώντας τον κίνδυνο της κλιματικής αλλαγής για τον σχεδιασμό της ανθεκτικότητας. Μια πιλοτική έρευνα για τα μεγάλα και μεσαία λιμάνια του Νότιου Ατλαντικού.

Η έρευνα σχεδιάστηκε από το Μηχανικό τμήμα του Αμερικάνικου στρατού σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο του Rhode Island. (Touzinsky F. Katherine et al.2018) Ανέπτυξαν ένα εργαλείο μέτρησης δείκτη κλιματικού κινδύνου, ο οποίος θα συμβάλει στην εις βάθος κατανόηση των προκλήσεων που θα αντιμετωπιστούν στο μέλλον λόγω της κλιματικής αλλαγής.



**Εικόνα 18:** Χάρτης με τα μεγάλα και μεσαία λιμάνια στην Ανατολική ακτογραμμή των ΗΠΑ

Σε εθνικό και τοπικό επίπεδο η αξιολόγηση αναπτυξιακών σχεδιασμών σχετικών με τα λιμάνια τα οποία περιλαμβάνονται στην προστασία της ακτογραμμής, απαιτεί και την κατανόηση του τρόπου που ένας τυφώνας θα επιδρούσε στο λιμάνι και το μέγεθος των καταστροφών στους χώρους των φορτο-εκφορτώσεων.. Η επίδραση μιας καταστροφής ενός λιμανιού έχει άμεση επίδραση στην οικονομία και στο οικοσύστημα που βρίσκεται το λιμάνι. Ο βαθμός ανθεκτικότητας είναι σημαντικός για το σύστημα διοίκησης του λιμανιού. Μεγαλύτερα ατυχήματα του λιμανιού εξαιτίας κλιματικής αλλαγής θα έχει ως αποτέλεσμα το μεγαλύτερο αποσυντονισμό των κοινωνιών, του οικοσυστήματος, της οικονομίας, των εργασιών των συνεργατών τόσο των τοπικών όσο και των διεθνών, που εμπορεύονται και συνεργάζονται με τα λιμάνια,

Αυτό το πιλοτικό πρόγραμμα επιλέγει, αξιολογεί και συνδυάζει ενδείξεις της κλιματικής αλλαγής σε 23 μεγάλης και μεσαίας κυκλοφορίας στις ακτογραμμές του Βόρειου Ατλαντικού των ΗΠΑ, και στους ναυτικούς δίαυλους. Το πρόγραμμα υλοποιείται από μια ομάδα 12-15 ατόμων εξειδικευμένων σε διάφορους τομείς του συστήματος μεταφορών, οι οποίοι αναλύουν τις διαφορετικές επιπτώσεις και την ανθεκτικότητα των λιμανιών από πλευράς κλιματικής αλλαγής και προσπαθούν να βρουν ομόφωνες απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα:

- Με ποιον τρόπο οι κλιματικοί κίνδυνοι σχετίζονται με την ανθεκτικότητα των λιμανιών;

- Ποια δεδομένα πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη μέτρηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής;
- Ποιοι δείκτες της κλιματικής αλλαγής είναι συχνοί στα λιμάνια της ακτογραμμής του Βόρειου Ατλαντικού των ΗΠΑ;

Τα αποτελέσματα οδηγούν σε ένα εργαλείο μέτρησης των αποφάσεων και βοηθούν του υπεύθυνους στο USACE να θέσουν προτεραιότητες με στόχο την αύξηση της ανθεκτικότητας του δικτύου και των δομών των λιμανιών . με αυτό το τρόπο προστατεύουν τα οικοσυστήματα στα οποία βρίσκονται τα λιμάνια και το κοινωνικο-οικονομικό σύστημα στο οποίο βασίζεται η λειτουργία του λιμανιού.

Μέσω αυτής της μεθόδου, οι υπεύθυνοι που παίρνουν αποφάσεις σε τοπικό και εθνικό επίπεδο, κερδίζουν ένα εργαλείο με το οποίο αντιλαμβάνονται την ανθεκτικότητα των συστημάτων των λιμανιών και τον τρόπο με τον οποίο αυτή μεταφράζεται σε μείωση του κόστους λειτουργίας, μέσω της μείωσης του χρόνου αποκατάστασης της ανθεκτικότητας.

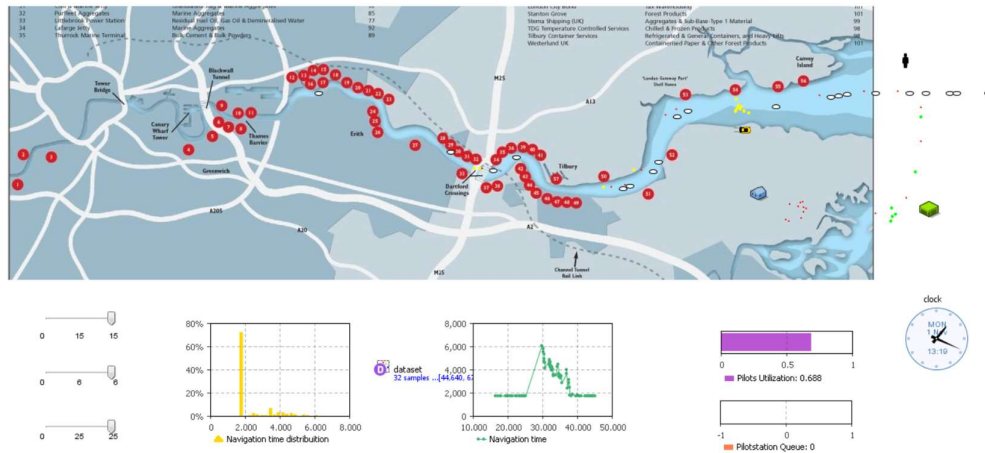
Καθώς η έρευνα ανθεκτικότητας επεκτείνεται σε όλη την ακτογραμμή των ΗΠΑ θα είναι εφικτός ο νέος σχεδιασμός διαδικασιών οργάνωση διαχείρισης και πραγματοποίησης ανθεκτικότητας σε συμφωνία με το οικοσύστημα και τις τοπικές κοινωνίες.

### **3.8 Σύστημα Ανθεκτικότητας στην Αγγλία**

#### **3.8.1 MARS U.K**

Η Αγγλία εφοδιάζεται κατά 95% μέσω των λιμανιών. Το ένα τρίτο του εφοδιασμού τροφίμων γίνεται μέσα από τα λιμάνια. Είναι ζωτικής σημασίας η εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας των λιμανιών και η προστασία από όλους τους πιθανούς κινδύνους. Ανάμεσα σε αυτούς συγκαταλέγονται η κλιματική αλλαγή, οι τρομοκρατικές ενέργειες, οι κυβερνο-επιθέσεις. Η ανθεκτικότητα των λιμανιών τους εξαρτάται από πολλούς πολύπλοκους και αλληλοεξαρτώμενους παράγοντες. Ανέπτυξαν ένα εργαλείο το οποίο βοηθά τους εμπλεκόμενους στην γρήγορη λήψη αποφάσεων με παράλληλη μείωση πιθανοτήτων σφάλματος, το MARS, (Methodology of Assessing Seaports) (Kamal Achuthan, 2016).

Βασίζεται σε ένα εύχρηστο μοντέλο εξομοίωσης (εικ. 6) το οποίο αναπαριστά τις εργασίες στην υγρή πλευρά και στην ξηρά ενός λιμανιού, όπως αφίξεις πλοίων, υπηρεσίες στην προβλήτα, διαχείριση φορτίων αφίξεις τρένων και φορτηγών, και αποθήκευση φορτίων. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται για να αξιολογήσει τις συνέπειες μιας καταστροφής, τον χρόνο ανάκαμψης, την επίδραση στην επιχείρηση σε σχέση με το αξιόπλοο πλοίο, τη διαχείριση αγαθών, κ.λ.π. με και χωρίς τον σχεδιασμό ανθεκτικότητας.



**Εικόνα 19:** Απεικόνιση του συστήματος MARS και παρακολούθηση της εξέλιξης των φαινομένων σε πραγματικό χρόνο

Οι κύριοι συμμετέχοντες στη λειτουργία του λιμανιού αναλύουν ένα σενάριο καταστροφής και αξιολογούν τις επιδράσεις σε διάφορους τομείς λειτουργίας του. Στη προσομοίωση γίνεται λεπτομερής ανάλυση εις βάθος για να εντοπιστούν πιθανές επιπτώσεις σε όλα τα επίπεδα.

Όπως φαίνεται στο παράδειγμα της εικόνας 6, σε περίπτωση που κλείσουν οι αποβάθρες τι επίδραση θα έχει στα δρομολόγια των τρένων, στα φορτηγά, στο κυκλοφορία της πόλης κ.λ.π. Δημιουργείται ένα μοντέλο με όλες τις λεπτομέρειες σχετικά με τις καθυστερήσεις, τις ουρές των φορτηγών, τον χρόνο απομάκρυνσης πλοίων κ.λ.π. Καθορίζονται τα επιτρεπτά όρια σε διάφορες συνθήκες και οι συμμετέχοντες αποφασίζουν και καθορίζουν τον χρόνο ανάκτησης της κανονικότητας για κάποιες λειτουργίες και την ελαχιστοποίηση άλλων λειτουργιών. Επαναπροσδιορίζουν τα δεδομένα και επαναλαμβάνουν την προσομοίωση για να επαληθεύσουν ότι έχει βελτιωθεί το πλάνο ελαστικότητας.

### 3.9 World Ports Sustainability Program (WPS)

Το 2018 υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών, σύμφωνα με την Agenda 2030 για την εφαρμογή 17 στόχων ανάπτυξης, 17SDGs, υπογράφηκε διακήρυξη συνεργασίας μεταξύ των αντιπροσώπων του American Association of Port Authorities (AAPA), του Global Network of Cities and Ports, του European Sea Ports Organization (ESPO), του World Association for Waterborne Transport Infrastructure (PIANC), του International Cargo Handling Coordination Association (ICHCA), και του the International Association of Dredging Companies (IADC), ως βασικοί συντάκτες. (<http://www.iaphworldports.org/news/4718>)

Ο σκοπός του WPSP είναι η ενδυνάμωση της συνεργασίας των κυβερνητικών, των επιχειρηματικών και κοινωνικών εταίρων και των εμπλεκόμενων στην λειτουργία των

λιμανιών δημιουργώντας μια αναπτυξιακή προοπτική σε τοπικό αλλά και σε διευρυμένο επίπεδο στις περιοχές των λιμανιών και ευρύτερα.

Για την μετάδοση των αρχών της διακήρυξης επίτευξη των στόχων έχουν αποφασιστεί οι παρακάτω ενέργειες:

- Δημιουργία παγκόσμιας βιβλιοθήκης
- Δημιουργία πλατφόρμας σύνδεσης όλων των διεθνών λιμανιών με τους σχετικούς παγκόσμιους οργανισμούς
- Δημιουργία think tank και θερμοκοιτίδων για νέα συνεταιριστικά σχέδια
- Συχνές αναφορές σχετικά με την απόδοση και την ανάπτυξη των διεθνών λιμανιών

Στις κατευθυντήριες γραμμές της διακήρυξης θεωρούνται απαραίτητες προϋποθέσεις για την συμμετοχή των διεθνών λιμανιών στο πρόγραμμα και για την ανάπτυξή τους τα παρακάτω:

### **1) Δομές και συστήματα Ανθεκτικότητας**

Τα συστήματα ανθεκτικότητα θωρακίζουν τη ναυτιλία και τις διεθνείς μεταφορές στις κλιματικές αλλαγές και αναπτύσσονται σε συνεργασία με τις τοπικές κοινότητες την φύση και τις τοπικές ιδιομορφίες.

### **2) Κλίμα και ενέργεια**

Τα Διεθνή λιμάνια έχουν υπογράψει το σύμφωνο του Παρισιού που έχει ως στόχο την αύξηση της θερμοκρασίας λιγότερο από 2° C . Αναπτύσσοντας εργαλεία και μηχανισμούς προσπαθούν να μειώσουν τις εκπομπές CO2 στα λιμάνια, αλλά και να μειώσουν τη περιεκτικότητα θείου στα καύσιμα αντικαθιστώντας τις μηχανές των πλοίων.

### **3) Επικοινωνία και συνεργασία λιμανιών – τοπικής κοινωνίας**

Συνεργασία για επίλυση προβλημάτων μέσα και έξω από τον χώρο των λιμανιών μέσα από εκπαίδευση, IT, και τηλεπικοινωνίες ώστε να ενισχύεται η ανθεκτικότητα και στην ευρύτερη περιοχή.

### **4) Ασφάλεια**

Ο συνεχής έλεγχος των φορτίων, της ασφάλειας των πλοίων αλλά και των εγκαταστάσεων σύμφωνα με την νομοθεσία και τους διεθνείς κανονισμούς.

### **5) Ηθική**

Όλα τα λιμάνια συνεργάζονται με τις αρχές και τις κυβερνήσεις ώστε να διασφαλιστεί η ηθική, η νομιμότητα ίσα δικαιώματα και ευκαιρίες, υπεύθυνη τροφοδοτική αλυσίδα, και η διαφάνεια.



## Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογίες για την ανθεκτικότητα

Για την επίτευξη μεγαλύτερης ανθεκτικότητας είναι απαραίτητο να συμμετέχουν στον σχεδιασμό όλοι οι εμπλεκόμενοι. Με τον όρο εμπλεκόμενοι εννοούνται όλοι οι εκπρόσωποι που λαμβάνουν αποφάσεις σε όλα τα επίπεδα, και όλες οι αρχές καθώς και οι τοπικές αρχές των κοινοτήτων των γύρω περιοχών.

Η διαδικασία του σχεδιασμού βασίζεται σε προηγούμενες εμπειρίες και στόχος είναι να βελτιωθούν οι τρόποι αντίδρασης, ανάκτησης λειτουργιών, η μείωση ζημιών, η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στη ζωή των ανθρώπων και των επιχειρήσεων. (Cote and Nightingale, 2012; MacKinnon and Derickson, 2013; Weichselgartner and Kelman, 2015).

Τα βασικά εργαλεία είναι ποσοτικές μέθοδοι, ποιοτικές μέθοδοι και σύνθετες μέθοδοι. Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για να υπάρξει μια μετατόπιση από την ποιοτική ανάλυση στην ποσοτική ανάλυση η οποία θα δώσει μετρήσιμα σε αριθμούς στοιχεία.

### 4.1 Ποσοτικές Μέθοδοι

Τα εργαλεία ποσοτικής μέτρησης της ανθεκτικότητας στηρίζονται στην αξιολόγηση μιας ευρείας κλίμακας μέσα από ένα στιγμιαίο γεγονός. Χρησιμοποιούν τα δεδομένα του συμβάντος και τα προσαρμόζουν σε μεγαλύτερες κλίμακες όπου οι διαστάσεις είναι πιο πολύπλοκες, οπότε συχνά υπάρχει απόκλιση από την πραγματικότητα.

Η μέθοδος αυτή βοηθά στην έκβαση γενικών συμπερασμάτων βασιζόμενη σε αριθμητικά δεδομένα χωρίς να εμβαθύνει και να στρέφει την προσοχή σε ιδιαιτερότητες, όπως η επίδραση στο έμφυχο δυναμικό ή στην τοπική κοινωνία (Parsonsa, 2016). Χρησιμοποιείται για σχεδιασμούς μεγάλης κλίμακας με πολλαπλούς κινδύνους. Σε μικρές κλίμακες για μονομερείς κινδύνους χρησιμοποιούνται απλοί μαθηματικοί τύποι. Σε αυτή τη κατηγορία μπορεί να γίνει ανάλυση σε ακόμα πιο μικρή κλίμακα. Εκεί η μέτρηση της ανθεκτικότητας είναι έμμεση και στηρίζεται σε εμπειρία ειδικών ή άμεση και στηρίζεται στα αποτελέσματα (Cerè, 2017)

Οι ποσοτικές μέθοδοι μέτρησης ανθεκτικότητας μπορούν να χωριστούν σε υποκατηγορίες με συγκεκριμένες ποσοτικές προσεγγίσεις (Hossieni, et al., 2016):

**Καθοριστική μέθοδος:** στόχος της είναι να αναλύσει τις τέσσερις διαστάσεις ι) την αντοχή ii) την ταχύτητα, iii) την πρόσβαση σε εξοπλισμό και προσωπικό vi) επάρκεια. Δεν περιλαμβάνει την αβεβαιότητα.

Ο τύπος:

$$R = \int_{t_0}^{t_1} (100 - Q(t)) dt \quad (1)$$

του Bruneau et al. (2003) μετράει τη **Q(t)**, τη τιμή ποιότητας σε μια χρονική στιγμή που εξαρτάται από την ποιότητα της δομής του συστήματος. Η απόδοση του συστήματος μπορεί να κυμαίνεται από 0% έως 100%. Στο 100% σημαίνει ότι δεν



προέκυψε καμία μείωση της απόδοσης. Μια καταστροφή στον χρόνο  $t_0$  σημαίνει ότι πιθανή καταστροφή σ'εκείνο το χρονικό σημείο η συνολική ποιότητα θα μειωνόταν. Η αποκατάσταση αναμένεται να ολοκληρωθεί μέχρι τον χρόνο  $t_1$ . Έτσι η απώλεια της ανθεκτικότητας του συστήματος **R** αναμένεται σε σχέση με την συγκεκριμένη καταστροφή μετριέται με το μέγεθος της πιθανότητας της αποτυχίας. Για να εφαρμοστεί αυτή η μέθοδος στην ανάλυση ανθεκτικότητας πρέπει να προηγηθεί μια λεπτομερής ανάλυση όλων των πιθανών κινδύνων, ώστε τα αποτελέσματα να είναι κοντά στην πραγματικότητα. (Realising European ReSILiencE for Critical INfraStructure)

**Πιθανολογική μέθοδος:** Μετράει την μείωση της απόδοσης και την διάρκεια του χρόνου για την επαναφορά στην κανονικότητα. Το σύστημα στοχεύει στην πλήρη ανάκαμψη στη μέγιστη αναμενόμενη χρονική διάρκεια ικανοποιητική για το σύστημα. Οι Pant et al. (2014) εισήγαγαν τρεις έννοιες μετρήσιμες για να δημιουργήσουν ένα τύπο υπολογισμού της ανθεκτικότητας. Α) Ολικός χρόνος αποκατάστασης: μετράει τον συνολικό χρόνο από την αρχή μέχρι την ολοκλήρωση των ζημιών, και υπολογίζεται σε εργατοώρες που απαιτούνται για κάθε ζημιά σε κάθε τμήμα. Β) ο χρόνος για την πλήρη αποκατάσταση και μετρά τον χρόνο από την αρχή έως το τέλος που το σύστημα είναι ολοκληρωμένο, και Γ)  $\{Time\ to\ a\ x\ 100\% - Resilience\}$  υπολογίζει τον συνολικό χρόνο που απαιτήθηκε από την στιγμή όπου άρχισαν οι επισκευές μέχρι που το σύστημα έγινε πλήρως λειτουργικό.

**Μεγιστοποίηση :** Μεγιστοποίηση της ανθεκτικότητας σχετίζεται με την ανάκτηση των συστήματα την πλήρη λειτουργικότητά τους όσο το δυνατόν γρηγορότερα μετά από κάποιο καταστροφικό γεγονός. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε στην αλυσίδα τροφοδοσίας από τους Li και Zhao (2010). Δημιούργησαν ένα μοντέλο αξιολόγησης ανθεκτικότητας της τροφοδοτικής αλυσίδας λαμβάνοντας υπόψη πολλά συστατικά στοιχεία που επηρεάζουν την τροφοδοτική αλυσίδα καθώς και την ικανότητα προσαρμογής και αυτό –διόρθωσης του συστήματος (Li, et al., 2016)

**Προσομοίωση:** Συγκεντρώνεται στον βαθμό ετοιμότητας πριν συμβεί κάποια καταστροφή. Σε περίπτωση τρομοκρατικής επίθεσης τα συστήματα μέτρησης ανθεκτικότητας μπορούν αυτόματα να μετρήσουν την ανθεκτικότητα των εγκαταστάσεων ως προς την ικανότητά τους να διατηρήσουν την βασική λειτουργικότητα. Οι Albores and Shaw (2008) πρότειναν ένα μοντέλο προσομοίωσης το οποίο βασίζεται σε δύο φάσεις. Στη πρώτη φάση είναι κατά την διάρκεια της επίθεσης και περιλαμβάνει την αποδόμηση της συνοχής ενός συστήματος, και το δεύτερο μοντέλο ασχολείται με τον συγχρονισμό των ενεργειών για την αποκατάσταση της κανονικότητας. Το μοντέλο έχει εφαρμοστεί και στην τροφοδοτική αλυσίδα λαμβάνοντας υπόψη τρεις παραμέτρους: την ετοιμότητα, την ανταπόκριση και τον χρόνο ανάκτησης της λειτουργικότητας (Virginia, et al., 2012).

**Γνωστική δομή:** χρησιμοποιείται για να τονιστούν οι σημαντικοί παράγοντες της ανθεκτικότητας. Ένα περίπλοκο σύστημα το οποίο αντιπροσωπεύει τις

αλληλεξαρτήσεις των διαφόρων δεδομένων που καθορίζουν και επιδρούν στην ανθεκτικότητα. (Aleksic, 2013).

## **4.2 Ποιοτικές Μέθοδοι**

Οι ποιοτικές μέθοδοι συχνά τυγχάνουν σκληρή κριτική και αμφισβήτηση ως υποκειμενικές. Οι μέθοδοι αυτοί έχουν αρκετά πλεονεκτήματα αλλά και περιορισμούς. Η χρήση εργαλείων που βασίζονται σε ποιοτικές μετρήσεις εμπερικλείουν και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και τις οργανωτικές διαδικασίες.

Συμπεριλαμβάνει παραμέτρους όπως ο ρόλος του τρόπου οργάνωσης, η επίδραση του ηγετικού μοντέλου, σύνδεση, ιστορικά δεδομένα. Δίνουν μεγάλη σημασία για τον σχεδιασμό της ανθεκτικότητας στη επιχειρησιακή κουλτούρα και ετοιμότητα, και στην συμμετοχική διαδικασία. Η πρόκληση είναι η ανάπτυξη μεθόδου που θα ανταποκρίνεται για συγκεκριμένες ανάγκες ενός ξεχωριστού οργανισμού. Υπάρχουν μερικές βασικές αρχές οι οποίες χρησιμοποιούνται ως κατευθυντήριες γραμμές στον σχεδιασμό της ανθεκτικότητας σε όλες τις ποιοτικές μεθόδους. (Lekka, et al., 2011).

### **1) Εργασιακό περιβάλλον/ κουλτούρα**

Ο τρόπος της οργάνωσης και η κουλτούρα παίζουν σημαντικό ρόλο στην ικανότητα προσαρμογής, αφομοίωσης των αλλαγών και στη αυτοοργάνωση. Με τον όρο κουλτούρα σύμφωνα με τους Weick and Sutcliffe (2007), το ήθος και οι αξίες της οργάνωσης. Ενθαρρύνει την συζήτηση και ανάλυση λαθών και των ατυχημάτων ώστε να αξιοποιηθούν στον σχεδιασμό ανθεκτικότητας και να αποφευχθούν στο μέλλον. Ενισχύει το αίσθημα της ατομικής ευθύνης.

### **2) Ηγεσία - Ιεραρχία**

Η μορφή της ηγεσίας και του ηγετικού ρόλου αναγνωρίζονται ως σημαντικά στοιχεία για την ανάπτυξη ενός επιτυχημένου σχεδιασμού ανθεκτικότητας. Καθορίζουν την ταχύτητα αντίδρασης σε καταστάσεις κρίσεων, η δυνατότητα διαφωνίας με τα ανώτερα ιεραρχικά κλιμάκια, η ταχύτητα πληροφορίας και η επιτυχημένη επικοινωνία σε όλες τις βαθμίδες, πιθανά κενά και αστοχίες στον σχεδιασμό ανθεκτικότητας.

### **3) Αρχαία και αναφορές**

Η διαδικασία αναφορών και ενημέρωσης των αρχείων θεωρούνται στοιχεία κλειδιά γιατί δείχνουν πόσο συνειδητά και ενεργά συμμετέχει όλο το δυναμικό για τον σωστό σχεδιασμό της ανθεκτικότητας. Σταδιακά έχει γίνει μεταστροφή από την απλή καταγραφή του τι πήγε λάθος προς την κατεύθυνση του ποιες ενέργειες είναι αποτελεσματικές και πως μπορούν να αποφευχθούν ενδεχόμενα ατυχήματα.

### **4) Εκπαίδευση**

Η συνεχής εκπαίδευση τόσο νέων δεδομένων όσο και των ρόλων που πρέπει να παίζει ο καθένας σε περίπτωση ατυχήματος, βοηθά στην αποτελεσματικότητα όταν συμβεί κάποιο ατύχημα. Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης μπορεί να εντοπιστούν τυχόν

παραλείψεις και λάθη και να γίνουν έγκαιρα διορθωτικές ενέργειες (Coaffee and Clarke, 2015).

### **5) Ευελιξία**

Η ευελιξία και η ευκινησία είναι σημαντικές ικανότητες στην οργάνωση της ανθεκτικότητας. Κατά την εμπλοκή του έμπυχου δυναμικού στην αντιμετώπιση μιας καταστροφής η ευελιξία βοηθά στην ανταλλαγή ρόλων ή στην συνεργασία ώστε ο σχεδιασμός στην πράξη να εφαρμοστεί επιτυχώς.

### **6) Προσαρμοστικότητα**

Η προσαρμοστικότητα συνδέεται με την ευελιξία με την έννοια της ικανότητας προσαρμογής σε καταστάσεις που αλλάζουν ή δεν μπόρεσαν να προβλεφθούν, με στόχο την επίτευξη του αρχικού σκοπού (Zolli and Healey, 2013). Η ευελιξία σε επιχειρησιακό επίπεδο χαρακτηρίζεται από την γνώση, την πληροφορία την καινοτομία, την προσαρμογή την αξιολόγηση καταστάσεων, την δημιουργία αποφάσεων και την εφαρμογή τους. (Jones, et al, 2010). Ο απώτερος σκοπός όλων αυτών είναι η συγκέντρωση στην επίτευξη στόχου, τα κίνητρα οι εναλλακτικές πηγές οι δομές του οργανισμού.

### **7) Ανθεκτικότητα της κοινότητας**

Κατά την διαχείριση κινδύνων είναι σημαντικό οι τοπικές κοινωνίες να μπορούν να έχουν αυτό ανθεκτικότητα, και αυτοοργάνωση. Είναι σημαντικό μετά από το σοκ ενός βίαιου συμβάντος οι κοινότητες να μπορούν να απορροφήσουν και να ξεπεράσουν το σοκ και να προσαρμοστούν με τρόπο ανθεκτικό (Coaffee and Lee, 2016). Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του πλάνου ανθεκτικότητας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ανθεκτικότητα της κοινότητας σε σχέση με τις φυσικές καταστροφές, τις κοινωνικές αναταραχές, την προσαρμογή σε περιβαλλοντικές αλλαγές κ.λ.π. (Pelling and High, 2005).

## **4.3 Μέθοδος Delphi**

Η μέθοδος Delphi είναι μια σύνθετη τεχνική όπου συλλέγεται η εμπειρία και οι γνώσεις των ειδικών σε θέματα κρίσιμα. Σε αντίθεση με τις ποσοτικές μεθόδους, βοηθά στο να ξεκαθαρίζονται εννοιολογικά πλαίσια (Pill, 1971; Linstone and Turoff, 1975; Okoli and Pawlowski, 2004).

Ο σχεδιασμός της μεθόδου ως προς την επικοινωνία και την κατάθεση εμπειριών από τους πραγματογνώμονες μοιάζει με τα εργαλεία της ποιοτικής μεθόδου.

Η μέθοδος Delphi χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη του PRI (Port Resilience Index). Εφαρμόστηκε πρώτα στον Κόλπο του Μεξικό. Στον σχεδιασμό του PRI γίνεται ταυτοποιούνται τα βήματα που είναι σημαντικά για την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας του λιμανιού. Το τελικό σχέδιο αποτελείται από οκτώ μέρη, το καθένα μπορεί να απαντηθεί με ένα ναι, όχι ή N/A (Morris et al., 2016). Για κάθε τομέα η απάντηση ναι σχετίζεται με τον συνολικό αριθμό των ερωτήσεων και το ποσοστό στο συνολικό

αριθμό των ερωτήσεων που ανήκει σε μια κλίμακα η οποία έχει αποφασιστεί από την ομάδα εργασίας.

Η ομάδα εργασίας έπρεπε να είναι αποτελεσματική και να αντιπροσωπεύει όσο το δυνατό περισσότερους από τους συμμετέχοντες σε όλες τις βαθμίδες. Επειδή ο αριθμός ήταν πολύ μεγάλος αποφασίστηκε η δημιουργία επιτροπής από δεκατρία άτομα κυρίως από το λιμάνι του Κόλπου του Μεξικό, εκπρόσωποι από άλλα λιμάνια διαφορετικής γεωγραφικής ιδιαιτερότητας, καθώς και εκπρόσωποι των τοπικών αρχών, καθώς και ειδικούς σχετικά με την ασφάλεια λιμανιών, στρατιωτικούς, μηχανικούς κ.λ.π.

Για την ομάδα σχεδιασμού του NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) και της διοίκησης του Κόλπου του Μεξικό οι τομείς ερωτήσεων ήταν:

**Σχεδιασμός για πιθανούς κινδύνους:** Ως πιθανοί κίνδυνοι νοούνται βίαια γεγονότα που οφείλονται σε τρομοκρατικές ενέργειες, ακραία καιρικά φαινόμενα, κυβερνοεπιθέσεις, ατυχήματα, πανδημία.

**Δίκτυο υποδομών:** Γίνεται ο σχεδιασμός ενεργειών που πρέπει να πραγματοποιηθούν σε περίπτωση κινδύνου. Ο σχεδιασμό περιλαμβάνει αναλυτικά το σχέδιο δράσης όλων των εμπλεκομένων. Διοίκηση, ασφάλεια (λιμεναρχείο, εσωτερική ασφάλεια. Πυροσβεστική), μηχανικοί, ιατρικό κέντρο, τοπική αστυνομία. Τμήμα επικοινωνίας.

Σχεδιασμός εκκένωσης, δρόμοι, τρόποι, εξοπλισμός κ.λ.π.

**Ασφαλιστική πολιτική :** Η ομάδα σχεδιασμού αποφασίζει αν η κάλυψη από τις ασφαλιστικές εταιρείες είναι επαρκής σε σχέση με τους κινδύνους και τις πιθανές ζημιές

**Συνέχεια της λειτουργίας σε περίπτωση βίαιου συμβάντος:** Για την εξασφάλιση της συνέχειας πρέπει να είναι σε επάρκεια η ομάδα των ειδικών κάθε τμήματος που θα μπορεί να επιδιορθώσει τις ζημιές, εξοπλισμός, επικοινωνιακοί δίαυλοι, συνεργασία με τοπικές αρχές και νοσοκομεία, ομάδα διαχείρισης επικίνδυνων υλικών

**Εσωτερική επικοινωνία μεταξύ των μελών του λιμανιού:** Βοηθάει την ομάδα σχεδιασμού να καταλάβει αν υπάρχει επαρκής επικοινωνία ανάμεσα στους υπαλλήλους των διαφόρων τμημάτων σε συνθήκες ομαλές και σε συνθήκες κρίσης. Αυτό περιλαμβάνει τηλεπικοινωνία, οπτικά μηνύματα, εκπαίδευση δράσεων κατά την διάρκεια της κρίσης, εκπαίδευση προστασίας, ασκήσεις ετοιμότητας.

**Επικοινωνία με εξωτερικούς συνεργάτες :** είναι οι συνεργάτες οι οποίοι σχετίζονται με το λιμάνι, βιομηχανίες που συνεργάζονται με το λιμάνι, ναυτιλιακές εταιρείες, μεταφορικές εταιρείες, κυβερνητικοί οργανισμοί

**Επιχειρησιακό κέντρο κρίσεων :** Ελέγχεται αν οι μηχανισμοί υποστήριξης σε περίοδο κρίσης είναι λειτουργικοί π.χ. γεννήτριες, τρόφιμα, μηχανολογικός εξοπλισμός, σαπούνι, κάδοι απορριμμάτων, πόσιμο νερό κ.λ.π.

**Αρχεία και οικονομικοί πόροι:** Αρχεία για τα κτίρια, αρχεία για τους εργαζόμενους και την εκπαίδευσή τους, λίστες επαφών, Αρχεία μηχανολογικού εξοπλισμού, οικονομικοί πόροι για τη στήριξη του σχεδιασμού.

Είναι σημαντικό το ερωτηματολόγιο για κάθε ομάδα ερωτήσεων το οποίο θα παράξει τον δείκτη. Η ομάδα αποτελείται από έμπειρα στελέχη και υπάρχει διαρκής επικοινωνία μέχρι το τελικό σχεδιασμό του ερωτηματολογίου

Ενώ οι ίδιες οι ερωτήσεις δεν παράγουν αριθμητικό αποτέλεσμα οι απαντήσεις ναι ή όχι δείχνουν την τάση ή την κατεύθυνση ή την στρατηγική σε ένα τομέα.

Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τις ελλείψεις και τις αδυναμίες στο επιχειρησιακό και σχεδιαστικό κομμάτι

- 0-49% = χαμηλό. Ο χαμηλός δείκτης σημαίνει ότι πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή σε αυτόν τον τομέα και να γίνει μεγαλύτερη προσπάθεια. Αν για παράδειγμα ο τομέα Συνέχεια της λειτουργίας μετά από καταστροφή έχει μικρό δείκτη, τότε σε περίπτωση καταστροφής θα προκύψουν πολλαπλά και σύνθετα προβλήματα για την επαναλειτουργία του λιμανιού.
- 50 %– 75% = μέτριο Μέτριος δείκτης σημαίνει ότι η οργάνωση του λιμανιού θα πρέπει να γίνει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Για παράδειγμα αν ο δείκτης είναι μέτριος στον τομέα σχεδιασμού συνέχειας λειτουργίας σε περίπτωση κάποιου συμβάντος, δείχνει ότι μπορεί να υπάρξουν μερικά προβλήματα στο να γίνει το λιμάνι γρήγορα λειτουργικό μετά από μια καταστροφή
- 76% -100% = υψηλό Ο υψηλός δείκτης σημαίνει ότι θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή σε θέματα με χαμηλότερο δείκτη αξιολόγησης

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι επιβάλλεται η αναθεώρηση κάθε 1-2 χρόνια ώστε το σύστημα να είναι λειτουργικό.

#### **4.4 ERMG Σύστημα**

Το ευρωπαϊκό σύστημα ERMG έχει ως στόχο την αυτό-αξιολόγηση και τον εντοπισμό κενών σε πολλά επίπεδα τα οποία συνιστούν τον Δείκτη Ανθεκτικότητας. Το ERMG είναι ένα κοινωνικο-τεχνικό εργαλείο το οποίο συμπεριλαμβάνει διαφορετικές πηγές για την δημιουργία μέτρησης του δείκτη. Οι εμπλεκόμενοι σε αυτό το δείκτη είναι υποομάδες από όλα τα τμήματα ώστε να γίνεται εις βάθος ανάλυση επικοινωνία και μέτρηση (Gaitanidou et al., 2018).

Άλλα τμήματα δίνουν σημαντικές πληροφορίες και εγείρουν ερωτήματα ζωτικής σημασίας. Άλλα τμήματα είναι αυτά που έχουν το επιχειρησιακό κομμάτι, ενώ άλλα τμήματα έχουν τον έλεγχο και την ικανότητα αξιολόγησης στο ζήτημα που έχει τεθεί.

Η δομή είναι πολύπλοκη και πολύπλευρη και αλληλοεπιδρούμενη. Αυτή είναι η ειδοποιός διαφορά σε σχέση με τις ποιοτικές μεθόδους όπου η προσέγγιση γίνεται μέσα από δομημένες ανθρωπολογικές μελέτες. Ούτε κατατάσσεται στις ποσοτικές τεχνικές όπου μελετώνται απομονωμένα στοιχεία βάση μαθηματικών τύπων.

Το ERMG χρησιμοποιεί διάφορα εργαλεία για την ολιστική προσέγγιση και αξιολόγηση της ανθεκτικότητας. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να έχει μια συνολική εικόνα σε όλα τα επιχειρησιακά επίπεδα.

Το πρώτο επίπεδο ανάλυσης στηρίζεται στην σύγκριση μεταξύ των επιθυμητών αποτελεσμάτων και των πραγματικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής ERMG στα στοιχεία μέτρησης του CI. Η απουσία ή η μη αποτελεσματική λειτουργία σηματοδοτεί το επιχειρησιακό κενό. Είναι ένας γρήγορος και οικονομικός τρόπος για μια πρώτη αξιολόγηση του συστήματος. Ένα μη ικανοποιητικό αποτέλεσμα να οδηγήσει τους εντοπιστές να βρουν τρόπους για πιο λεπτομερείς αναλύσεις, ποσοτικοποιώντας τα κενά και τις σχετιζόμενες δράσεις ώστε να αυξήσουν την ανθεκτικότητα.

Σε δεύτερο επίπεδο συγκρίνεται οι επιλεγόμενες λειτουργίες που συνιστούν τον δείκτη ανθεκτικότητας με τις κατευθυντήριες γραμμές του ERMG. Καλούνται να κατανοήσουν τον βαθμό ωριμότητας των γενικών και ειδικών στοιχείων που συνθέτουν το CI. Επίσης μπορούν να προσπαθήσουν να βελτιώσουν τις παραμέτρους και την δομή τους στο σύστημα. Σε αυτό το επίπεδο μπορούν οι σχεδιαστές του συστήματος να διορθώσουν πιθανά κενά στην δομή του συστήματος, ώστε τα υπάρξει διαφορετικός τρόπος αξιολόγησης στο συγκεκριμένο τομέα.

**Πίνακας 2:** Σχεδιασμός αξιολόγησης ανθεκτικότητας σε λιμάνι

Αξιολόγηση συνθηκών και Στοιχείων του Δείκτη Ανθεκτικότητας	Κριτήρια	Βαθμολογία ειδικών (1-10) Διαφωνώ Συμφωνώ 10
Αξιολόγηση του τρόπου, όπου διάφορες παράμετροι διαμορφώνουν τα κριτήρια του δείκτη ανθεκτικότητας	Ωριμότητα της κατανόησης	6
Αξιολόγηση του βαθμού διαφοροποίησης των παραμέτρων σε συνθήκες πίεσης ή κρίσης	Βαθμός διαφοροποίησης	3
Διάθεση τεχνογνωσίας και οργάνωσης σε περιβάλλον στρεσογόνο ή επικίνδυνο	Βαθμός διαφοροποίησης	4
Απαιτούμενα κεφάλαια για την εξασφάλιση λειτουργίας υπό συνθήκες πίεσης	Κεφάλαια που συνδέονται με την επιχειρησιακή ετοιμότητα	6
Πρόβλεψη των αναγκών για εξωτερικούς συνεργάτες στο συγκεκριμένο προϋπολογισμό	Τακτικές συσκέψεις με εξωτερικούς συνεργάτες για τις επιχειρησιακές ανάγκες	7
Πρόβλεψη για εκπαίδευση εμπλεκομένων σε συνθήκες προσομοίωσης	Γνώσεις για τις διαδικασίες είναι ώριμες	8
Συνθήκες εργασίας κάτω από πίεση: υπάρχουν επαρκής εξοπλισμός	Επαρκής εκπαίδευση σε προσομοίωση	5
Εξοπλισμός για απρόσκοπτη	Επαρκής εξοπλισμός	6

επικοινωνία σε όλες τις συνθήκες		
Χρήση επικοινωνιακού εξοπλισμού από έμπιστο και καλά εκπαιδευμένο προσωπικό	Εκπαιδευμένο προσωπικό	
Επαρκής εκπαίδευση και εξοικείωση με IT συστήματα για την καλύτερη χρήση πληροφοριών και δεδομένων κατά την αντιμετώπιση κινδύνων και ακραίων συνθηκών	Ανθρώπινο δυναμικό Εξοικειωμένο σε πληροφοριακά συστήματα	7
Χρονικά περιθώρια στα οποία εξελίσσεται το σχέδιο ανθεκτικότητας	Σχεδιασμός, έλεγχος, Διορθωτικές κινήσεις	5
Ο σχεδιασμός πρέπει να περιλαμβάνει τις απαιτήσεις σε εξοπλισμό έμψυχο και άψυχο καθώς και στην πρόσβαση και ενεργοποίησή τους σε συνθήκες ακραίες	Συχνός επανασχεδιασμό και επαναξιολόγηση	7
Σχεδιασμός προσβάσιμων δομών υπολογίζοντας τον μέγεθος των διαθέσιμων εφοδίων και των απαιτήσεών τους	Έλεγχος διαδικασιών	6
Το ανθρώπινο δυναμικό πρέπει να είναι διαθέσιμα ώστε να εξασφαλιστεί η ενεργοποίησή τους σε συνθήκες ακραίες	Αξιολόγηση του ανθρώπινου δυναμικού	6
Επαρκείς πόροι έτοιμοι για αποδέσμευση σε περίπτωση κινδύνου, ώστε να εξασφαλιστεί το ταχύτερο δυνατό η αποκατάσταση της ασφάλειας και της ομαλής λειτουργίας	Αξιολόγηση επάρκειας	7
Χρονικά περιθώρια στα οποία εξελίσσεται η εφαρμογή του σχεδίου ανθεκτικότητας για την διατήρηση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας	Επαναξιολόγηση του σχεδιασμού	5
Αλλαγή των συνθηκών εργασίας μπορεί να απαιτεί διαφοροποίηση στον τρόπο λειτουργίας	Ευελιξία στην λειτουργία του σχεδίου ανθεκτικότητας	6
Ομαδική δουλειά. Σε περίπτωση αλλαγής τρόπου εργασίας και επιχειρησιακών αλλαγών οι εμπλεκόμενες ομάδες μπορούν να ανταποκριθούν άνετα και αποτελεσματικά	Ηγεσία, διαχείριση των ομάδων	6
Ο τρόπος οργάνωσης είναι ουσιαστικός στον σχεδιασμό και στη διαχείριση των πηγών που θα απαιτηθούν στο πλάνο ανθεκτικότητας	Οργάνωση σύμφωνα με την αποτελεσματική επίτευξη του σκοπού	7

Η καταγραφή των πηγών πληροφοριών που είναι βασικό εργαλείο για τον σχεδιασμό ενεργειών και στην επαναξιολόγηση τους	Back up	5
Τα συστήματα πληροφορικής και τεχνολογίας είναι σημαντικά για όλο τον επιχειρησιακό σχεδιασμό αλλά και για την στιγμή αντιμετώπισης κινδύνου. Η ικανότητα να προβλεφθεί πιθανή διακοπή ή καταστροφή των συστημάτων αυτών είναι ζωτικής σημασίας. Το ίδιο ισχύει και για την ενέργεια προκειμένου να εξασφαλιστεί η συνέχεια του συστήματος.	Ύπαρξη back up	6
Διατήρηση επικαιροποιημένων πληροφοριών για την πρόβλεψη πιθανών αναγκών για την επιχειρησιακή προσαρμογή σε νέες συνθήκες	Διαρκείς ενημέρωση στοιχείων	6
Σε περίπτωση αποτυχίας του πληροφοριακού Συστήματος, πρέπει να υπάρχει εναλλακτικό Σύστημα μεταξύ των εμπλεκόμενων	Εναλλακτικά και ανεξάρτητα συστήματα	6
Πρωτόκολλα ενεργειών σε περιπτώσεις αποτυχίας συστημάτων ή σε περιπτώσεις αδυναμίας κάποιο τμήματος του συστήματος	Ολοκληρωμένα συστήματα ενεργειών και εναλλακτικού σχεδιασμού	7

Πηγή: RESOLUTE D3.6 European Resilience Management Guidelines

Οι δείκτες είναι ενδείξεις για τον τρόπο βελτίωσης του συστήματος και διαχείρισης των αποκλίσεων σε τομείς που εντοπίζονται σε αυτό το σημείο. Η δομή είναι πιο επίσημη όπου οι εξειδικευμένοι συνεργάτες καλούνται να κάνουν την αξιολόγηση καθώς και τον τρόπο διαχείρισης αποκλίσεων σε σχέση με το όσο σύστημα για την επίτευξη επιθυμητού αποτελέσματος. Στον πίνακα 2 στη στήλη αξιολόγηση η μέθοδος είναι ποσοτική και καθορίζεται από τους ειδικούς.

Στο τρίτο επίπεδο απαιτείται η ποσοτικοποίηση της ανθεκτικότητας βασιζόμενοι σε δεδομένα μέσα στο σύστημα, προκειμένου να υπάρχει καλύτερη διαχείριση των κενών. Η λειτουργία των διαφόρων τμημάτων καθώς και οι αποκλίσεις ποσοτικοποιούνται χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα και μεθόδους που παράγουν σύνθετους δείκτες. Η επιλογή για τους ποιους δείκτες θα χρησιμοποιηθούν εξαρτάται από τη σύνθεση της ομάδας. Οι συμμετέχοντες θα πρέπει να συμφωνήσουν σε πολλά πολύπλοκα θέματα και να λάβουν υπόψη τους πολλούς παράγοντες και δεδομένα προκειμένου να καθορίσουν τα σημεία κλειδιά που θα καθορίσουν τον δείκτη ανθεκτικότητας, πριν προχωρήσουν στην μέθοδο αξιολόγησης. Η ποσοτικοποίηση των επιμέρους στοιχείων βοηθάει στον εντοπισμό αδυναμιών όταν οι αποκλίσεις των αποτελεσμάτων είναι μεγάλες. Σε αυτό το σημείο καλούνται να καθορίζουν στρατηγικές όπου οι αποκλίσεις πέρα από τα επιτρεπτά όρια θα



ελαχιστοποιηθούν ώστε το σύστημα να είναι σταθεροποιημένο ως προς την απόδοση. Το ERMG εντοπίζει μεγάλες αποκλίσεις οι οποίες πρέπει να αποφευχθούν ή να σχεδιαστεί νέο μοντέλο αντιμετώπισης καταστροφών (Gaitanidou et al., 2018).

Το μηχανικό τμήμα του Αμερικάνικου Στρατού (ERDC), αναλαμβάνει μελέτες για τις μεγαλύτερες προκλήσεις και απρόβλεπτους κινδύνους που θα μπορούσαν να πλήξουν τις ΗΠΑ. Αναζητούν πρωτοποριακές λύσεις στην μηχανική, στις επιστήμες στις ανανεώσιμες πηγές νερού, για τον Στρατό, το τμήμα Άμυνας, και την Ασφάλεια του Αμερικανικού λαού.

## Κεφάλαιο 5: Στατιστική Ανάλυση Ύπαρξης Μεθόδων Ανθεκτικότητας στους Ελληνικούς Λιμένες

### 5.1 Εισαγωγή

Απευθυνθήκαμε σε 25 λιμάνια της Ελλάδος με σκοπό την έρευνα των μεθόδων ανθεκτικότητας που χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες περιπτώσεις όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Από αυτά τα λιμάνια, τα 22 απάντησαν στο ερωτηματολόγιο που τους παραδώσαμε.

Το ερωτηματολόγιο ήταν κλειστού τύπου και οι υπεύθυνοι των λιμένων κλήθηκαν να απαντήσουν θετικά ή αρνητικά σε ορισμένες ερωτήσεις σχετικά με την ύπαρξη μεθόδων ανθεκτικότητας στους χώρους εργασίας τους. Ανάλογα με την εκάστοτε απάντηση, στην συνέχεια πραγματοποιήθηκαν κάποιες συμπληρωματικές ερωτήσεις, σχετικά με την πρόβλεψη δημιουργίας μεθόδων ανθεκτικότητας στο μέλλον, τους λόγους που δεν έχουν δημιουργήσει κάποιο σχέδιο μέχρι τώρα κλπ.

**Πίνακας 3:** Εξεταζόμενες Περιπτώσεις

Περίπτωση	Τίτλος
1	Ολιστικό Σχέδιο «Πρόληψης των Κινδύνων»
2	Σχέδιο Πρόληψης για «Τραυματισμό (- Θάνατο) εργαζόμενου »
3	Σχέδιο Πρόληψης για « Τραυματισμό (- Θάνατο) χρήστη »
4	Σχέδιο Πρόληψης για « Βλάβη του συστήματος »
5	Σχέδιο Πρόληψης για «Ζημιά στο Εμπορευματοκιβώτιο»
6	Σχέδιο Πρόληψης για «Ζημιά κτηριακή / οικοδομική»
7	Σχέδιο Πρόληψης για «Ζημιά περιβαλλοντική»
8	Σχέδιο Πρόληψης για «Βλάβες στον εξοπλισμό»
9	Σχέδιο Πρόληψης για «Ζημιά στο πλοίο»
10	Σχέδιο Πρόληψης για «Απώλεια φορτίων / εμπορευμάτων»
11	Σχέδιο Πρόληψης για «Ζημιά στην ασφάλεια (π.χ. Τρομοκρατία, κλοπή, λαθρεμπόριο κ.α)»
12	Σχέδιο Πρόληψης για «Ζημιά από φυσικά αίτια»

Με βάση τις απαντήσεις που λάβαμε, και που θα παρουσιαστούν παρακάτω αναλυτικότερα, η πλειοψηφία των Ελληνικών λιμένων διαθέτουν μηχανισμούς που αφορούν την σωματική ασφάλεια των αργαζομένων, ασφάλειας εμπορευμάτων κ.α. αλλά την παρούσα χρονική περίοδο δεν διαθέτουν κάποιον μηχανισμό ανθεκτικότητας σε περίπτωση κάποιο συμβάντος που μια σχετική μέθοδος θα χρειαζόταν να ακολουθηθεί για την επάνοδο του λιμένα ως ένα σύστημα.

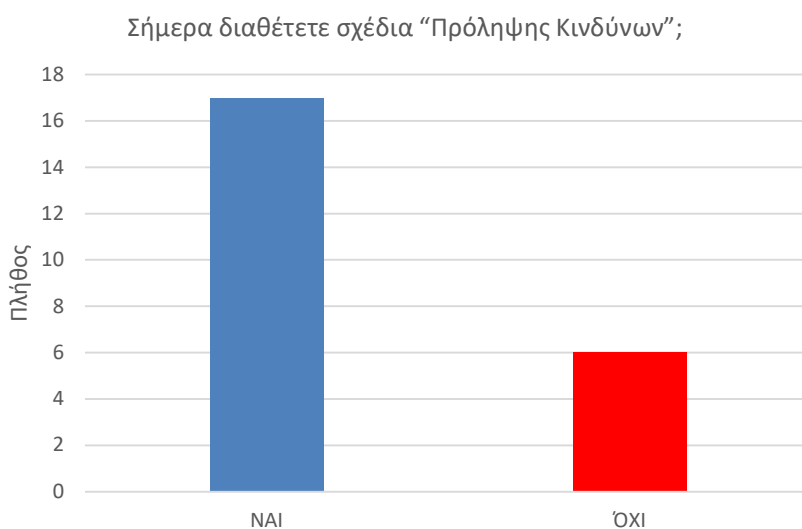
## 5.2 Παρουσίαση Στατιστικών Στοιχείων

Στην ενότητα αυτή, θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με την Πρόληψη Κινδύνων στα ελληνικά λιμάνια.

Συγκεκριμένα, ερωτήθηκαν οι ΟΛ/ΛΤ 13 ηπειρωτικών λιμένων (Βόλου, Θεσσαλονίκης, Λαυρίου, Πάτρας, Ραφήνας, Ελευσίνας, Καβάλας, Ηγουμενίτσας, Χαλκίδας, Αλεξανδρούπολης, Καλαμάτας, Κατάκολου, Κυλλήνης) και 10 νησιωτικών λιμένων (Ηρακλείου, Κέρκυρας, Μυτιλήνης, Μυκόνου, Νάξου, Πάρου, Ρόδου, Σκιάθου, Σούδας, Χίου).

### 1<sup>η</sup> Ερώτηση: Σήμερα διαθέτετε σχέδια “Πρόληψης Κινδύνων”;

Η πρώτη ερώτηση, αφορούσε την ύπαρξη ή όχι, σχεδίου “Πρόληψης Κινδύνων” από τον κάθε λιμένα.



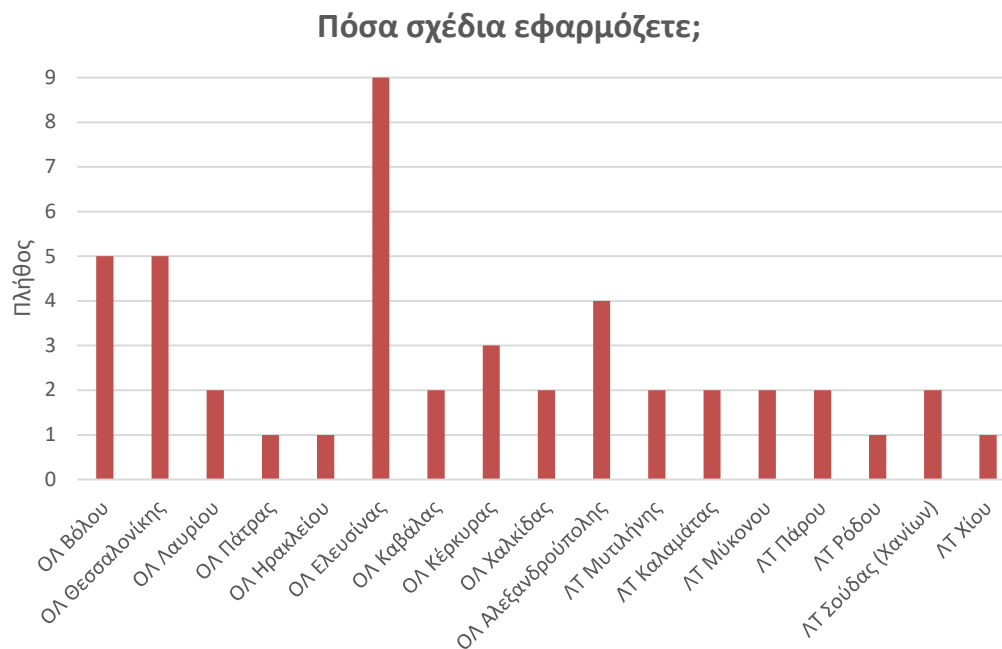
**Εικόνα 20:** Κατανομή απαντήσεων 1<sup>ης</sup> ερώτησης

Πηγή: Εργαστήριο Ολοκληρωμένης Λιμενικής Οικονομίας και Διοίκησης, 2021

Οι λιμένες οι οποίοι απάντησαν αρνητικά, ήταν της Ραφήνας, της Ηγουμενίτσας, του Κατακόλου, της Κυλλήνης, της Νάξου και της Σκιάθου.

### 2<sup>η</sup> Ερώτηση: Εάν ναι, ποιο από τα παρακάτω σχέδια εφαρμόζετε;

Η δεύτερη ερώτηση, αφορούσε τα λιμάνια που χρησιμοποιούν κάποιο σχέδιο και ποιο συγκεκριμένα είναι αυτό.

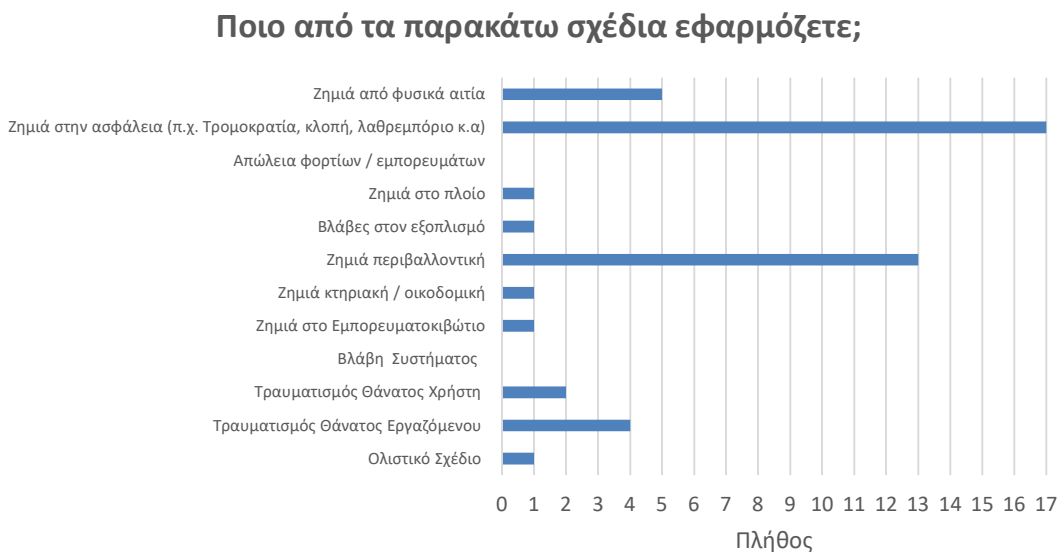


**Εικόνα 21:** Κατανομή απαντήσεων 2<sup>ης</sup> ερώτησης-Λιμένες

Πηγή: Εργαστήριο Ολοκληρωμένης Λιμενικής Οικονομίας και Διοίκησης, 2021

Παρατηρούμε, ότι ο ΟΛ Ελευσίνας, εφαρμόζει 9 από τα ερωτούμενα σχέδια, ενώ αμέσως μετά, έρχονται οι ΟΛ Βόλου και Θεσσαλονίκης με 5 εφαρμογές σχεδίων.

Όσον αφορά το είδος των σχεδίων, τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:



**Εικόνα 22:** Κατανομή απαντήσεων 2<sup>ης</sup> ερώτησης-Σχέδια

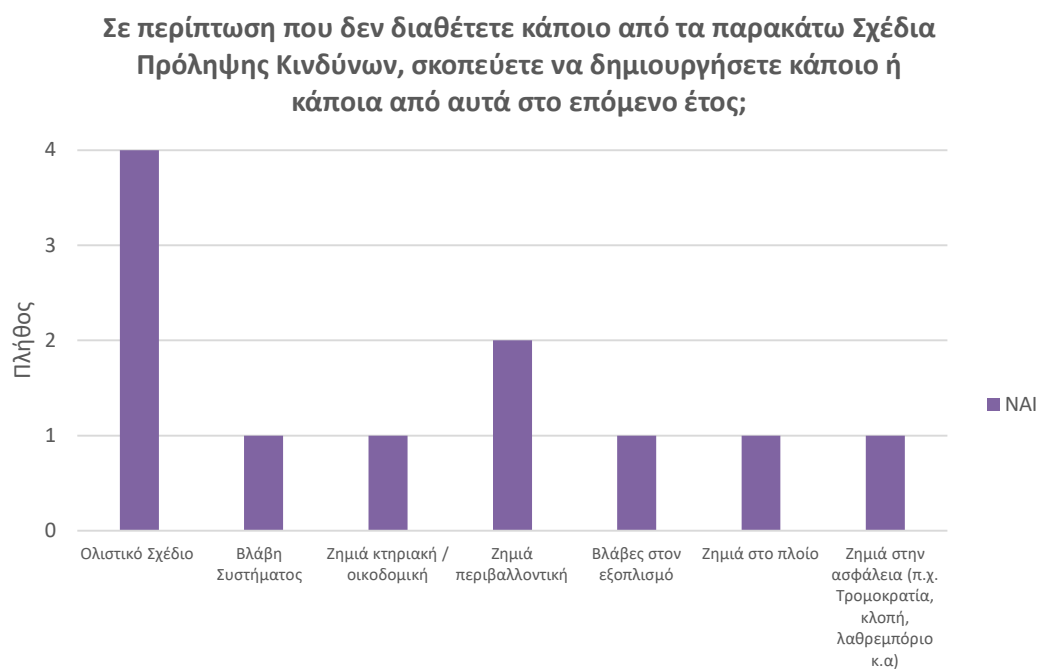
Πηγή: Εργαστήριο Ολοκληρωμένης Λιμενικής Οικονομίας και Διοίκησης, 2021

Παρατηρούμε ότι όλοι οι λιμένες εφαρμόζουν το σχέδιο για "Ζημιά στην Ασφάλεια", 13 λιμένες εφαρμόζουν την "Περιβαλλοντική ζημιά", ενώ κανένας δεν εφαρμόζει τα σχέδια για "Απώλεια φορτίων / εμπορευμάτων" και για "Βλάβη Συστήματος".

**3<sup>η</sup> Ερώτηση: Σε περίπτωση που δεν διαθέτετε κάποιο από τα παρακάτω Σχέδια Πρόληψης Κινδύνων, σκοπεύετε να δημιουργήσετε κάποιο ή κάποια από αυτά στο επόμενο έτος;**

Η τρίτη ερώτηση αφορούσε την πρόθεση των λιμένων να δημιουργήσουν κάποιο ή κάποια σχέδια μέσα στο επόμενο έτος. Εδώ συμπεριλήφθηκαν όλοι οι λιμένες πλην της Ηγουμενίτσας.

Οι απαντήσεις είναι οι παρακάτω:

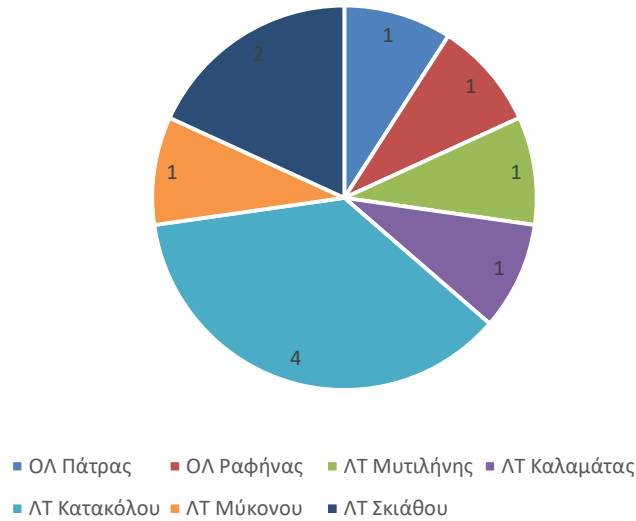


**Εικόνα 23:** Κατανομή απαντήσεων 3<sup>ης</sup> ερώτησης-Σχέδια

*Πηγή: Εργαστήριο Ολοκληρωμένης Λιμενικής Οικονομίας και Διοίκησης, 2021*

Παρατηρούμε ότι στην πλειοψηφία των θετικών απαντήσεων, το Ολιστικό Σχέδιο κυριαρχεί με 4 απαντήσεις, ενώ με 2 απαντήσεις παρατηρείται η "Ζημιά Περιβαλλοντική".

Πλήθος δημιουργίας σχεδίων στο επόμενο έτος  
για κάθε λιμάνι



Εικόνα 24: Κατανομή απαντήσεων 3<sup>ης</sup> ερώτησης-Λιμάνια

Πηγή: Εργαστήριο Ολοκληρωμένης Λιμενικής Οικονομίας και Διοίκησης, 2021

Παρατηρούμε ότι το ΛΤ Κατακόλου, έχει αποφασίσει να δημιουργήσει 4 σχέδια μέσα στο επόμενο έτος, ενώ το ΛΤ Σκιάθου 2 σχέδια.

**4<sup>η</sup> Ερώτηση: Για ποιον λόγο δεν έχετε δημιουργήσει κάποιο από τα παρακάτω Σχέδια Πρόληψης Κινδύνων; (Επιλέξτε το πιο σημαντικό από τους αναφερόμενους λόγους)**

Εδώ, οι αρμόδιοι φορείς κλήθηκαν να αναφέρουν τον πιο σημαντικό λόγο για τον οποίον δεν έχουν δημιουργήσει κάποιο Σχέδιο Πρόληψης Κινδύνου. Οι απαντήσεις ήταν οι εξής:

Για ποιο λόγο δεν έχετε δημιουργήσει κάποιο από τα παρακάτω Σχέδια Πρόληψης Κινδύνων; (Επιλέξτε το πιο σημαντικό από τους αναφερόμενους λόγους)



Εικόνα 25: Κατανομή απαντήσεων 4<sup>ης</sup> ερώτησης

Πηγή: Εργαστήριο Ολοκληρωμένης Λιμενικής Οικονομίας και Διοίκησης, 2021

Παρατηρούμε ότι στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, δεν έχουν δημιουργηθεί Σχέδια Πρόληψης Κινδύνων, λόγω της άγνοιας ύπαρξης τους και την ύπαρξη άλλων προτεραιοτήτων.

Στις 8 απαντήσεις του "Άλλου Λόγου" αναφέρθηκε ως βασική αιτία η έλλειψη προσωπικού.

### 5<sup>η</sup> Σήμερα διαθέτετε Σχέδια «Ανθεκτικότητας στους Κινδύνους» (Risk Resilience Plan);

Σε αυτή την ερώτηση απάντησαν 22 φορείς, εκ των οποίων όλοι έδωσαν αρνητική απάντηση, δηλώνοντας έτσι την πλήρη έλλειψη Σχεδίου Ανθεκτικότητας στο Κινδύνους στα ελληνικά λιμάνια.

## **5.3 Πρόταση Εφαρμογής Μεθόδου Ανθεκτικότητας στους Ελληνικούς Λιμένες**

Με βάση τα αποτελέσματα που λάβαμε και την απώλεια μεθόδων ανθεκτικότητας στους Ελληνικούς λιμένες, η εφαρμογή σχετικών μεθόδων θα μπορούσε να αποφέρει ενδυνάμωση της λειτουργίας τους σε περίπτωση που θα ήταν σε κάποια σχετική ανάγκη.

Οποιαδήποτε διαταραχή σε έναν λιμένα θα μπορούσε να είναι είτε φυσική είτε ανθρωπογενής (Rodrigue, Notteboom & Pallis, 2021), επομένως θα πρέπει η εφαρμογή μεθόδου ανθεκτικότητας να μπορεί να ποσοτικοποιηθεί και να έχει εφαρμογή σε όλο το φάσμα των πιθανών διαταραχών.

Σύμφωνα με (Rodrigue, Notteboom & Pallis, 2021, CHAPTER 6.4 Port Resiliense) οι δύο παραπάνω κατηγορίες διαταραχών μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες υποκατηγορίες.

### **1- Φυσικές διαταραχές**

- 1.1 Ακραία καιρικά φαινόμενα
- 1.2 Γεωφυσικές διαταραχές
- 1.3 Κλιματική αλλαγή

### **2- Ανθρωπογενής διαταραχές**

- 2.1 Ατυχήματα
- 2.2 Εργατικές διαφορές
- 2.3 Οικονομικά και γεωπολιτικά γεγονότα
- 2.4 Τεχνολογία πληροφοριών
- 2.5 Πανδημίες

Λαμβάνοντας υπόψιν τις παραπάνω πιθανές διαταραχές και κρίνονται από τις απαντήσεις των λιμένων παρατηρούμε ότι σε κάποιους λιμένες υπάρχουν μηχανισμοί πρόληψης κάποιων αναφερθέντων διαταραχών, αλλά σε περίπτωση που επέλθει η διαταραχή και ο μηχανισμός πρόληψης δεν την αποτρέψει τότε θα πρέπει να υπάρχει η διαδικασία επαναφοράς του συστήματος στην κατάσταση που βρισκόταν πριν τη διαταραχή. Επίσης η μέθοδος θα πρέπει να αναπτύσσεται και να ανανεώνεται συνεχώς λαμβάνοντας υπόψιν όποια νέα διαταραχή μπορεί να υπάρξει, όπως η πρόσφατη πανδημία της COVID-19.

Η ταχύτητα της επαναφοράς αυτής θα μπορούσε να ποσοτικοποιηθεί ώστε να υπάρχει ένα σχέδιο για τις μεθόδους επαναφοράς με τη χρήση του PRI (Port Resilience Index). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας λίστες με απαντήσεις «Ναι» και «Όχι» όπου η



κάθε λίστα θα φορά μία από τις παρακάτω κατηγορίες. (Ports Resilience Index: A Port Management Self-Assessment, 2013)

- 1- Έγγραφα για καθορισμό κινδύνων και απειλών
- 2- Εκτίμηση κινδύνου: Υποδομές και πόροι
- 3- Ασφάλεια και διαχείριση κινδύνων
- 4- Συνέχιση των εργασιών για υποδομές και εγκαταστάσεις
- 5- Εσωτερική επικοινωνία των λιμενικών αρχών
- 6- Επικοινωνία με εξωτερικούς ενδιαφερόμενους
- 7- Τοποθεσία συντονισμού κρίσεων
- 8- Κρίσιμα έγγραφα και χρηματοδότηση

Στη συνέχεια με βάση τον αριθμό των «Ναι» απαντήσεων μπορεί να δημιουργηθεί ένας πίνακας αποτελεσμάτων όπου θα ποσοτικοποιεί τον δείκτη ανθεκτικότητας στην κάθε μια από τις παραπάνω 8 κατηγορίες σύμφωνα με τα ακόλουθα ποσοστά. (Ports Resilience Index: A Port Management Self-Assessment, 2013)

- 1- Χαμηλό: 0-49%
- 2- Μεσαίο: 50-75%
- 3- Υψηλό: 76-100%

Λαμβάνοντας λοιπόν ως γνώμονα την παραπάνω διαδικασία, οι Ελληνικοί λιμένες θα μπορούν να διαθέτουν και μηχανισμό ανθεκτικότητας, εκτός από μηχανισμό πρόληψης. Έχοντας πλέον ποσοτικοποιημένα στοιχεία, θα μπορούν να κρίνουν ποιους τομείς θα χρειάζονται παραπάνω ενίσχυση, ώστε να μπορέσουν να μειώσουν στο ελάχιστο δυνατό τις απώλειες που θα δημιουργηθούν σε οποιαδήποτε φυσική ή ανθρωπογενή διαταραχή, καθώς οι παραπάνω 8 δείκτες θα έχουν εφαρμογή σε όλες τις διαταραχές ως μια γενικευμένη μέθοδος ανθεκτικότητας.

## Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, μπορούμε να καταλήξουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Το 74% των ερωτηθέντων λιμένων, διαθέτει τουλάχιστον ένα Σχέδιο Πρόληψης Κινδύνων.
- Τα περισσότερα σχέδια (9) εφαρμόζονται από τον λιμένα Ελευσίνας.
- Το πιο συχνό σχέδιο σε ισχύ (17) είναι το "Σχέδιο για Ζημιά στην Ασφάλεια".
- Το πιο συχνό σχέδιο για εφαρμογή στο επόμενο έτος (4) είναι το "Όλιστικό Σχέδιο".
- Ο βασικός λόγος μη δημιουργίας Σχεδίων, είναι η άγνοια ύπαρξής τους.
- Κανένας από τους 22 λιμένες που απάντησαν, δεν διαθέτει σήμερα κάποιο σχέδιο «Ανθεκτικότητας στους Κινδύνους» (Risk Resilience Plan).

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] Albores P., Shaw D. 2008. Government Preparedness: Using Simulation to Prepare for a Terrorist Attack. *Computers & Operations Research* 35: 1924–1943.
- [2] Aleksic A., Stefanovic M., Arsovski S., Tadic D. 2013. An Assessment of Organizational Resilience Potential in SMEs of the Process Industry, a Fuzzy Approach. *Journal of Loss Prevention in the Process industries* 26: 1238–1245
- [3] Arbon Paul Assessing community disaster resilience using a balanced scorecard: lessons learnt from three Australian communities. At: the Torrens Resilience Institute <https://ajem.infoservices.com.au/items/AJEM-31-02-09>
- [4] Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. 2003, 'Introduction', in *Navigating Social-Ecological Systems: building resilience for complexity and change*, eds. F. Berkes, J. Colding & C. Folke, Cambridge University Press, Cambridge.
- [5] Bhaskar Prashant, Cahoon Stephen Chen Shu-Ling: Conceptualising a Resilience Based Approach to Shipping Sustainability. *Review of Integrated Business and Economics Research*. Vol 3 (1) pp 321-331, 2014 Society of Interdisciplinary Business Research (www.sibresearch.org) ISSN: 2304-1013 (Online). 2304-1269 (CDROM).
- [6] Boakye Twumasi- R., and J. O. Sobanjo, “Resilience of Regional Transportation Networks Subjected to Hazard-Induced Bridge Damages,” *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, vol. 144, no. 10, pp. 04018062, 2018.
- [7] Bruneau M., Chang S.E., Eguchi R.T., Lee G.C., O'Rourke T.D., Reinhorn A.M., Shinozuka M., Tierney K., Wallace W.A. and von Winterfeldt D., 2003. A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities. *Earthquake Spectra* 19: 733-752. BS (British Standard) 65000 - Guidance for Organisational Resilience, 2014 Cashman A. 2011. Case Study of Institutional and Social Responses to Flooding.
- [8] Cerè Giulia \*, Yacine Rezgui, Wanqing Zhao Critical review of existing built environment resilience frameworks: Directions for future research BRE Trust Centre for Sustainable Engineering, Cardiff School of Engineering, Cardiff University, Cardiff CF24 3JB, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 25 (2017) 173–189.
- [9] Coaffee J., Clarke J. 2015. On Securing the Generational Challenge of Urban Resilience. *Town Planning Review* 86: 249-355
- [10] Cote, M., and A. J. Nightingale. 2012. Resilience Thinking Meets Social Theory Situating Social 36(4): 475-89

- [11] Cyber–Physical Security for Transportation Transportaion research circular Nov. 2017.
- [12] Darnhofer, I., Fairweather, J. & Moller, H. 2010, 'Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking', *International Journal of Agricultural Sustainability*, vol. 8, no. 3, pp. 186-198.
- [13] Design Considerations and Applications. *Information & Management* 42(1): 15-29.
- [14] DRS-07-2014 - Crisis management topic 7: Crises and disaster resilience – operationalizing resilience concepts. European Union 2019 [https://cordis.europa.eu/programme/rcn/665078\\_en.html](https://cordis.europa.eu/programme/rcn/665078_en.html)
- [15] Elko, N., K. Brodie, H. Stockdon, K. Nordstrom, C. Houser, K. McKenna, L. Moore, J. Rosati, P. Ruggiero, R. Thuman, and I. Walker. 2016. “Dune Management Challenges on Developed Coasts.” *Shore and Beach* 84(1): 15–28.
- [16] Farhadi, N., Parr, S. A., Mitchell, K. N., and Wolshon, B. (2016). “Use of nationwide automatic identification system data to quantify resiliency of marine transportation systems.” *Transp. Res. Rec.*, 2549, 9–18.
- [17] Fearnhead, P. (2006). “Exact and efficient Bayesian inference for multiple changepoint problems.” *Stat. Comput.*, 16(2), 203–213.
- [18] Folke, C. 2006, 'Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses', *Global Environmental Change*, vol. 16, pp. 253-267.
- [19] Gaitanidou Evangelia (CERTH), Emanuele Bellini (UNIFI), Pedro Ferreira (COFAC). DRS-07-2014 - Crisis management topic 7: Crises and disaster resilience – operationalizing resilience concepts. European Union RESOLUTE D3.6 European Resilience Management Guidelines 28/9/2018
- [20] Gallopín, G. C. 2006, 'Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity', *Global Environmental Change*, vol. 16, pp. 293 - 303.
- [21] Georgia Port Authority. (2016). “Press release: HurricaneMatthew update.  
<http://www.gaports.com/Media/PressReleases/tabid/379/ArticleID/91/ArtMID/3569/Default.aspxi> (Apr. 12, 2017).
- [22] Gunderson, L. H. & Holling, C. S. (eds) 2002, *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*, Island Press, Washington.
- [23] Gunderson, L. H. 2000, 'Ecological resilience - in theory and application', *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 31, pp. 425 - 439.
- [24] Hall, P. V. (2004). “‘We’d have to sink the ships’: Impact studies and the 2002 West Coast port lockout.” *Econ. Dev. Q.*, 18(4), 354–367.
- [25] Harper, J. 2005a. LC Port Sustains Moderate Damage. *American Press* (Lake Charles, LA). September 29: 8.

- [26] Holling, C. S. 1996, 'Engineering resilience versus ecological resilience', in *Engineering within Ecological Constraints*, The National Academy of Sciences.
- [27] Holling, C. S. 2001, 'Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems', *Ecosystems*, vol. 4, pp. 390 - 405.
- [28] Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The Past and Future of Safety Management*. Surrey: Ashgate Publishing, Limited.
- [29] Hopkins Rob: *The transition companion. Making your community more resilient in uncertain times*. 2011 Green Books.
- [30] Hossieni S., Barker K., Ramirez-Marquez J.E. 2016. A Review of Definitions and Measures of System Resilience. *Reliability Engineering and System Safety* 145: 47-61.
- [31] Jacksonville Port Authority. (2016). "Hurricane Matthew updates." JAXPORT Newsroom, Oct. 10, 2016.
- [32] Jens R. 1997. *Risk Management in a Dynamic Society: A Modelling Problem*. Safety Science
- [33] Hutchins Giles: *The nature of business of Redesigning for resilience*. 2012 Green Books
- [34] Jones L., Ludi E., Levine S. 2010. *Towards a Characterisation of Adaptive Capacity: a Framework for Analysing Adaptive Capacity at the Local Level*. Overseas Development Institute Background Note, [www.odi.org.uk](http://www.odi.org.uk).
- [35] Knight, S. K., and L. E. Link. 2015. "Building Blocks for a National Resilience
- [36] Assessment." Coastal Hazards Center of Excellence, DHS.
- [37] Larkin, S., C. Fox-Lent, D. A. Eisenberg, B. D. Trump, S. Wallace, C. Chadderton.
- [38] Lekka C. 2011. *High Reliability Organisations. A Review of the Literature* (London: HSE Books).
- [39] Lerch Daniel: *Community resilience reader, Essential resources for an era of upheaval*. ISLAND PRESS. Pp 207 – 222
- [40] Li Y., Zhao L. 2010. Analyzing Deformation of Supply Chain Resilient System Based on Cell Resilience Model. In: Li K, Fei M, Jia L, Irwin GW, editors. *Life System Modeling and Intelligent Computing*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; p. 26–35.
- [41] Linstone, H.A., and M. Turoff. 1975. *The Delphi Method: Techniques and Applications*.
- [42] MacKinnon, D., and K. D. Derickson. 2013. *From Resilience to Resourcefulness: A Critique of Change in Socio-Ecological Systems (SES) Research*. *Progress in Human Geography*
- [43] Massachusetts: Addison-Wesley Reading.
- [44] Mongeluzzo Bill. . *Single-user Port Terminals on the Wane*, *Journal of Commerce* August 19th,2013.

- [45] Murray-Tuite P. M., "A comparison of transportation network resilience under simulated system optimum and user equilibrium conditions." pp. 1398-1405, 2006
- [46] Okoli, C., and S. D. Pawlowski. 2004. The Delphi Method as a Research Tool:
- [47] Opportunities of a Descriptive Concept. *Progress in Human Geography* 39(3): 249-67.
- [48] Pant R., Barker K., Ramirez-Marquez J.E., Rocco C.M. 2014. Stochastic Measures of Resilience and their Application to Container Terminals. *Computers and industrial Engineering* 70: 183–194
- [49] Parsons, Melissa c,n, Sonya Glavaca,c, Peter Hastings,c, Graham Marshallb,c, James McGregora,c, Judith McNeillb,c, Phil Morleyb,c, Ian Reeveb,c, Richard Stayn: Top-down assessment of disaster resilience: A conceptual framework using coping and adaptive capacities *International Journal of Disaster Risk Reduction* 19 (2016) 1–11
- [50] Parsons Melissa Dr. and Dr Philip Morley,: The Australian Natural Disaster Resilience Index. Australian Institute for Disaster Resilience.
- [51] Pill, J. 1971. The Delphi Method: Substance, Context, a Critique and an Annotated Bibliography.
- [52] Realising European ReSILiencE for Critical INfraStructure : Deliverable D2.2: Qualitative, Semi-Quantitative and Quantitative Methods and Measures for Resilience Assessment and Enhancement
- [53] Resilience management guidelines and Operationalization applied to Urban Transport Environment Instrument: Research and Innovation action: 2015-05-01 to 2016-04-30 Crisis management topic 7: Crises and disaster resilience – operationalizing resilience concepts <http://www.disit.org> Projects site: [www.resolute-eu.org](http://www.resolute-eu.org)
- [54] Resilience Policy and Activism. *Progress in Human Geography* 37(2): 253-70.
- [55] Scheffer, M. 2009, *Critical Transitions in Nature and Society*, Princeton University Press, Princeton.
- [56] Schrøder-Hinrichs Jens-Uwe, Gesa Praetorius, Armando Graziano, Aditi Kataria, Michael Baldauf` INTRODUCING THE CONCEPT OF RESILIENCE INTO MARITIME SAFETY. Maritime Risk and System Safety (MaRiSa) Research Group, World Maritime University, , Sweden <http://marisa.wmu.se>
- [57] *Socio-Economic Planning Sciences* 5(1): 57-71.
- [58] Start date of project: 2015-04-30 Project number 653260
- [59] Touzinsky F. Katherine. and Julie D. Rosati USACE-ERDC Coastal System Resilience Research . December 2018

- [60] University of North Carolina at Chapel Hill, 2016, Integrating Maritime and Coastal Resilience Report from the 7th Annual Maritime Resilience Symposium
- [61] University Transportation Research Center - Region 2:Port Resilience: Overcoming Threats to Maritime Infrastructure and Operations From Climate Change , December 2015: Stevens Institute of Technology
- [62] Virginia L.M., Spiegler M., Naim M.M, Wikner J. 2012. A Control Engineering Approach to the Assessment of Supply Chain Resilience. International Journal of Production Research 50: 6162-6187.
- [63] Walker, B. & Salt, D. 2006, Resilience Thinking Sustaining Ecosystems and People in a Changing World, Island Press, Washington
- [64] Weichselgartner, J., and I. Kelman. 2015. Geographies of Resilience: Challenges and opportunities of a descriptive concept
- [65] Weick K.E., Sutcliffe K.M. 2007. Managing the Unexpected: Resilient Performance in an Age of Uncertainty (San Francisco: John Wiley & Sons Inc.).
- [66] Zhou Yaoming, Junwei Wang, and Hai Yang Resilience of Transportation Systems: Concepts and Comprehensive Review <https://www.researchgate.net/publication/329371929>
- [67] Zimmerman Rae and Dinning Michael: Benefits and Needs for an Integrated Approach to Cyber–Physical Security for Transportation
- [68] Zolli A., Healy A. 2013. Resilience: Why Things Bounce Back (London: Headline).
- [69] <http://www.iaphworldports.org/news/4718>