

# Transport Resilience

Georgia Lykou

June 2017



3ο ICT SECURITY WORLD:

# ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ στον ΤΟΜΕΑ των ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ



**Γεωργία Λύκου**

**BSc, MSc, MBA, PhD cand.**

Ερευνήτρια του Εργαστηρίου Ασφάλειας  
& Προστασίας Κρίσιμων Υποδομών  
INFOSEC Laboratory



**InfoSec**

Εργαστήριο Ασφάλειας Πληροφοριών και  
Προστασίας Κρίσιμων Υποδομών

# Περιεχόμενα παρουσίασης



1. Χαρακτηριστικά Τομέα Μεταφορών
2. Κίνδυνοι & Απειλές
3. Ολιστικός Σχεδιασμός Προστασίας & Διαχείρισης Κινδύνων, Ανθεκτικότητα
4. Το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προστασίας Κ.Υ.
5. Η κατάσταση στην Ελλάδα



AIR



RAIL



ROAD



SEA



6. Προτάσεις για την ενίσχυση της Ανθεκτικότητας



# Χαρακτηριστικά Τομέα Μεταφορών

- Πολλαπλά μέσα & πολυσύνθετα δίκτυα μεταφοράς
- Μετακίνηση ανθρώπων – μεταφορά φορτίων
- Κομβικός ρόλος στην οικονομική και κοινωνική δραστηριότητα
- Διεθνή δίκτυα & Δια-λειτουργικότητα
- Αποκεντρωμένα & τοπικά δίκτυα
- *Μη διακριτά όρια αρμοδιοτήτων*



# Βασικές Πιέσεις στις Μεταφορές

- Τα συστήματα μεταφορών πάσχουν από αξιοπιστία & ανθεκτικότητα
- Αν και η ασφάλεια έχει βελτιωθεί σημαντικά, κάθε χρόνο οι μεταφορές επιφέρουν ανθρώπινες απώλειες και τραυματισμούς.
- Οι μεταφορές ασκούν μεγάλης κλίμακας επιπτώσεις στην ενέργεια, το περιβάλλον και το κλίμα.
- Οι ανεπαρκείς πηγές χρηματοδότησης για τις δημόσιες υποδομές εμποδίζουν την επαρκή προστασία και την ενίσχυση των υποδομών των μεταφορών
- Η έλλειψη οικονομικών πόρων περιορίζουν την έρευνα και ανάπτυξη για την εξεύρεση καινοτόμων λύσεων.



# Βασικές Πιέσεις στις Μεταφορές



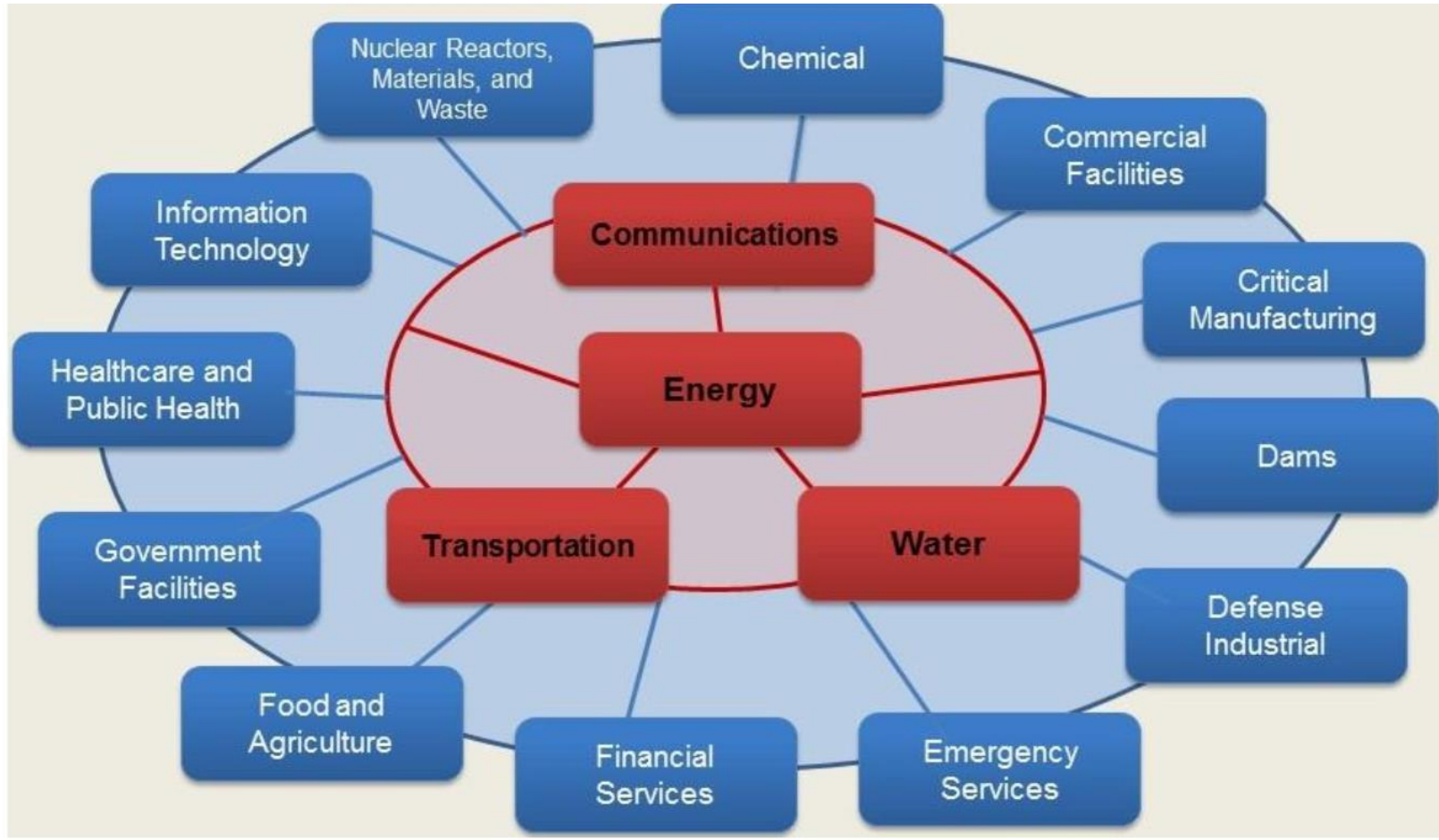
- Κίνδυνοι που συνδέονται με τα ακραία καιρικά φαινόμενα, την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, την παλαιότητα των υποδομών, τον ανθρώπινο παράγοντα & τις κυβερνοεπιθέσεις
- Τα εργαλεία μοντελοποίησης και οι ασκήσεις ετοιμότητας δεν είναι επαρκώς ισχυρά για την αποτελεσματική αξιολόγηση των κινδύνων κάθε συστήματος μεταφοράς και των περιφερειακών και εθνικών συνεπειών τους.
- Περιορισμένη δυνατότητα πρόγνωσης των κινδύνων
- Πολλαπλά συστήματα, πολλαπλές δικαιοδοσίες, κρίσιμες εξαρτώμενες υποδομές & αλληλεξαρτήσεις



# Αλληλεξαρτήσεις Κρίσιμων Υποδομών



ΟΠΑ  
ΑΥΕΒ



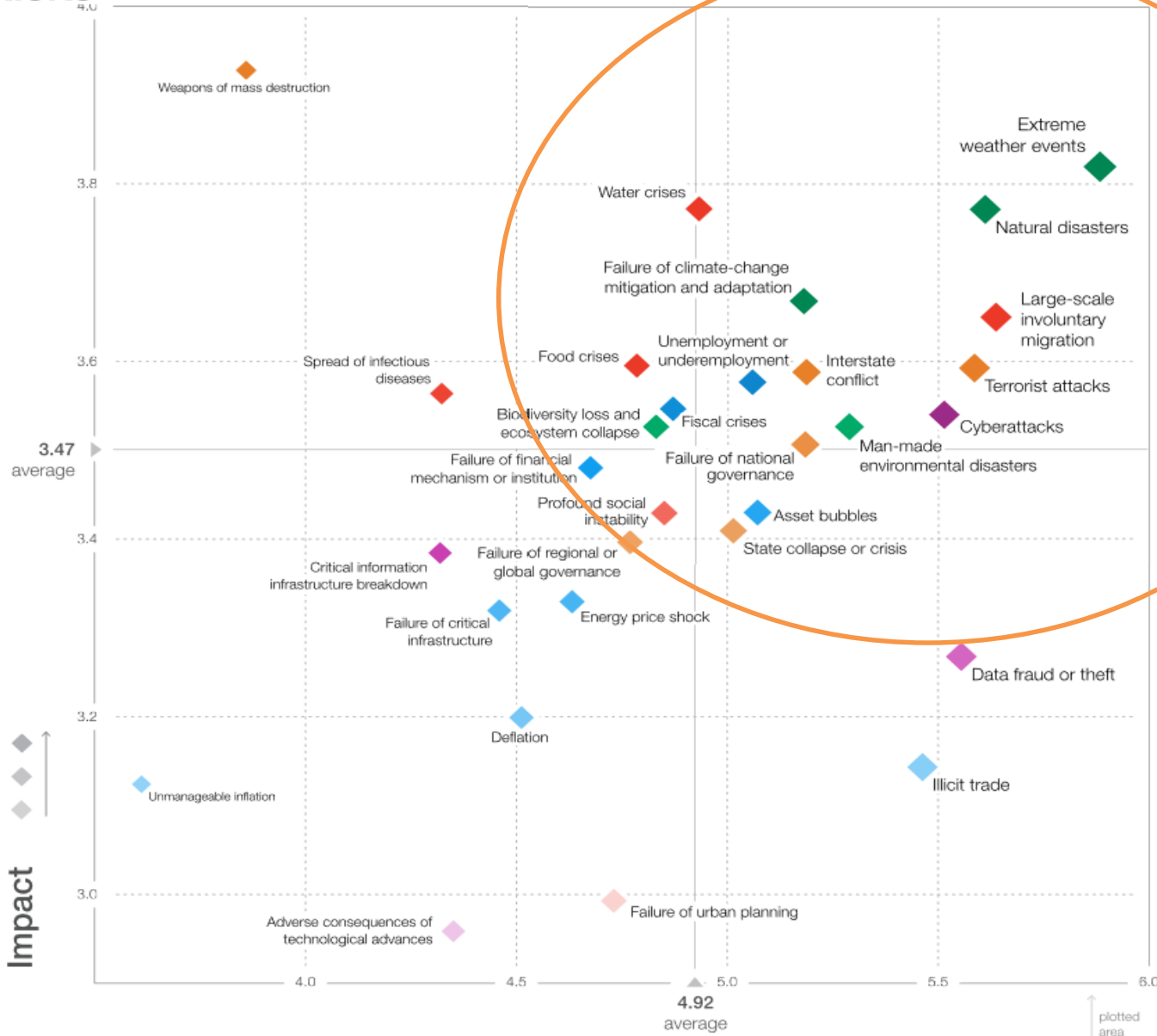
Πηγή: U.S. Department of Homeland Security



# Πρόβλεψη Παγκόσμιων Κινδύνων 2017

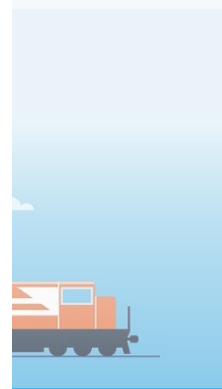


The Global Risks Report 2017  
12th Edition



## Categories

- ◆ Economic
- ◆ Environmental
- ◆ Geopolitical
- ◆ Societal
- ◆ Technological



# Κίνδυνοι των Μεταφορικών Υποδομών



**Φυσικοί Κίνδυνοι**

Ακραία καιρικά φαινόμενα, σεισμοί, κατολισθήσεις, τυφώνες, ανεμοθύελλες, πλημμύρες, ηφαιστειακές εκρήξεις.



**Ακούσιοι Κίνδυνοι**

Λάθη διαχείρισης, ατυχήματα, απώλεια ηλεκ. ισχύος & δικτύων επικοινωνίας, πρόκληση πυρκαγιάς ή πλημμύρας

**Ανθρωπογενείς κίνδυνοι**

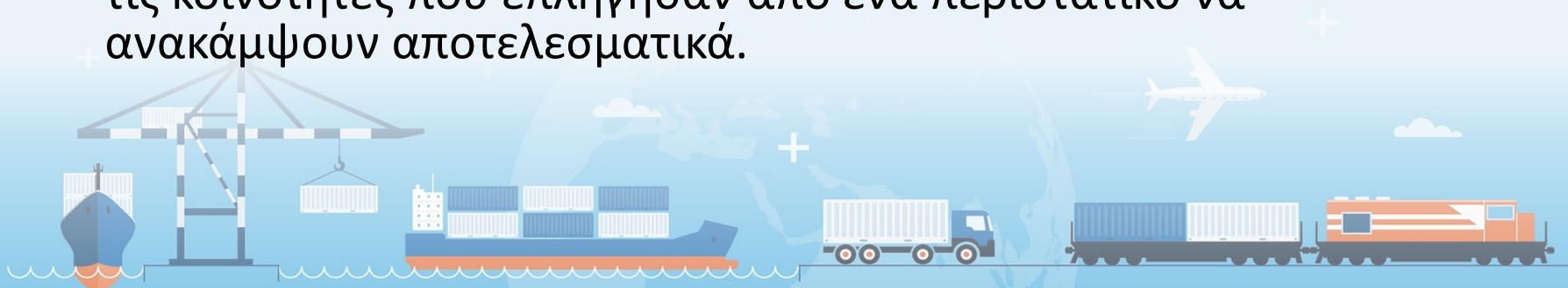
**Εκούσιοι Κίνδυνοι**

Κυβερνο-επιθέσεις, βανδαλισμοί, παραβίαση προϊόντων, ταραχές, σαμποτάζ, πρόκληση έκρηξης κ.α.

# Ολιστικός Σχεδιασμός αντιμετώπισης κινδύνων

## All Hazards Planning Fundamentals

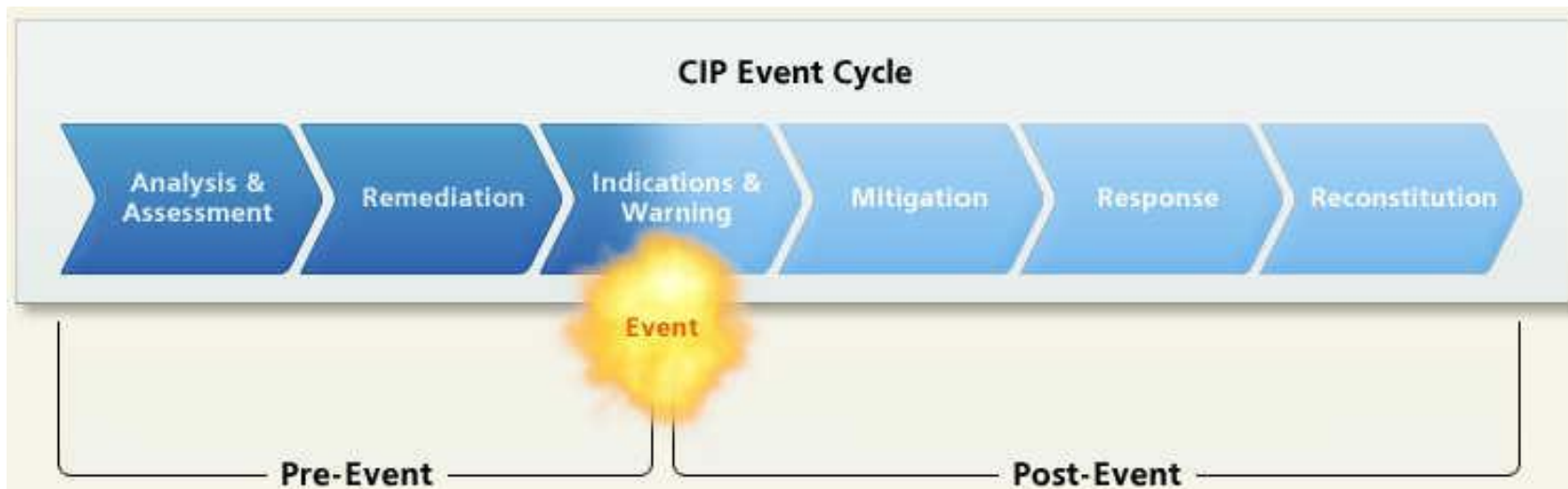
- **Πρόληψη:** Η ικανότητα αποφυγής, περιορισμού ή διακοπής μιας απειλής κινδύνου ή πραγματικής φυσικής ή ανθρωπογενούς καταστροφής.
- **Προστασία:** Η ικανότητα επαρκούς προστασίας από πράξεις τρομοκρατίας και ανθρωπογενείς ή φυσικές καταστροφές.
- **Μετριασμός:** Η ικανότητα μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων όπως είναι η απώλεια ζωής και περιουσίας, μειώνοντας τον αντίκτυπο των καταστροφών.
- **Αντιμετώπιση:** Οι ικανότητες που απαιτούνται για τη διάσωση ανθρώπινων ζωών, την προστασία της περιουσίας και του περιβάλλοντος και την κάλυψη των βασικών ανθρώπινων αναγκών μετά από ένα περιστατικό.
- **Ανάκτηση:** Οι ενέργειες που είναι απαραίτητες για να βοηθήσουν τις κοινότητες που επλήγησαν από ένα περιστατικό να ανακάμψουν αποτελεσματικά.





ΟΠΑ  
ΑΥΕΒ

# Ολιστικός Σχεδιασμός αντιμετώπισης κινδύνων / CIP Event Cycle



Πηγή: U.S. Department of Defense CIP Lifecycle  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3709997>



# Resilience= Ανθεκτικότητα / Επανατακτικότητα



The ability to **prepare** and **plan** for, **absorb, recover** from,  
or successfully **adapt** to actual or potential adverse events.

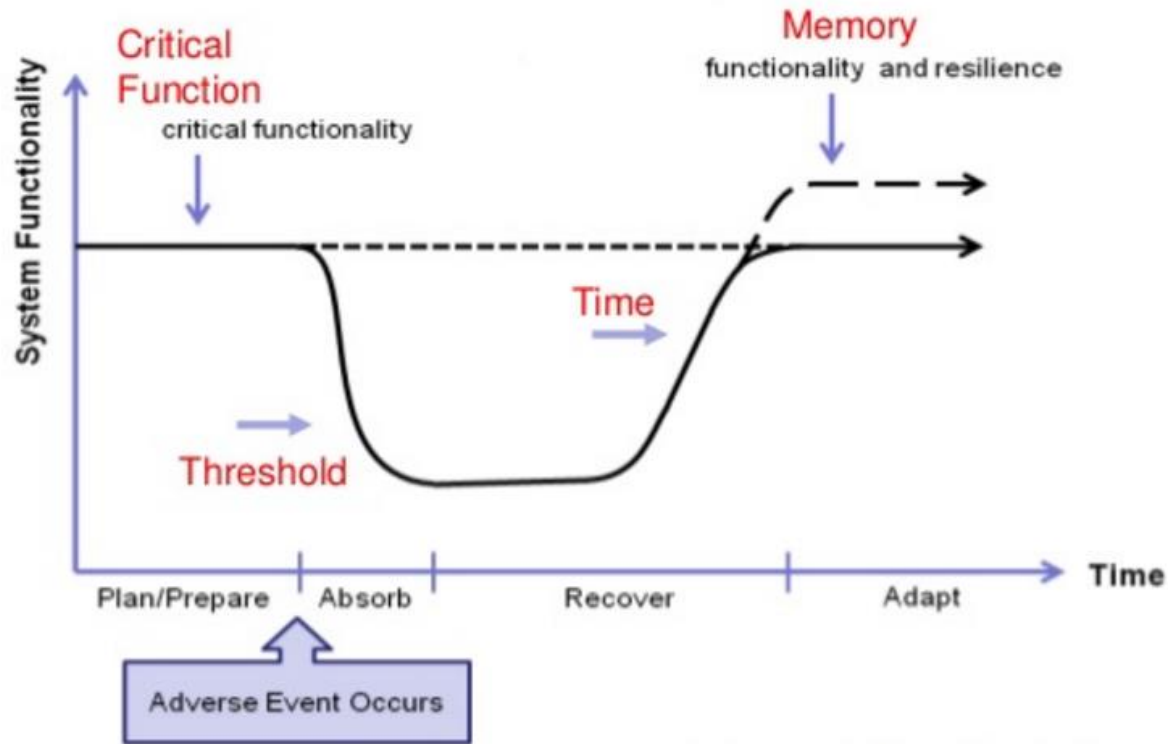


Η ικανότητα **προετοιμασίας** και **σχεδιασμού**,  
**απορρόφησης, ανάκαμψης** ή **επιτυχούς προσαρμογής**  
σε πραγματικά ή δυνητικά ανεπιθύμητα συμβάντα

*(σκόπιμες επιθέσεις, ατυχήματα ή φυσικές καταστροφές, ακραία καιρικά φαινόμενα)*



# Resilience= Ανθεκτικότητα / Επανατακτικότητα



After Connellv et al.. 2016





**ΟΠΑ**  
**ΑΥΕΒ**

# Προστασία & Ανθεκτικότητα Κ.Υ.



## Διάχυση Πληροφορίας

Πώς θα αναπτυχθεί η κοινή αντίληψη για την προστασία Κ.Υ.;

## Δημόσιες – Ιδιωτικές Συνεργασίες

Πώς θα συμμετάσχουν όλοι οι εμπλεκόμενοι οργανισμοί;

Πηγή: Μελέτη INFOSEC/ΟΠΑ για την Προστασία Των Κρίσιμων Υποδομών Της Ελλάδας  
[http://www.dianeosis.org/2016/06/critical\\_infrastructure\\_synopsis/](http://www.dianeosis.org/2016/06/critical_infrastructure_synopsis/)



# Four “R” for Resilience



## Robustness - Ευρωστία / Στιβαρότητα

- Δύναμη, ή ικανότητα στοιχείων, συστημάτων, και άλλων μονάδων ανάλυσης να αντέχουν ένα δεδομένο επίπεδο πίεσης ή ζήτησης χωρίς υποβάθμιση ή απώλεια λειτουργίας.

## Redundancy - Πλεονασμός / Εφεδρεία

- Βαθμός της δυνατότητας αντικατάστασης στοιχείων, συστημάτων, και άλλων μονάδων ανάλυσης, με στόχο τη ικανοποίηση λειτουργικών απαιτήσεων σε περίπτωση διακοπής, υποβάθμισης ή απώλειας της λειτουργικότητας

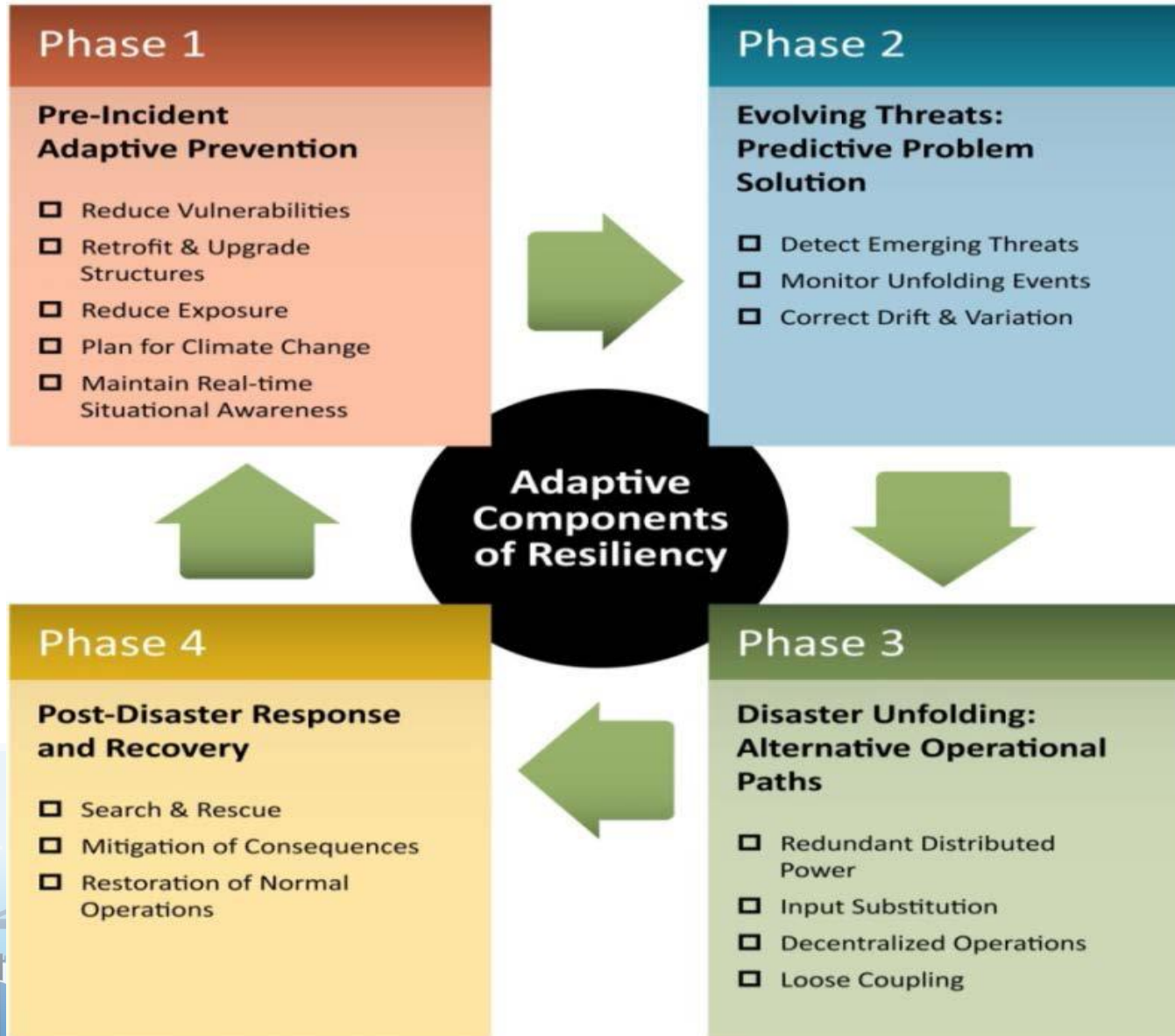
## Resourcefulness - Ευρηματικότητα

- Ικανότητα αναγνώρισης προβλημάτων, θέσπισης προτεραιοτήτων και κινητοποίησης πόρων όταν υπάρχουν συνθήκες που δύνανται να διαταράξουν την ομαλή λειτουργία ενός στοιχείου, συστήματος ή άλλης μονάδας ανάλυσης.

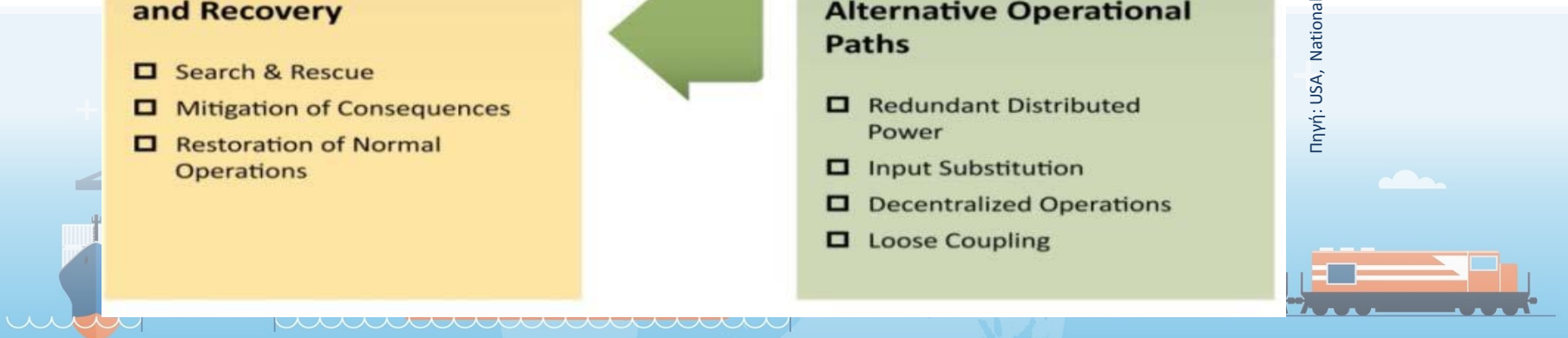
## Rapidity – Ταχύτητα

- Ικανότητα έγκαιρης ικανοποίησης προτεραιοτήτων και επίτευξης στόχων, ώστε να περιοριστούν οι απώλειες και να αποφευχθούν μελλοντικές διαταραχές.

# Lifecycle adaptive resiliency framework



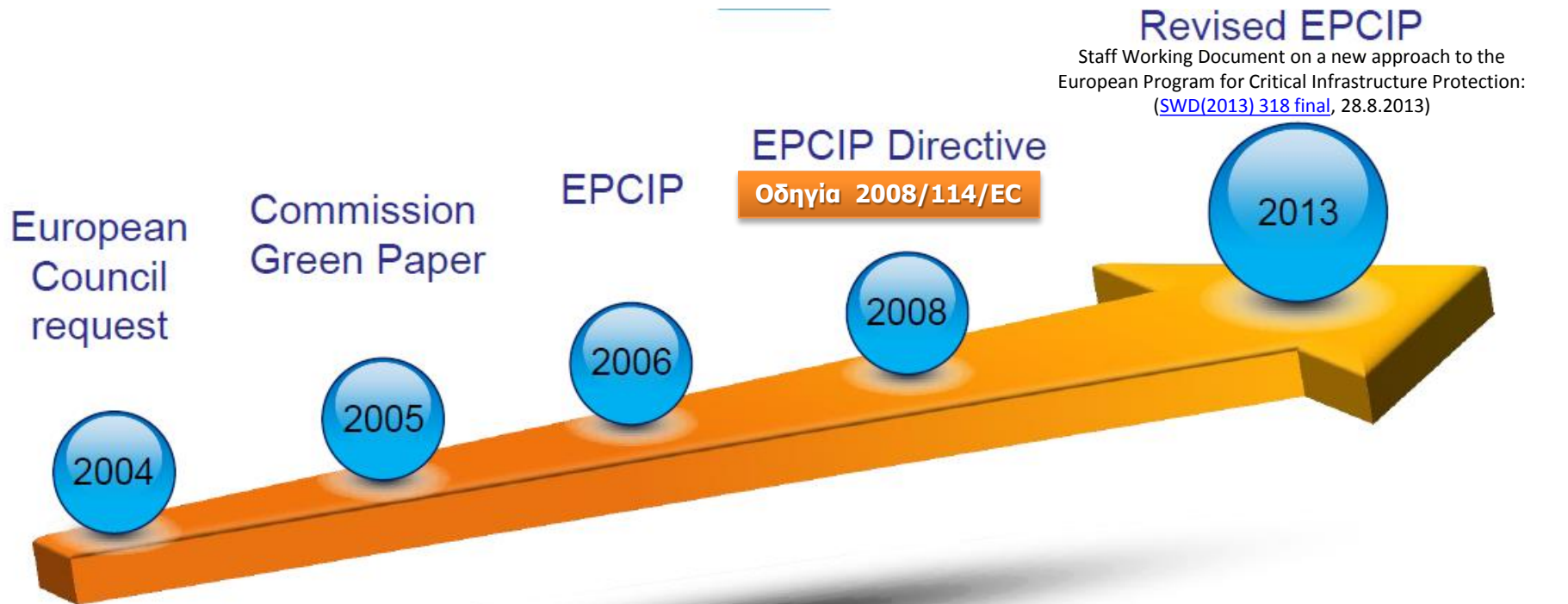
Πηγή: USA, National Transportation Systems Center, Volpe, "Infrastructure Resiliency: A Risk-Based Framework."



# Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προστασίας Κ.Υ.



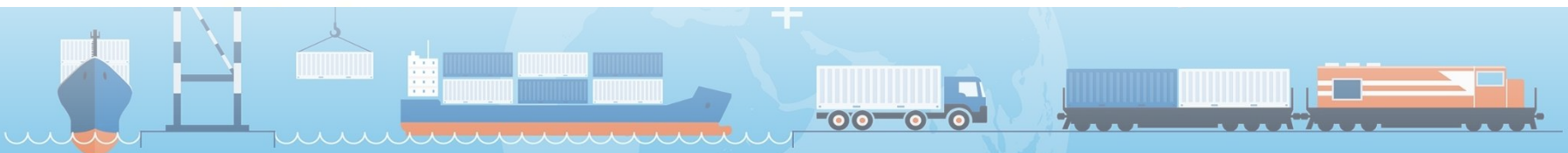
ΟΠΑ  
ΑΥΕΒ



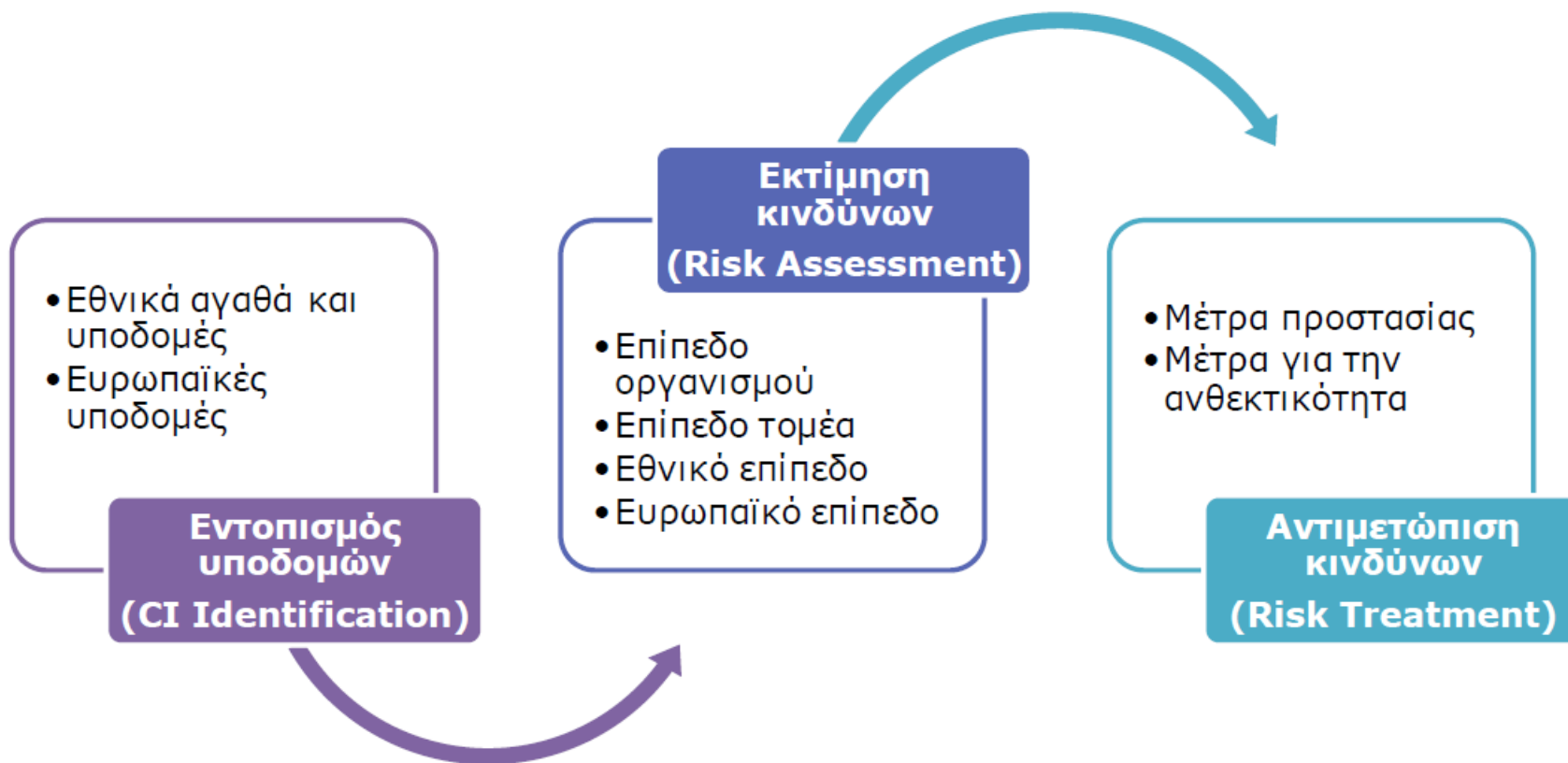
- Ολοι οι κίνδυνοι
- Επιχειρησιακή ασφάλεια

- Ανθεκτικότητα
- Αλληλεξαρτήσεις

Τρομοκρατία



# Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προστασίας Κ.Υ.





ΟΠΑ  
ΑΥΕΒ

# Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προστασίας Κ.Υ.

## Υψηλότερες Απειλές στην Ευρώπη

COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, Overview of natural and man-made disaster risks in the EU, SWD(2014) 134 final, Brussels, 8.4.2014

### Φυσικοί Κίνδυνοι

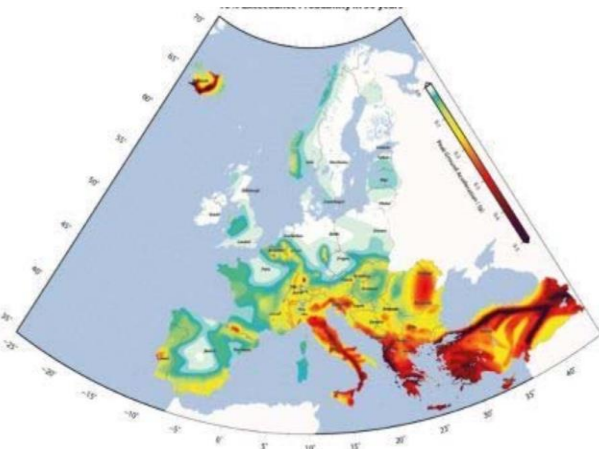
- Πλημμύρες
- Ακραία Καιρικά Φαινόμενα
- Πυρκαγιές
- Σεισμοί
- Πανδημίες/Επιδημίες
- Επιδημίες στην κτηνοτροφία

### Ανθρωπογενείς Κίνδυνοι (Μη κακόβουλοι)

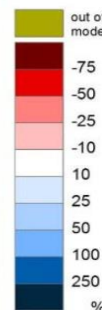
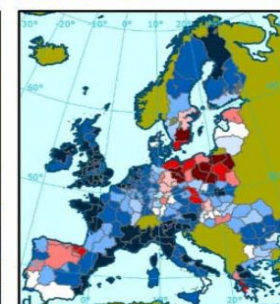
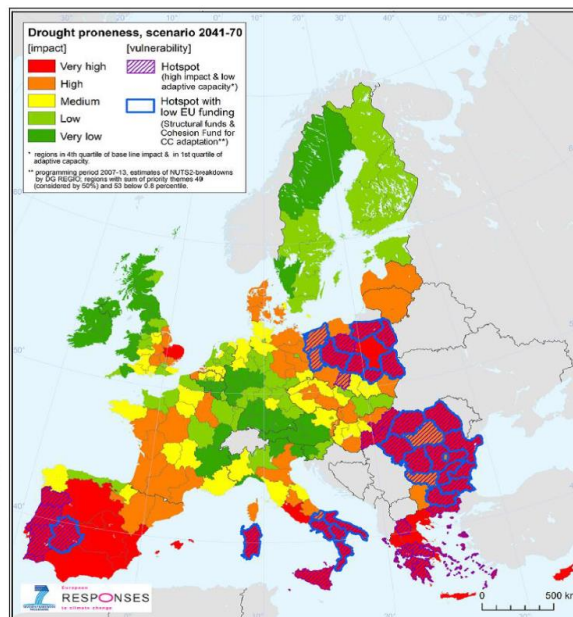
- Βιομηχανικά Ατυχήματα
- Πυρηνικά/Ραδιολογικά Ατυχήματα
- Ατυχήματα στις μεταφορές
- **Απώλεια Υποδομών Ζωτικής Σημασίας**

### Ανθρωπογενείς Κίνδυνοι (Κακόβουλοι)

- Κυβερνο-επιθέσεις
- Τρομοκρατικές επιθέσεις



Map 7: Earthquake hazard in Europe (FP7 Share project)



# Η κατάσταση στην Ελλάδα

- Ενσωμάτωση της Οδηγίας 114/2008 στην εθνική νομοθεσία (ΠΔ 39/2011), αλλά δεν διαθέτει ολοκληρωμένο πρόγραμμα προστασίας των εθνικών κρίσιμων υποδομών
- Ανάμεσα στις ελάχιστες χώρες της ΕΕ που δεν διαθέτουν ολοκληρωμένο εθνικό πρόγραμμα Κυβερνοασφάλειας
- **Σήμερα:** Αυξανόμενος κίνδυνος από τις απειλές παράγονται από την διεθνή πολιτική συγκυρία και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ εθνικών κρίσιμων υποδομών και την κλιματική αλλαγή



# Έρευνα για την Προστασία Κ.Υ.



διαNEOσις

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Από την ερευνητική ομάδα  
του Εργαστηρίου Ασφαλείας Πληροφοριών  
& Προστασίας Κρίσιμων Υποδομών  
του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών



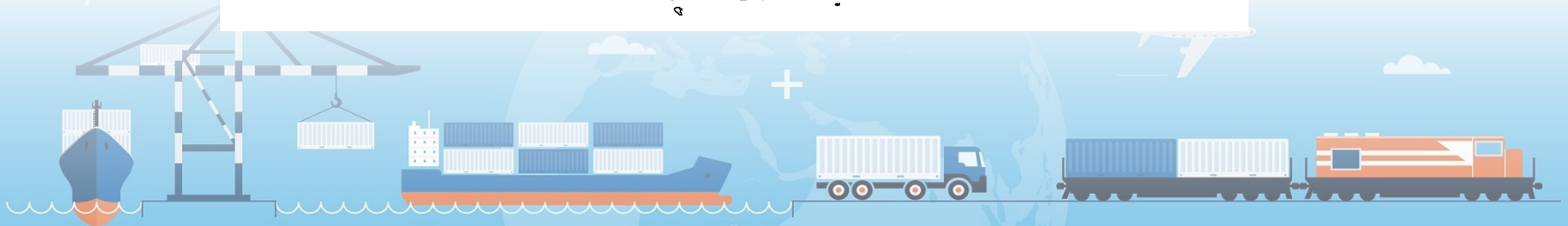
## Προστασία Κρίσιμων Υποδομών

[http://www.dianeosis.org/research/critical\\_infrastructure/](http://www.dianeosis.org/research/critical_infrastructure/)

*Ένα στρατηγικό σχέδιο για την προστασία των  
κρίσιμων υποδομών της Ελλάδας.*

# Υποδομές μεταφορών στην Ελλάδα

- Στην χώρα μας το δίκτυο των μεταφορικών υποδομών περιλαμβάνει περίπου **117.000 km οδικού δικτύου**, **2.551 km σιδηροδρομικού δικτύου**.
- Υπάρχουν **40 αεροδρόμια** της πολιτικής αεροπορίας και πολλά ακόμη αποκλειστικά για την πολεμική.
- Όσον αφορά τις λιμενικές υποδομές η χώρα διαθέτει **12** μεγάλους Διεθνείς Λιμένες, **39** Περιφερειακούς (Λιμενικά Ταμεία), **32** Δημοτικά Λιμενικά Ταμεία, και **1.250** μικρούς τοπικούς λιμένες, μαρίνες, και αλιευτικά καταφύγια.



# Ελλάδα & Τρωτότητα

ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ  
ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ  
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

- Η Ελλάδα μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια από τις πιο «τρωτές» περιοχές της Ευρώπης.
- Είναι μια από τις πιο παράκτιες χώρες του κόσμου (σε κάθε τετρ. χλμ. της χώρας αντιστοιχούν 113 m ακτής όταν ο παγκόσμιος μέσος όρος είναι μόλις 4,5 m)
- Η ακτογραμμή της Ελλάδας φτάνει τα 13.780 km (από τα οποία περίπου τα μισά αναφέρονται στις περίπου 6.000 νησιά και νησίδες).
- Βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις θαλάσσιες και λιμενικές υποδομές, όπου σε μια πιθανή αύξηση της στάθμης της θάλασσας θα βρεθούν κάτω από την επιφάνεια του νερού.



# Μελέτη ΤτΕ για τις Μεταφορές



ΟΠΑ  
ΑΥΕΒ

Πίνακας M-15A: Σύνοψη ποσοτικών εκτιμήσεων κόστους συντήρησης, ανακατασκευής στο σύστημα των Μεταφορών της Ελλάδας (λόγω των σημειούμενων αριστερά φαινομένων κλιματικής αλλαγής)

Είδος επίπτωσης		2050 ΜΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	2050 ΗΠΙΑΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	2050 ΕΝΤΟΝΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	2100 ΜΗ-ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	2100 ΗΠΙΑΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	2100 ΕΝΤΟΝΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ
Ανοδος θερμοκρασίας	Οδικές	150 εκ/έτος	100 εκ/έτος	50 εκ/έτος	300 εκ/έτος	200 εκ/έτος	100 εκ/έτος
	Σιδηροδρομικές	37 εκ/έτος	30 εκ/έτος	20 εκ/έτος	75 εκ/έτος	55 εκ/έτος	40 εκ/έτος
Αύξηση στάθμης θάλασσας	Οδικές	3 δις άπαξ	3 δις άπαξ	3 δις άπαξ	-	-	-
	Σιδηροδρομικές	0.3 δις άπαξ	0.3 δις άπαξ	0.3 δις άπαξ	-	-	-
	Θαλάσσιες	0.6 δις άπαξ	0.6 δις άπαξ	0.6 δις άπαξ	-	-	-
Πλημμύρες	Οδικές	200 εκ/έτος	120 εκ/έτος	60 εκ/έτος	300 εκ/έτος	200 εκ/έτος	85 εκ/έτος
	Σιδ/κες	-	-	-	-	-	-
Οφέλη από μείωση χιονοπτώσεων	Οδικές	-40 εκ/έτος	-25 εκ/έτος	-15 εκ/έτος	-80 εκ/έτος	-50 εκ/έτος	-30 εκ/έτος
	Σιδ/κές	-0.1 εκ/έτος	-0.07 εκ/έτος	-0.05 εκ/έτος	-0.2 εκ/έτος	-0.15 εκ/έτος	-0.1 εκ/έτος
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>346 εκ / έτος &amp; 4 δις άπαξ</b>	<b>225 εκ / έτος &amp; 4 δις άπαξ</b>	<b>115 εκ / έτος &amp; 4 δις άπαξ</b>	<b>594.8 εκ / έτος</b>	<b>405 εκ / έτος</b>	<b>195 εκ / έτος</b>

ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ  
ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ



ΟΠΑ  
ΑΥΕΒ



InfoSec  
Εργαστήριο Ασφάλειας Πληροφοριών και  
Προστασίας Κρίσιμων Υποδομών

# Προτάσεις Αύξησης Ανθεκτικότητας

- Οργάνωση των αρμοδίων φορέων του κράτους
- Δημιουργία ολοκληρωμένου νομοθετικού πλαισίου
- Διαμόρφωση τεχνικών και οργανωτικών μέτρων ΠΚΥ & διαδικασιών
- Ανάπτυξη απαραίτητων ικανοτήτων και επιμόρφωση εμπλεκομένων
- Αποδοτική συνεργασία δημοσίου και ιδιωτικού τομέα
- Δημιουργία & προσαρμογή των απαραίτητων δομών και μηχανισμών
- Διαχείριση Κινδύνου, Ανταλλαγή Πληροφοριών & Δίαυλοι Επικοινωνίας





ΟΠΑ  
ΑΥΕΒ



InfoSec  
Εργαστήριο Ασφάλειας Πληροφοριών και  
Προστασίας Κρίσιμων Υποδομών

# Προτάσεις Αύξησης Ανθεκτικότητας

- Διενέργεια τακτικών ανασκοπήσεων των κινδύνων και καθιέρωση συνολικής στρατηγικής για την ανθεκτικότητα στις μεταφορές.
- Ανάπτυξη αναλυτικών εργαλείων, μοντέλων και ασκήσεις ετοιμότητας για την αποτελεσματική προστασία από κινδύνους και αλληλεξαρτήσεις, που επηρεάζουν τις υποδομές των μεταφορών.
- Λειτουργική ανθεκτικότητα με αύξηση της χρηματοδότησης και εφαρμογή αποτελεσματικών πρακτικών & βέλτιστων τεχνικών, που ήδη εφαρμόζονται στον τομέα των μεταφορών.



## References

1. Committee on Climate Change and US Transportation, National Research Council. 2008. 'Potential Impacts of Climate Change on US Transportation', Special Report 290, Transportation Research Board.
2. EC, 'White Paper. Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system' (COM(2011)144 final, 28 March 2011).
3. EC, Commission Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change. Accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'An EU Strategy on adaptation to climate change' (SWD(2013) 137 final of 16 April 2013).
4. EC, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'An EU Strategy on adaptation to climate change' (COM(2013) 216 final of 16 April 2013).
5. Faily S., Lykou G., Partridge A., Gritzalis D., Mylonas A., Katos V., "Human-Centered Specification Exemplars for Critical Infrastructure Environments", in *Proc. of the 30<sup>th</sup> British Human Computer Interaction Conference (HCI-2016)*, BCI, July 2016.
6. Faily S., Stergiopoulos G., Katos V., Gritzalis D., "Water, water, everywhere: Nuances for a Water Industry Critical Infrastructure specification exemplar", in *Proc. of the 10<sup>th</sup> International Conference on Critical Infrastructures Security (CRITIS-2015)*, pp. 243-246, Springer (LNCS 9578), Germany, October 2015.
7. Kotzanikolaou P., Theocharidou M., Gritzalis D., "Accessing n-order dependencies between critical infrastructures", *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Vol. 9, Nos, 1-2, pp. 93-110, 2013.
8. Lykou G., Stergiopoulos G., Papachrysanthou A., Gritzalis D., (2017) "Protecting Transport from Climate Change: Analysis & Classification of Adaptation Options", in *Proc. of the 11<sup>th</sup> International Conference on Critical Infrastructure Protection*, USA, March 2017.
9. Lykou G., Stergiopoulos G., Papachrysanthou A., Gritzalis D., "Climate adaption: Addressing risks and impacts of climate change on Transport Sector", in *Proc. of the 11<sup>th</sup> International Conference on Critical Infrastructure Protection (CIP-2017)*, USA, March 2017.
10. Salonikias S., Mavridis I., Gritzalis D., "Access control issues in utilizing Fog Computing for Transportation Infrastructures", in *Proc. of the 10<sup>th</sup> International Conference on Critical Infrastructures Security (CRITIS-2015)*, pp. 1-12, Springer (LNCS 9578), Germany, October 2015.
11. Stergiopoulos G., Theocharidou M., Kotzanikolaou P., Gritzalis D., "Using centrality measures in dependency risk graphs for efficient risk mitigation", in *Critical Infrastructure Protection IX*, Shenoi S., et al. (Ed.), pp. 25-40, Springer, 2016.
12. Stergiopoulos G., Vasilellis S., Lykou G., Kotzanikolaou P., Gritzalis D., "Critical Infrastructure Protection tools: Classification and comparison", in *Proc. of the 10<sup>th</sup> International Conference on Critical Infrastructure Protection (CIP-2016)*, USA, March 2016.
13. Stergiopoulos G., Kotzanikolaou P., Theocharidou M., Gritzalis D., "Risk mitigation strategies for Critical Infrastructures based on graph centrality analysis", *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Vol. 10, pp. 34-44, September 2015.
14. Stergiopoulos G., Kotzanikolaou P., Theocharidou M., Lykou G., Gritzalis D., "Time-base critical infrastructure dependency analysis for large-scale and cross-sectoral failures", *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Vol. 12, pp. 46-60, March 2016.
15. Theocharidou M., Kotzanikolaou P., Gritzalis D., "A multi-layer criticality assessment methodology based on interdependencies", *Computers & Security*, Vol. 29, No. 6, pp. 643-658, 2010.
16. Theocharidou M., Kotzanikolaou P., Gritzalis D., "Risk assessment methodology for interdependent Critical Infrastructures", *International Journal of Risk Assessment and Management* (Special Issue on Risk Analysis of Critical Infrastructures), Vol. 15, Nos. 2/3, pp. 128-148, 2011.
17. Wall T., Meyer M., 2013, 'Risk-Based Adaptation Frameworks for Climate Change Planning in the Transportation Sector: A Synthesis of Practice', Transportation Research Circular No EC181, Transportation Research Board, USA (<http://www.trb.org/Publications/Blurbs/169958.aspx>).



OIA  
AUEB  
COMMISSION