



# **ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

## **ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

---

**Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την Προστασία της  
Πολιτιστικής Κληρονομιάς Έναντι Σεισμού**

---

**Ερατώ Οικονομοπούλου**

**Επιβλέπουσα: Ελισάβετ Βιντζηλαίου**  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2018





**NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS**  
**SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING**  
**ANALYSIS AND DESIGN OF EARTHQUAKE RESISTANT STRUCTURES**  
**LABORATORY OF REINFORCED CONCRETE**

POSTGRADUATE THESIS

---

**European Strategy on Safeguarding Cultural  
Heritage against Earthquake**

---

**Erato Oikonomopoulou**

Supervisor: **Elizabeth Vintzileou**

Professor N.T.U.A.

Athens, March 2018



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην επιβλέπουσα καθηγήτρια κα **Ελισάβετ Βιντζηλαίου** εκφράζω την αμέριστη ευγνωμοσύνη μου για την αδιάλειπτη επιστημονική της καθοδήγηση και την χαρακτηριστική, ειλικρινή της προθυμία να βοηθήσει οποιαδήποτε, πραγματικά, στιγμή. Ακόμα, την ευχαριστώ για την ευκαιρία που μου προσέφερε να ασχοληθώ με ένα θέμα τόσο μεγάλου επιστημονικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος.

Τις εγκάρδιες ευχαριστίες μου απευθύνω στην κα **Βασιλική Νικολοπούλου**, Υπ. Δρ. Πολιτικό Μηχανικό, για την ακατάπαυστη βοήθειά της σε όλα τα στάδια της εργασίας, τον χρόνο που αφιέρωσε απλόχερα και το εξαιρετικό κλίμα συνεργασίας που πάντοτε προσφέρει από τον προπτυχιακό κιόλας κύκλο σπουδών μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην κα **Βασιλική Παλιεράκη**, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό, για την διαρκή ενθάρρυνση, τις συμβουλές και την διάθεσή της να βοηθήσει οποτεδήποτε με κάθε τρόπο.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραβλέψω να απευθύνω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στους **γονείς** μου, **Γεωργία** και **Χρήστο**, και στους **φίλους** μου για την αγάπη τους και την αδιάκοπη και έμπρακτη, πάντα, υποστήριξη.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία στοχεύει στην διατύπωση προτάσεων (με αποδέκτες ευρωπαϊκούς και εθνικούς φορείς) για την διαμόρφωση μίας ενιαίας ευρωπαϊκής στρατηγικής προστασίας της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς έναντι σεισμού. Η μελέτη πραγματοποιείται σε διακριτά στάδια, με πρωταρχικό την αναζήτηση και καταγραφή των υπαρχουσών πρωτοβουλιών για την διαφύλαξη των στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς, δίνοντας έμφαση στις τακτικές των σεισμογενών ευρωπαϊκών χωρών με πολιτιστικό πλούτο. Η αναζήτηση των ισχυρικών τακτικών οδήγησε στην εντόπιση κενών και ανεπαρκειών γνωσιακού και διαχειριστικού περιεχομένου. Σε αυτήν την κατεύθυνση βοήθησε η ανασκόπηση περιστατικών σεισμών στην Ευρώπη, για τα οποία εξετάστηκαν οι συνθήκες πριν και μετά τον σεισμό αλλά και οι αιτίες των προκυπτουσών δομικών αστοχιών. Όπως έγινε αντιληπτό μέσω της διαδικασίας της διερεύνησης, η βασικότερη ανεπάρκεια στην λήψη μέτρων εντοπίζεται στην πρόληψη και την ετοιμότητα. Με κριτήριο την διαπίστωση αυτή, συγκροτούνται προτάσεις οι οποίες αφορούν τέσσερεις βασικούς πυλώνες: έρευνα, εκπαίδευση, πρακτικές εφαρμογές, κανονισμούς. Παραδείγματα που καταδεικνύουν την σημασία της προετοιμασίας αντλούνται από τον Ελλαδικό χώρο, με την συνοπτική παρουσίαση ενός τμήματος του περιεχομένου προγραμμάτων δομητικής τεκμηρίωσης και αποκατάστασης ιστορικών λιθόκτιστων γεφυρών.

## ABSTRACT

The present Postgraduate Thesis aims at providing recommendations for formulating an EU strategy on safeguarding the built cultural heritage reserve against earthquakes. The study was carried out in distinct stages: initially, information from reputable sources was sought regarding existing initiatives on earthquake management strategies and disaster risk reduction policies in several EU countries, with an emphasis on the overall experience of earthquake-prone European countries with cultural wealth. The investigation of these individual practices allowed for the identification of knowledge-related inadequacies and managerial gaps. The procedure was assisted by reviewing earthquake incidents in the EU, indicative of the great seismic vulnerability of cultural heritage assets, with the examination of the pre and post-earthquake conditions and the main causes that led to structural failures of historical buildings. Through the elaboration, evaluation and combination of the obtained data, it appears that the main deficiency is found in preparedness and readiness matters. Therefore, developing preventive measures, way before an earthquake occurs, is of dire importance. Based on this observation, the content of the mainly preventive proposals is hereby described. The recommendations address European as well as national stakeholders and are structured on four main pillars: research; education; conduction of pilot projects; and drafting standards. Finally, some examples of pilot projects in Greece are included, presenting a part of the structural documentation and restoration of historical stone bridges, to demonstrate the great benefit deriving from using prevention methods.





## EXTENDED SUMMARY

The present Postgraduate Thesis is conducted within the context of the EU Program “Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters,” aiming at supporting and encouraging a greater cooperation among EU countries on risk assessment and prevention of potential disasters. The purpose of the thesis is to focus on the seismic risk and to provide recommendations for the formulation of an EU strategy for the protection of cultural heritage against earthquakes. Specifically, the objectives of the study are to present the issue of the seismic threat in Europe, to single out deficiencies in existing practices and initiatives at a national and EU level, and to draft proposals to remedy the inadequacies. In hope of contributing to the preparation of guidelines to mitigate the gaps, specific information on catastrophic earthquakes in EU member states was gathered to demonstrate their devastating effects. In support of the above, and taking into consideration that prevention is better than cure, three examples of pilot pre and post-disaster documentation programs on Greek historical bridges are presented.

### **The seismic risk in Europe**

Earthquakes are among the natural disasters with the most devastating impact, in terms of fatalities and structural damage. Frequently, they are followed by other disasters (as side effects) such as fire, landslides and tsunamis. Undoubtedly, the European geographical area hosts a considerable percentage of the world cultural heritage, whilst the Mediterranean countries, which face the greatest seismic risk, have a remarkable cultural wealth. Although many EU countries are earthquake prone, addressing the seismic risk that affects elements of cultural heritage has not been achieved yet with an EU-wide integrated approach.

### **Identifying the good practices**

A significant number of EU-funded programs, as well as action-taking projects (publications, guidelines, conferences, workshops, symposia) by national, EU and international bodies and organizations, are concentrated towards establishing specific risk management strategies. In addition, as far initiatives are concerned, there is progress on behalf of EU countries with rich cultural heritage reserve and great seismic threat (e.g. Greece, Italy, Spain, Portugal). Nevertheless, basic managerial and knowledge-related gaps continue to exist and need to be filled.

### **Earthquake incidents in Europe**

To obtain an overall picture of cultural heritage destruction due to seismic activity, some earthquake incidents in Europe (Lesvos, Greece 2017, Amatrice, Italy 2016, Lorca, Spain 2011, L'Aquila, Italy 2009, Lisbon, Portugal, 1755, Azores, Portugal, 1980) are presented. For each case, preparedness, emergency and recovery actions are pointed out. Subsequently, emphasis is given on the description of the pathology of historical structures, attributed to seismic action, human pre-earthquake interventions and masonry decay over time.

In conclusion, the study of earthquake incidents enhances the perspective that lack of readiness is the dominant gap. Unfortunately, anti-seismic provision was applied only on a very limited number of buildings, where some effective restoration works prevented serious damages, while the arbitrary ones caused even greater damage. Immediately after an earthquake, mechanisms are mobilized (Service Engineers, Civil Protection, Fire Department, etc.) to safeguard human lives first -as they should- and then to preserve cultural heritage. In the long term, in many cases, the cities are abandoned for years after the disaster (e.g. L'Aquila), many of the displaced inhabitants continue to live in temporary housing and cultural heritage assets remain unrepaired. Nevertheless, some exceptions do exist, where a significant part of historical buildings has been successfully restored (e.g. Lorca).

### **Knowledge related and managerial gaps**

With respect to knowledge-related deficiencies of existing initiatives, the first inadequacy that can be underlined is insufficient knowledge. Specifically, the EU has funded a rather limited number of programs to protect the structured cultural reserve especially against earthquake, given the fact that relative proposals are not considered innovative enough compared to those of other areas of science. Moreover, the lack of a commonly accepted system for the classification of monuments can be added to the gaps. Besides, the absence of EU regulations for documentation, assessment, and repair methods is a major weakness too. Still, one of the most important gaps is the lack of systematic pre-earthquake inspections of monuments. The problem is aggravated in areas where crowds of people congregate, such as historical centers, museums and churches.

The latter gap is interrelated to the managerial deficiency of engineers' inadequate education. Courses related to cultural heritage issues are usually not incorporated into undergraduate programs and, as a result, most engineers, who are called before or after the earthquake to inspect monumental buildings, often lack the necessary background to reliably evaluate their condition. It is also noted that in-job training for employees in positions of responsibility (Ministries, archaeological sites, museums, etc.) is insufficient. Furthermore, strict requirements for the preservation of historical buildings impose works of unaffordable high-cost. At the same time, however, most of the countries do not offer incentives for maintenance and rehabilitation, and this is the main cause for abandonment of many listed buildings by their owners.

### **Recommendations addressing EU and national stakeholders**

An in-depth examination of the deficiencies allows for the formulation of concrete proposals towards an EU strategy on safeguarding cultural heritage assets against earthquakes. The proposals address European and national stakeholders and are mainly based on the principle of prevention. In any case, the responsible stakeholders for each segment are interrelated.

At EU level, the recommendations are structured in four main pillars:

- Enhancement of *research* programs on assessment of structures, intervention techniques, traditional and innovative materials.

- Enhancement of *education* for engineers (by funding networks of collaborative postgraduate and continuing education programs), and technicians (by creating training centers on traditional building typologies).
- EU-funding on *specific projects*: (a) Conduction of pilot pre-earthquake reinforcement of monumental buildings for test purposes (b) Restoration of monuments in specific municipalities with respective urban planning alterations (c) Structural documentation for specific monuments with interdisciplinary approaches (d) Studying large units of structures as groups (museums housed in monumental buildings, modern museums, historical towers, churches, bridges, etc.), in order to perform works on them more effectively.
- Drafting *European Standards* for safeguarding cultural heritage assets in categories.

To attempt all these, it would be useful for the EU to develop collaborative activities with the academic community and with national bodies, as well. The relative proposals for central governments are summarized below:

- The enhancement of postgraduate courses in engineering schools at a national level could play a vital role in familiarizing engineers with cultural values, the mechanical behavior of traditional buildings and materials, and structural typologies.
- The establishment of systematic in-job training for employees in positions of responsibility through emergency plan seminars outlining the immediate actions for each employee in case of an earthquake.
- The introduction of seminars to educate the public not only on safety guidelines during earthquake incidents, but also about the value of their historical centers and the potential to advance economic development.
- Hierarchical classification of monuments based on multiple factors would be helpful in determining priorities and making decisions on (a) restoration of monuments and (b) EU-program funding.
- For maintenance, reinforcement, or restoration works to be conducted on listed buildings, it is suggested that the competent and approving authority formulates specific guidelines for the submission of portfolios by engineers.
- The need to establish financial and tax relief incentives on behalf of each state for the maintenance and restoration of private listed properties is significant beyond doubt.

On actions to be taken by regional authorities, it is recommended that municipalities, in collaboration with each country's technical chamber, introduce seminars for engineers to provide them with guidelines for handling specific works. It is important that the seminars take place locally, given the fact that each region features characteristics requiring different handling. It is also suggested that technical departments of municipalities are staffed with engineers specializing in restoration. The inspection of listed buildings by these engineers, and the assessment of their condition must be conducted way before the occurrence of an earthquake.

Depending on the importance, as well as the use, of cultural heritage assets, operational bodies could examine and apply more specialized methods. The practical recommendations described in the study are:

- Structural documentation of monuments by specialized engineers
- Design of record sheet for post-earthquake inspections
- Selection of suitable analysis method
- Use of digitalization as a valuable tool
- Instrumentation of as many monuments as possible
- Application of the method of seismic isolation of monuments and museum sculptures
- Storage and availability of "first aid" structural materials
- Earthquake resistance evaluation of museums housed in monumental buildings
- Application of effective protective solutions for museum collections

### **Examples on documentation of historical stone bridges in Greece**

Finally, specific examples of research projects on historical stone bridges in Greece - with the participation of the NTUA Laboratory of Reinforced Concrete- are presented, in order to highlight the importance of promoting similar endeavors at a European level.

The first case includes brief observations from research programs on two similar stone bridges, both located in the administrative region of Epirus. One of the bridges, known as the "Plaka bridge," collapsed in 2015 due to scour and other hydraulic-related causes, while the second, the "Konitsa bridge," remains intact. The comparison of the two structures is used to demonstrate their similarities, in terms of historical background, exterior morphological features, and internal condition. It thus appears that in the event of a disaster it is possible to partially reverse the devastating effects into "beneficial" ones, gaining invaluable knowledge and experience that could contribute to the rescue of other monuments that share common characteristics.

The second case elaborates on the overall pre-earthquake documentation of the bearing system of the historical stone bridge "Kremasti" (located in the island of Lesbos), the assessment of its existing condition, and the formulation of intervention proposals. Specific data, deriving from the history and the architecture of the monument, is examined and combined, together with the observations of the inspections and the results of in-situ and laboratory tests. Emphasis is given on identifying its pathology and on drafting intervention recommendations.

Finally, the findings from the structural documentation of the three bridges are compared and information on similarities and differences is recorded. Through this comparison, it is shown that the data gathered from one monument may support research for other monuments of similar structure. All three bridges were approached in a similar but not identical manner, given the fact that distinct, differentiating factors do exist.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>14</b>
1.1 Ορισμοί.....	15
1.2 Σεισμικός Κίνδυνος Ευρώπης .....	17
1.3 Εκτίμηση της Κλίμακας Απωλειών .....	19
1.4 Αντιμετώπιση του Εφησυχασμού.....	20
1.5 Ανασκόπηση Πραγματοποιηθέντων Προγραμμάτων.....	20
1.6 Διαπιστώσεις από την Συμμετοχή σε Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα.....	23
<b>2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ .....</b>	<b>26</b>
2.1 Σε ευρωπαϊκό επίπεδο .....	26
2.1.1 Δράσεις πρόληψης.....	26
2.1.2 Κατευθυντήριες γραμμές για την λήψη μέτρων πριν, αμέσως μετά και αργότερα από τον σεισμό .....	26
2.1.3 Εκπαίδευση και διάδοση της γνώσης.....	28
2.2 Σε εθνικό επίπεδο .....	30
2.2.1 Ελλάδα.....	30
2.2.2 Ιταλία .....	33
2.2.3 Ισπανία.....	35
2.2.4 Πορτογαλία.....	36
<b>3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΦΑΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ....</b>	<b>39</b>
3.1 Ελλάδα, Λέσβος: Ιστορικός Οικισμός Βρίσας .....	39
3.1.1 Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου.....	40
3.1.2 Πρώτες αντιδράσεις.....	41
3.1.3 Ανάταξη.....	41
3.1.4 Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών .....	42
3.1.5 Περιγραφή κυριότερων βλαβών .....	42
3.2 Κεντρική Ιταλία, Rieti, Ιστορικό κέντρο του Amatrice .....	47
3.2.1 Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου.....	48
3.2.2 Πρώτες αντιδράσεις.....	49
3.2.3 Ανάταξη.....	50
3.2.4 Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών .....	51
3.2.5 Περιγραφή κυριότερων βλαβών .....	51
3.3 Ισπανία, Murcia, Ιστορικό κέντρο της Lorca .....	54
3.3.1 Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου.....	54
3.3.2 Πρώτες αντιδράσεις.....	55
3.3.3 Ανάταξη.....	56
3.3.4 Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών .....	56

3.3.5	Περιγραφή κυριότερων βλαβών .....	56
3.4	Κεντρική Ιταλία, Abruzzo: Ιστορικό κέντρο της L'Aquila .....	61
3.4.1	Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου .....	61
3.4.2	Πρώτες αντιδράσεις .....	62
3.4.3	Ανάταξη .....	64
3.4.4	Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών .....	65
3.4.5	Περιγραφή κυριότερων βλαβών .....	65
3.5	Σεισμοί στην Πορτογαλία .....	73
3.5.1	Σεισμός του 1755 στην Λισαβόνα .....	73
3.5.2	Σεισμός του 1980 στις Αζόρες .....	76
3.5.3	Σημερινή Εποχή .....	79
3.6	Συμπερασματικές Διαπιστώσεις .....	81
<b>4.</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΩΝ .....</b>	<b>83</b>
4.1	Γνωσιακές Ανεπάρκειες .....	83
4.2	Διαχειριστικές Ανεπάρκειες .....	85
<b>5.</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ.....</b>	<b>88</b>
5.1	Σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο .....	88
5.2	Σε Εθνικό Επίπεδο .....	92
5.2.1	Κεντρικές Κυβερνήσεις .....	92
5.2.2	Τοπικές Αρχές .....	95
5.2.3	Λειτουργικά Όργανα – Πρακτικές Ενέργειες .....	96
<b>6.</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΛΙΘΟΚΤΙΣΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ.....</b>	<b>109</b>
6.1	Εισαγωγή στην δομητική τεκμηρίωση γεφυρών .....	110
6.2	Το παράδειγμα των συγγενών γεφυρών της Πλάκας και της Κόνιτσας.....	111
6.2.1	Κοινά στοιχεία των δύο γεφυρών .....	112
6.2.2	Η σημερινή κατάσταση της γέφυρας της Κόνιτσας .....	117
6.2.3	Η κατάρρευση της γέφυρας της Πλάκας .....	119
6.2.4	Συμπεράσματα από την σύγκριση .....	121
6.3	Η Γέφυρα της Κρεμαστής στην Λέσβο .....	121
6.3.1	Περιεχόμενα δομητικής τεκμηρίωσης .....	122
6.3.2	Περιεχόμενα διερευνήσεων .....	124
6.3.3	Στοιχεία της αναλυτικής διερεύνησης .....	126
6.3.4	Προτάσεις επεμβάσεων .....	126
6.4	Διαπιστώσεις από την σύγκριση των τριών παραδειγμάτων.....	127

<b>7. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>133</b>
<b>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>137</b>
<b>9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>143</b>
9.1 Πρωτοβουλίες για την Διαχείριση Κινδύνων Καταστροφών-Δράσεις Πρόληψης.....	143
9.2 Πίνακας Πραγματοποιηθέντων Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων για την Πολιτιστική Κληρονομιά.....	146





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Η πολιτιστική κληρονομιά αποτελεί μια αναντικατάστατη έκφραση της ταυτότητας και της ιδιαιτερότητας των λαών σε οποιαδήποτε ιστορική περίοδο, μια ανεκτίμητη μαρτυρία του παρελθόντος και κοινό αγαθό σε εθνικό, πανευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Με την διαφύλαξή της εξασφαλίζεται η διατήρηση της ιστορικής μνήμης και η ακεραιότητα του αποθέματος της ανθρώπινης εμπειρίας.

Η αντιμετώπιση των απειλών που πλήττουν τα στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς υπό το πρίσμα μίας κοινής προσέγγισης εκλείπει σε πανευρωπαϊκό επίπεδο. Η επίτευξη της ισορροπίας μεταξύ της ασφάλειας και της διατήρησης του αυθεντικού χαρακτήρα των στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελεί ζητούμενο για την προστασία της αλλά και απαιτητικό εγχείρημα, συγχρόνως. Μολονότι ο σεισμός συνιστά την κύρια αιτία καταστροφών σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, δεν έχουν ακόμα ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την αντισεισμική προστασία των κτισμάτων πολιτιστικής κληρονομιάς, τα οποία να λαμβάνουν υπόψιν μια πληθώρα παραγόντων.

Πρόσφατοι σεισμοί στην Ευρώπη απέδειξαν την μεγάλη τρωτότητα των μνημειακών κατασκευών έναντι σεισμού και, επομένως, τον αυξημένο κίνδυνο απώλειας ανθρώπινων ζώων και περιουσίας, καθώς και το εξαιρετικά υψηλό κόστος αποκατάστασης. Και αυτά, επί πλέον της προφανούς απώλειας για την ευρωπαϊκή πολιτιστική κληρονομιά.

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος "Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters" (Επιστημονική Υπεύθυνη: Ε. Βιντζηλαίου) το οποίο αφορά την διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς έναντι ενός πλήθους φυσικών αλλά και ανθρωπογενών κινδύνων. Η εργασία διεξέρχεται το ζήτημα της ανάγκης κατάστροφης ευρωπαϊκής στρατηγικής για την διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς συγκεκριμένα έναντι σεισμού. Οι επιμέρους στόχοι της μελέτης συνίστανται στην παρουσίαση του θέματος της σεισμικής απειλής στα μνημεία της Ευρώπης, στην αποσαφήνιση των ανεπαρκειών στις υπάρχουσες πρωτοβουλίες σε ευρωπαϊκό επίπεδο και στην παράθεση προτάσεων που συστηματοποιούν και κωδικοποιούν τις αναγκαίες ενέργειες για την άρση των ανεπαρκειών. Εργαλεία για την εναργέστερη παρουσίαση και υποστήριξη των παραπάνω αποτελούν η κατάδειξη των αποτελεσμάτων καταστροφικών σεισμών και η αναφορά παραδειγμάτων πιλοτικής πρωτοβουλίας πριν και μετά την καταστροφή, για την προστασία ιστορικών λιθόκτιστων γεφυρών.

Για την εξυπηρέτηση του σκοπού της εργασίας, το περιεχόμενο αυτής διαρθρώνεται και αναπτύσσεται σε επτά κεφάλαια. Στο πρώτο γίνεται η εισαγωγή στο θέμα, συνοδευόμενη από μια σύντομη αναδρομή στα πραγματοποιηθέντα ευρωπαϊκά προγράμματα. Το δεύτερο κεφάλαιο αφιερώνεται στην περιγραφή των υπαρχουσών δομών και πρωτοβουλιών για την διαχείριση καταστροφών, σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις συνέπειες πρόσφατων σεισμών στην Ευρώπη, με έμφαση στην ύπαρξη μέτρων προετοιμασίας, στην άμεση

αντίδραση αλλά και στις διαδικασίες ανάταξης. Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά στην εντόπιση και στην περιγραφή γνωστικών και διαχειριστικών κενών, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθεται ένας εκτενής κατάλογος προτάσεων με δέκτες φορείς σε ευρωπαϊκό αλλά και εθνικό επίπεδο, στοχεύοντας στην διαμόρφωση μιας ενιαίας ευρωπαϊκής στρατηγικής. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται παραδείγματα δομητικής τεκμηρίωσης λίθινων ιστορικών γεφυρών στον ελλαδικό χώρο με στόχο την ανάδειξη της συνεισφοράς των πιλοτικών μελετών πρόληψης στην διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς. Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο αναπτύσσονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα.

## 1.1 Ορισμοί

Η πολιτιστική κληρονομιά περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία, τις υλικές και άυλες ενδείξεις της ανθρώπινης δραστηριότητας που κληροδοτήθηκαν από το παρελθόν και η μελέτη των οποίων μπορεί να αναβιώσει στοιχεία της ιστορίας της ανθρωπότητας και της σχέσης της με το φυσικό περιβάλλον (*Λεξικό Βασικών Όρων Πολιτιστικής Κληρονομιάς, Κυπριακή Δημοκρατία, 2010*). Η πολιτιστική κληρονομιά διακρίνεται σε κινητή και ακίνητη .

Μνημεία ορίζονται μεμονωμένες κατασκευές και κτηριακές ενότητες, με στοιχεία ή δομές αρχαιολογικού ή και παραδοσιακού χαρακτήρα, που λόγω της αρχιτεκτονικής τους, της ομοιογένειάς τους, του συνδυασμού των χαρακτηριστικών τους, ή της θέσης τους διαθέτουν σημαντική και εξέχουσα αξία σε εθνικό ή και παγκόσμιο επίπεδο. Στην κατηγορία των μνημείων εμπίπτουν και τοποθεσίες, έργα του ανθρώπου (έργα γλυπτικής και ζωγραφικής, επιγραφές) ή των συνδυασμένων έργων της φύσης και του ανθρώπου (κατοικίες εντός σπηλαίων) με εξαιρετική αξία από απόψεως ιστορικής, αισθητικής, επιστημονικής, εθνολογικής και ανθρωπολογικής. (*UNESCO 1972*).

Οι αξίες που διέπουν τα μνημεία μπορούν εν γένει να συνοψιστούν σε ιστορική, μνημειακή, πολιτισμική, αισθητική, οικονομική, χρηστική, συλλογικής μνήμης, ποιότητας ζωής και ασφάλειας έναντι καταρρεύσεως. Σκοπός της αποκατάστασης των μνημείων είναι «η διάσωση κάθε μίας από τις αξίες του στον μέγιστο δυνατό βαθμό» (*Chanon Raymond Lemaire*). Συχνά οι αξίες είναι αλληλοσυγκρουόμενες, με έμφαση στην αντίθεση μεταξύ μνημειακής αξίας και ασφάλειας (*Προσχέδιο Ρυθμιστικού Πλαισίου για τις Δομητικές Επεμβάσεις και την Αντισεισμική Προστασία των Μνημείων, ΟΑΣΠ, 2010*).

Αρχαιολογικός χώρος είναι έκταση σε ξηρά ή σε υγρό περιβάλλον όπου διασώζονται ή υπάρχουν ενδείξεις παλαιότερης παρουσίας αρχαίων μνημείων και οικιστικών ή ταφικών συνόλων προ του 1830. Στους αρχαιολογικούς χώρους εντάσσεται και το απαραίτητο φυσικό περιβάλλον που συντελεί στην συγκρότηση μιας ιστορικής, αισθητικής και λειτουργικής ενότητας σε συνδυασμό με τα μνημεία (*Εγχειρίδιο Φύλαξης Μουσείων και Αρχαιολογικών Χώρων, ICOM, 2014*).

Ιστορικοί οικισμοί ορίζονται εκείνοι οι οποίοι αποτελούν αντιπροσωπευτικά δείγματα μιας συγκεκριμένης περιόδου ή ενός πολιτισμού και έχουν παραμείνει σε μεγάλο βαθμό ανεπηρέαστοι από μεταγενέστερες εξελίξεις ή βρίσκονται σε υπολειμματική κατάσταση, αλλά παρέχουν συνεκτικές αποδείξεις για το χαρακτήρα μιας ιστορικής

περιοχής. Στην περίπτωση αυτή, ως πολιτιστική κληρονομιά νοούνται όχι μόνο οι μεμονωμένες ιστορικές κατασκευές αλλά το σύνολο του περιβάλλοντος στο οποίο εντάσσονται (<http://whc.unesco.org/archive/1996/whc-96-conf201-inf21e.pdf>).

Διατηρητέο ονομάζεται ένα κτίριο μεγάλης ιστορικής ή καλλιτεχνικής αξίας που έχει νομικά κριθεί προστατευόμενο από το κράτος στο οποίο ανήκει προκειμένου να αποφευχθεί η αλλοίωση ή η καταστροφή του. Στην Ελλάδα, το Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού είναι το αρμόδιο όργανο για τον χαρακτηρισμό των κτιρίων ως διατηρητέων και ειδικότερα ως «Νεότερων μνημείων» βάσει του Αρχαιολογικού Νόμου 3028/2002. Κριτήριο για τον χαρακτηρισμό αποτελεί η παρουσία αξιόλογων μορφολογικών και αρχιτεκτονικών στοιχείων τα οποία προσδίδουν ιδιαίτερη αρχιτεκτονική αξία στο κτίριο, το οποίο μπορεί να συνιστά σημείο αναφοράς και ιστορικότητας για την περιοχή στην οποία βρίσκεται. Ένα ακόμα κριτήριο μπορεί να αποτελέσει η θέση, εάν το κτίριο συνιστά ενιαίο σύνολο με άλλα πλέον αξιόλογα κτίρια και είναι απαραίτητη η διατήρησή του για την διαφύλαξη ενός ολοκληρωμένου συνόλου. (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=382> , <http://nomosphysis.org.gr/13961/prostasia-diatiriteon-ktirion-kai-synolon-provlimata-diaxeirisis-kai-anagkaies-anadiarthroseis/>)

Μουσείο είναι η υπηρεσία ή ο οργανισμός που αποκτά, δέχεται, φυλάσσει, συντηρεί, καταγράφει, τεκμηριώνει, ερευνά, ερμηνεύει και εκθέτει στο κοινό συλλογές αρχαιολογικών, καλλιτεχνικών, εθνολογικών ή άλλων υλικών μαρτυριών του ανθρώπου και του περιβάλλοντός του, με σκοπό την μελέτη, την εκπαίδευση και την ψυχαγωγία (*Εγχειρίδιο Φύλαξης Μουσείων και Αρχαιολογικών Χώρων, ICOM, 2014*).

Ιστορικό αρχείο είναι αυτό το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την κληρονομιά αποθηκευμένες σε οποιοδήποτε μέσο. Αποτελεί πρωτοβουλία δημόσιου ή ιδιωτικού ή φορέα και είναι ταξινομημένο και οργανωμένο με τρόπο που να διευκολύνει την χρήση του (*Λεξικό Βασικών Όρων Πολιτιστικής Κληρονομιάς, Κυπριακή Δημοκρατία, 2010*).

Διαχείριση κινδύνου καταστροφών (risk management) αποτελεί η συστηματική προσέγγιση γεγονότων που εν γένει παρουσιάζουν αβεβαιότητα ως προς τον χρόνο εμφάνισης και τα αποτελέσματά τους, με σκοπό την ελαχιστοποίηση των επερχόμενων απωλειών. Η διαχείριση κινδύνου καταστροφών εξασκείται επισήμως από αρμόδιους φορείς και περιλαμβάνει την αξιολόγηση και την ανάλυση του κινδύνου, την εφαρμογή στρατηγικών και συγκεκριμένων ενεργειών για τον έλεγχο και την μείωση των αποτελεσμάτων (*NARPIMED, 2008*).

Ως επέμβαση νοείται κάθε εργασία συντήρησης, επισκευής ή ενίσχυσης του φέροντος οργανισμού ενός μνημείου. Η επέμβαση είναι δυνατόν να πραγματοποιείται σε:

- Μικρή κλίμακα: (π.χ. αρμολόγημα)
- Μέση κλίμακα: (π.χ. αντικατάσταση λιθοσωμάτων)
- Μεγάλη κλίμακα: (π.χ. προσθήκη επί πλέον στοιχείων ή αφαίρεση τμημάτων)

Οι ενέργειες επέμβασης μπορεί να στοχεύουν:

- Στην συνολική βελτίωση της απόκρισης της κατασκευής
- Στην τοπική βελτίωση ορισμένων χαρακτηριστικών της κατασκευής

Ακόμα, κάθε εργασία επέμβασης σε μνημειακή κατασκευή οφείλει να διέπεται από τις εξής αρχές:

- Αναστρεψιμότητα
- Ανθεκτικότητα στον χρόνο
- Εφαρμοσιμότητα και κατασκευασιμότητα

(Προσχέδιο Ρυθμιστικού Πλαισίου για τις Δομητικές Επεμβάσεις και την Αντισεισμική Προστασία των Μνημείων, ΟΑΣΠ, 2010, Σπυράκος 2015α)

## 1.2 Σεισμικός Κίνδυνος Ευρώπης

Ο σεισμός συγκαταλέγεται στην κατηγορία των γεωλογικών φυσικών φαινομένων, διαθέτοντας δύο εκφάνσεις -την εδαφική κίνηση και το τσουνάμι- (<http://www.emdat.be/classification>), οι οποίες είναι δυνατόν να επιφέρουν ανυπολόγιστες καταστροφές σε επίπεδο απώλειας ανθρώπινων ζώων αλλά και βλαβών του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος (κυρίως των κατασκευών, τόσο των συμβατικών, όσο και αυτών που εντάσσονται στην πολιτιστική κληρονομιά). Ως επί το πλείστον, ο σεισμός έχει ως επακόλουθο άλλες φυσικές καταστροφές, όπως κατολισθήσεις και πυρκαγιές, γεγονός που επιτείνει την καταστροφικότητα των αποτελεσμάτων. Είναι, λοιπόν, έκδηλη η ανάγκη αντιμετώπισης του προβλήματος με μια ολιστική προσέγγιση που υπερβαίνει την δομητική αποκατάσταση και ενίσχυση κτιρίων πολιτιστικής κληρονομιάς μόνο έναντι σεισμού, αλλά λαμβάνει υπόψιν την συνέργεια και των υπόλοιπων φυσικών φαινομένων.

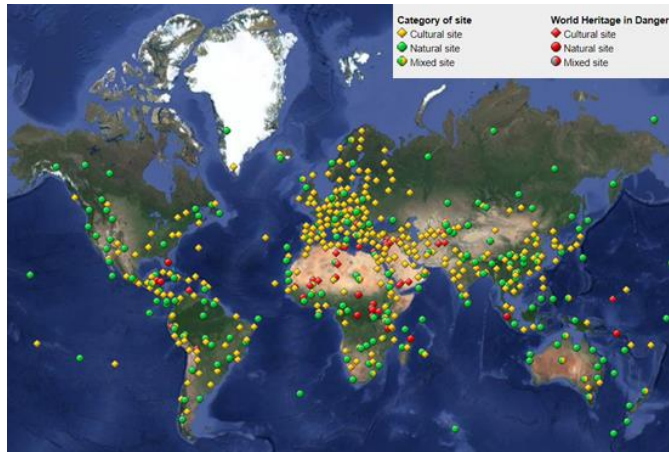
Παρά το γεγονός ότι ένας σημαντικός αριθμός επιστημονικών εργασιών έχει επικεντρωθεί στην προσπάθεια πρόγνωσης σεισμικών γεγονότων, κάτι τέτοιο έως σήμερα δεν έχει γίνει εφικτό. Ακόμα, όμως, και στο ενδεχόμενο δυνατότητας πρόγνωσης τους, αυτή δεν θα είχε αποτέλεσμα εάν στις κατασκευές δεν είχαν πρωτύτερα ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα μείωσης της τρωτότητάς τους (συντήρηση, αποκατάσταση βλαβών προηγούμενων σεισμών, ενίσχυση).

Αναντίρρητα, ο ευρωπαϊκός χώρος συγκεντρώνει ένα σημαντικό ποσοστό της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς (Εικόνα 1-1 - Εικόνα 1-2). Επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον στην Ευρώπη από γεωγραφικής άποψης<sup>1</sup>, στην Εικόνα 1-3 παρουσιάζεται η σεισμικότητά της και γίνεται η διαπίστωση ότι οι Μεσογειακές χώρες (Ιταλία, Ελλάδα, Τουρκία, Ισπανία) και η Ισλανδία έχουν την μεγαλύτερη σεισμική επικινδυνότητα, με σεισμούς μεγέθους μεγαλύτερου από  $M_w=6^2$ . Συμπτωματικώς, οι μεσογειακές χώρες, οι οποίες διατρέχουν τον μεγαλύτερο σεισμικό κίνδυνο, παρουσιάζουν πλούτο πολιτιστικής κληρονομιάς (Εικόνα 1-4). Επίσης, έχουν σημειωθεί σημαντικοί σεισμοί στην Γαλλία, την Αλβανία, την Βουλγαρία και την Ρουμανία. Στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες έχουν συμβεί

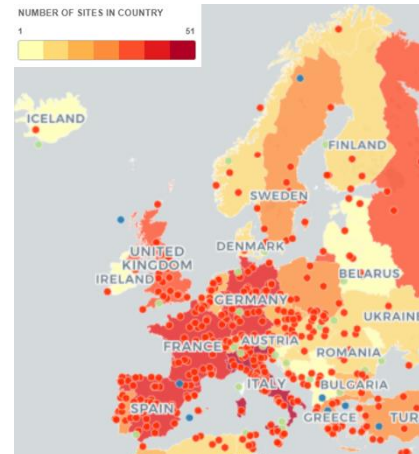
<sup>1</sup> Στα αποτελέσματα συμπεριλαμβάνονται, συνεπώς, στοιχεία χωρών οι οποίες δεν ανήκουν στην ΕΕ.

<sup>2</sup> Μέγεθος  $M$  του σεισμού είναι το μέτρο της ενέργειας που εκλύεται από την εστία κατά την διάρκεια της σεισμικής δόνησης. Μία εκ των κλιμάκων υπολογισμού του μεγέθους του σεισμού είναι το μέγεθος σεισμικής ροπής ( $M_w$ ). Η σεισμική ροπή θεωρείται αξιόπιστο μέτρο της ολικής ενέργειας του σεισμού χάρις στην ανεξαρτησία της μέτρησής της από την περίοδο.

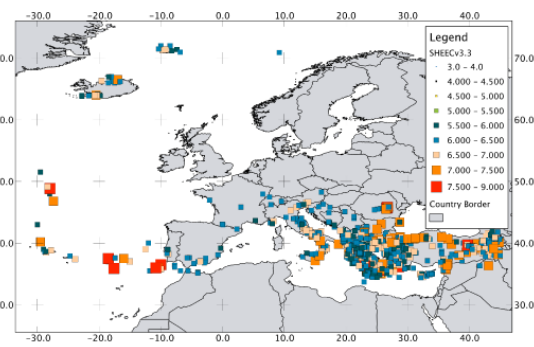
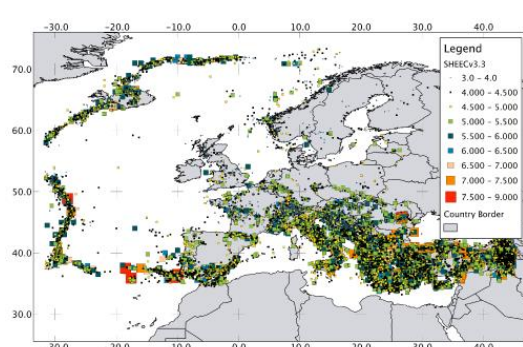
σεισμοί που δεν επέφεραν καταστροφικά αποτελέσματα, παρά μόνο ήσσονος σημασίας.



Εικόνα 1-1: Παγκόσμιος χάρτης κατανομής πολιτιστικής κληρονομιάς και προστατευόμενων τοπίων φυσικού πλούτου. Παρατηρείται η συγκέντρωση σημείων στον ευρωπαϊκό χώρο. (<http://whc.unesco.org/en/interactive-map/>)



Εικόνα 1-2: Εντόπιση προστατευόμενων περιοχών στις χώρες της Ευρώπης, με χρώμα κουκίδας: κόκκινο για πολιτιστική κληρονομιά, πράσινο για φυσικό τοπίο, μπλε για περιοχές μικτού ενδιαφέροντος (<http://www.telegraph.co.uk/travel/maps-and-graphics/Mapped-Which-countries-have-the-most-World-Heritage-Sites/>)



Εικόνα 1-3: Νέοι Χάρτες Σεισμικής Επικινδυνότητας, σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρόγραμμα SHARE (2016) (α) καταγραφή όλων των σεισμών  $M_w \geq 3,5$  (β) καταγραφή όλων των σεισμών  $M_w \geq 6,0$



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 1-4: Ιστορικές πόλεις Μεσογειακών σεισμογενών χωρών (α) Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου, Ελλάδα (<http://www.kastra.eu/castlegr.php?kastro=rodoscity>) (β) Βενετία, Ιταλία ([http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id\\_site=394&gallery=1&maxrows=66](http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id_site=394&gallery=1&maxrows=66)) (γ) Τολέδο, Ισπανία ([http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id\\_site=379&gallery=1&maxrows=42](http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id_site=379&gallery=1&maxrows=42))

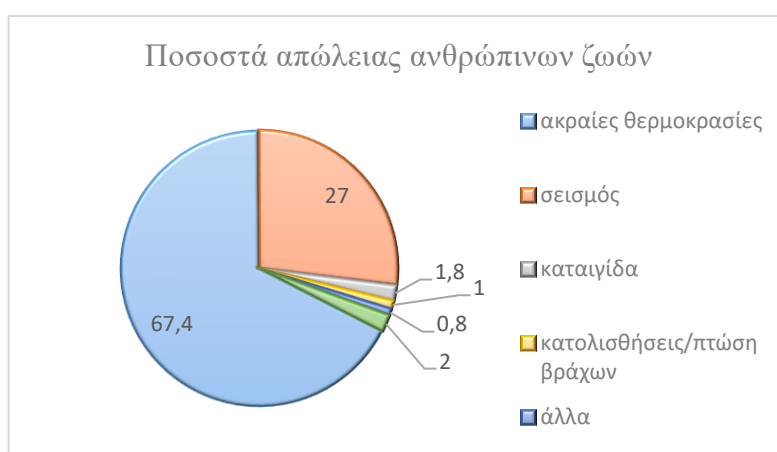
### 1.3 Εκτίμηση της Κλίμακας Απωλειών

Οι οφειλόμενες σε φυσικές καταστροφές απώλειες στον ευρωπαϊκό γεωγραφικό χώρο παρατίθενται παρακάτω (Εικόνα 1-5, Εικόνα 1-6, Πίνακας 1-1), όπως προκύπτει από στατιστικές των Ηνωμένων Εθνών μεταξύ 1980 και 2008. Διαπιστώνεται ότι, σε όρους συχνότητας εκδήλωσης φαινομένου, ο σεισμός κατατάσσεται τέταρτος, μετά την πλημμύρα, την καταιγίδα και τις ακραίες θερμοκρασίες, ενώ σε όρους απώλειας ανθρώπινων ζώων κατατάσσεται ως δεύτερο αίτιο, μετά τις ακραίες θερμοκρασίες.

Σημειώνεται ότι η εκτίμηση των απωλειών δεν επικεντρώνεται μόνο στα στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς. Για την περίπτωση της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι δυσχερές η εκτίμηση των οικονομικών καταστροφών σε περίπτωση σεισμού, δεδομένου ότι η ιστορική αξία είναι δύσκολο να υπολογιστεί και να συνεκτιμηθεί στην συνολική αξία που χάνεται λόγω της καταστροφής.



Εικόνα 1-5: Αριθμός περιστατικών φυσικών καταστροφών μεταξύ 1980 και 2008 στον γεωγραφικό ευρωπαϊκό χώρο (στους σεισμούς συμπεριλαμβάνονται και οι εδαφικές κινήσεις και τα τσουνάμι) ([http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index\\_region.php?rid=3](http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index_region.php?rid=3)).



Εικόνα 1-6: Ποσοστά απώλειας ανθρώπινων ζώων συναρτήσει φυσικών καταστροφών μεταξύ 1980 και 2008 στον γεωγραφικό ευρωπαϊκό χώρο ([http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index\\_region.php?rid=3](http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index_region.php?rid=3)).

Πίνακας 1-1: Συνολικά στοιχεία φυσικών καταστροφών μεταξύ 1980-2008  
([http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index\\_region.php?rid=3](http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index_region.php?rid=3)).

Αριθμός περιστατικών	1.190
Αριθμός θανάτων	121.644
Αριθμός ατόμων που επηρεάστηκαν	33.031.632
Ύψος Οικονομικών Απωλειών (\$×1000)	266.918.923

#### 1.4 Αντιμετώπιση του Εφησυχασμού

Όπως έχει διαφανεί από τα αποτελέσματα παλαιότερων αλλά και πιο πρόσφατων σεισμών στον ευρωπαϊκό χώρο, η πλειονότητα των προβλημάτων στο δομημένο πολιτιστικό απόθεμα ανακύπτουν εξαιτίας της πεποίθησης των ενδιαφερόμενων μερών ότι ο σεισμός δεν θα πλήξει την περιοχή τους, και συνακόλουθα τις κατασκευές που βρίσκονται σε αυτήν. Συχνά, επίσης, οι ιδιοκτήτες ιστορικών κατοικιών αισιοδοξούν ότι ένας επικείμενος σεισμός δεν θα προσβάλλει την ασφάλεια των κατασκευών αυτών. Οι εδραιωμένες αυτές απόψεις, σε συνδυασμό με τους ελλειπείς υπάρχοντες αντισεισμικούς κανονισμούς για τις ιστορικές κατασκευές και το υψηλό κόστος αντισεισμικής αναβάθμισης ιστορικών κατασκευών, οδηγούν τους ενδιαφερόμενους στην θεώρηση των επεμβάσεων ως μη χρειαζόμενων, παρότι τα υλικά και οι τεχνικές κατασκευής τους τις καθιστούν ιδιαίτερος ευάλωτες έναντι σεισμού. Το υψηλής σημασίας αυτό θέμα είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστεί από κάθε χώρα ξεχωριστά αλλά και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, καθώς εκλείπουν η επαρκής οικονομική στήριξη αλλά και το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο.

Είναι εξάλλου σημαντικό να τονιστεί ακόμα ότι, οι αποφάσεις στο πλαίσιο της ΕΕ έχουν μεγάλη εμβέλεια και μπορούν να συμβάλουν σε παγκόσμιο επίπεδο.

#### 1.5 Ανασκόπηση Πραγματοποιηθέντων Προγραμμάτων

Οι καταστροφικές συνέπειες του σεισμού, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, διαθέτουν κοινωνικό αλλά και οικονομικό χαρακτήρα και έχει καταστεί αντιληπτό, σε ευρωπαϊκό επίπεδο και στις αρμόδιες αρχές κάθε κράτους μέλους, ότι είναι αναγκαία η θέσπιση συγκεκριμένων στρατηγικών διαχείρισης κινδύνου. Προς αυτήν την κατεύθυνση έχουν διενεργηθεί ευρωπαϊκά προγράμματα, συγκεκριμένα για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς. Μια σύντομη αναφορά στο περιεχόμενο ορισμένων από αυτά παρουσιάζεται στην συνέχεια:

Το πρόγραμμα που τιτλοφορείται Management of Natural and Technological Hazards<sup>3</sup> και διεξήχθη μεταξύ 1999-2003 με συντονίστρια χώρα την Ιταλία στόχο είχε την διερεύνηση πρακτικών χαρτογράφησης φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων, την δημιουργία κεντρικών συστημάτων πληροφοριών και την θέσπιση προτεραιοτήτων των σχετικών ενεργειών. Η έρευνα επικεντρώθηκε στους κινδύνους που απειλούν αρκετές υπό ένταξη (τότε) στην ΕΕ χώρες (Βουλγαρία, Τσεχία, Εσθονία, Ουγγαρία, Λετονία, Λιθουανία, Πολωνία, Ρουμανία, Σλοβακία και

<sup>3</sup> [https://www.preventionweb.net/files/1608\\_PECO2003.pdf](https://www.preventionweb.net/files/1608_PECO2003.pdf)

Σλοβενία). Με τη βοήθεια ερωτηματολογίου, η έρευνα επικεντρώθηκε σε διάφορους κινδύνους και τα αποτελέσματα της έρευνας παρέχουν συστάσεις που θα μπορούσαν να ακολουθηθούν στο μέλλον για την διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Στο πρόγραμμα ARCCHIP (Advanced Research Center for Cultural Heritage Interdisciplinary Projects)<sup>4</sup>, που έλαβε χώρα μεταξύ 2000-2004 με συντονίστρια χώρα την Τσεχία, εξετάστηκε το θέμα της τρωτότητας των ιστορικών κατασκευών έναντι φυσικών καταστροφών, παρουσιάστηκαν παραδείγματα ορθών και εσφαλμένων πρακτικών και εντοπίστηκαν κενά της διαθέσιμης επιστημονικής γνώσης. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα εστίασε στην επιρροή της κλιματικής αλλαγής στην πολιτιστική κληρονομιά και στην συχνότητα εμφάνισης ορισμένων φυσικών φαινομένων, όπως ανεμοθύελλες, πλημμύρες και κατολισθήσεις.

Το πρόγραμμα LESSLOSS (Risk Mitigation for Earthquakes and Landslides)<sup>5</sup> διενεργήθηκε μεταξύ 2004-2007 με συντονίστρια χώρα την Ιταλία και στόχο είχε την μείωση των επιπτώσεων του σεισμού και των κατολισθήσεων στην ασφάλεια των πολιτών, στην περιουσία, στις υποδομές και στο δομημένο πολιτιστικό περιβάλλον. Στο πλαίσιο του προγράμματος επιδιώχθηκε η ανάπτυξη μεθόδων αποτίμησης της κατάστασης των ιστορικών κατασκευών, τεχνικών ενόργανης παρακολούθησης και συσκευών σεισμικής μόνωσης.

Το θέμα της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς έναντι σεισμού έχει επίσης μελετηθεί στο πρόγραμμα PROHITECH (seismic PROtection of HIstoric buildings by reversible mixed TECHnologies)<sup>6</sup> την περίοδο 2004-2008 με συντονίστρια χώρα την Ιταλία. Το έργο απέδωσε χρήσιμα αποτελέσματα αναφορικά με κατευθυντήριες γραμμές και εργαλεία αξιολόγησης ιστορικών κατασκευών και παρέχει προτάσεις κατασκευαστικών ενισχύσεων.

Μια μεθοδολογία για την εκτίμηση και την μείωση του σεισμικού κινδύνου για την πολιτιστική κληρονομιά της Ευρώπης, με έμφαση στις μεσογειακές χώρες, προτάθηκε στο πρόγραμμα PERPETUATE (Performance-Based Approach to the Earthquake Protection of Cultural Heritage in European and Mediterranean Countries)<sup>7</sup> που έλαβε χώρα το χρονικό διάστημα 2010-2012 με συντονίστρια χώρα την Ιταλία. Τελικός σκοπός του προγράμματος στάθηκε η ανάπτυξη ευρωπαϊκών κατευθυντήριων γραμμών για την επίτευξη της μείωσης, σε εύλογο όριο, του σεισμικού κινδύνου με βάση υπάρχουσες ιταλικές οδηγίες. Το πρόγραμμα εστίασε τόσο στα κατασκευαστικά (ιστορικές κατασκευές από τοιχοποιία) όσο και στα διακοσμητικά (τοιχογραφίες, αγάλματα, ψηφιδωτά) στοιχεία που εμπίπτουν στην πολιτιστική κληρονομιά.

Το πρόγραμμα NIKER (New Integrated Knowledge-Based Approaches to the Protection of Cultural Heritage from Earthquake-Induced Risk)<sup>8</sup> διεξήχθη μεταξύ

---

<sup>4</sup> [http://cordis.europa.eu/project/rcn/52609\\_it.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/52609_it.html)

<sup>5</sup> [http://cordis.europa.eu/project/rcn/74272\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/74272_en.html)

<sup>6</sup> [http://cordis.europa.eu/project/rcn/75643\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/75643_en.html)

<sup>7</sup> [http://cordis.europa.eu/project/rcn/93579\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/93579_en.html)

<sup>8</sup> [http://cordis.europa.eu/project/rcn/93572\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/93572_en.html)



2010-2012 με συντονίστρια χώρα την Ιταλία θίγει το θέμα των συνεπειών του σεισμού στις κατασκευές πολιτιστικής κληρονομιάς, ξεκινώντας από την διαπίστωση ότι αποτελεσματική προστασία μπορεί να επιτευχθεί προσεγγίζοντας την ελάχιστη δυνατή επέμβαση στην εκάστοτε κατασκευή. Στο πλαίσιο του προγράμματος παρουσιάζονται μηχανισμοί αστοχίας εξαιτίας σεισμού, δομητικές τυπολογίες και υλικά, μέθοδοι επεμβάσεων και αποτίμησης, κι όλα τα παραπάνω αλληλοσυνδέονται για την διατύπωση ολοκληρωμένων μεθοδολογιών. Προσομοιώματα κατασκευών υπό κλίμακα με παραδοσιακά υλικά δόμησης ενισχύθηκαν με καινοτόμες διαδικασίες και υποβλήθηκαν σε εργαστηριακές δοκιμές. Μία τέτοια προσέγγιση στόχο είχε την ανάπτυξη υλικών, τεχνικών και εργαλείων για την ουσιώδη βελτίωση της συμπεριφοράς ιστορικών κατασκευών έναντι σεισμού.

Το πρόγραμμα SHARE (Seismic Hazard HARmonization in Europe)<sup>9</sup> που πραγματοποιήθηκε κατά το διάστημα 2009-2012 υπό τον συντονισμό της Ελβετίας αποσκοπούσε στην ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας εκτίμησης σεισμικού κινδύνου στην Ευρώπη, βασισμένη σε πιθανοτικά σενάρια, με την συνεργασία μηχανικών, σεισμολόγων και γεωλόγων.

Το πρόγραμμα με όνομα PROTHEGO (Protection of European Cultural Heritage from Geohazards)<sup>10</sup> βρίσκεται σε εξέλιξη (2015-2018) και συντονίζεται από την Ιταλία. Σκοπός του είναι να συμβάλει με καινοτόμο τρόπο στην ανάλυση των γεωγραφικών κινδύνων σε περιοχές με πολιτιστική κληρονομιά στην Ευρώπη, στην ενίσχυση των πρακτικών διαχείρισης της πολιτιστικής κληρονομιάς σε εθνικό επίπεδο, καθώς και στον εντοπισμό και την αξιολόγηση των κινδύνων, πριν αυτοί ανακύψουν, ενισχύοντας την ετοιμότητα αντιμετώπισης των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

Το ζήτημα της διαφύλαξης της πολιτιστικής κληρονομιάς έναντι φυσικών και ανθρωπογενών δράσεων διεξήλθε και το ερευνητικό πρόγραμμα “Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters” με συντονίστρια χώρα την Ιταλία και περιγράφεται εν συντομία στην ενότητα 1.6.

Συνοψίζοντας, από την μελέτη του περιεχομένου των ευρωπαϊκών προγραμμάτων καθίσταται κατανοητό ότι η συμβολή τους στην έρευνα είναι σημαντική. Πιο συγκεκριμένα, τα προαναφερθέντα προγράμματα, άλλα διαχειριστικού και άλλα πρακτικού χαρακτήρα, καλύπτουν θέματα χαρτογράφησης κινδύνων, τεχνικών ενόργανης παρακολούθησης, πιθανοτικών σεναρίων και συνύπαρξης διαφορετικών παραγόντων (κυρίως φυσικών φαινομένων) που επηρεάζουν την πολιτιστική κληρονομιά, ενώ παρέχουν συστάσεις βάσει των αποτελεσμάτων που εξάγουν. Σε ορισμένα από τα προγράμματα θίγονται επί πλέον θέματα επεμβάσεων και εργαλείων αξιολόγησης κατάστασης κατασκευών. Υπάρχουν, παρόλα αυτά, ζητήματα τα οποία δεν έχουν καλυφθεί επαρκώς, σχετικά με (α) υλικά επεμβάσεων και την εν χρόνω συμπεριφορά τους έναντι σεισμού ως μερών μιας ενιαίας κατασκευής, (β) αποτελεσματικότητα επεμβάσεων εν χρόνω και (γ) προτάσεις επεμβάσεων

<sup>9</sup> [http://cordis.europa.eu/project/rcn/92303\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/92303_en.html)

<sup>10</sup> <http://www.prothego.eu/>

επιστημονικώς ορθών και συγχρόνως προσιτών από άποψη οικονομίας και απαραίτητου διαθέσιμου εξοπλισμού. Τέλος, μια παράμετρος που αξίζει να αναφερθεί αφορά το γεγονός ότι πολλές φορές στα προγράμματα παρατίθενται τα αποτελέσματα χωρίς αυτά να συνδεθούν με τις πρακτικές ανάγκες διαφύλαξης της πολιτιστικής κληρονομιάς. Τα μη κωδικοποιημένα συμπεράσματα δυσχεραίνουν την αξιοποίηση του (κατά τα άλλα πολύ χρήσιμου) περιεχομένου των προγραμμάτων προς την κατεύθυνση της σύνταξης κανονισμών.

## 1.6 Διαπιστώσεις από την Συμμετοχή σε Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα

Το ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα “Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters” (Επιστημονική Υπεύθυνη: Ε. Βιντζηλαίου) που έλαβε χώρα το χρονικό διάστημα Μάιος 2017-Δεκέμβριος 2017, είχε ως αντικείμενο την διατύπωση οδηγιών για την χάραξη στρατηγικής σχετικά με την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς έναντι φυσικών (σεισμός, κλιματική αλλαγή, πυρκαγιά, πλημμύρα) και ανθρωπογενών (ένοπλη σύρραξη) απειλών. Με το πρόγραμμα αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στοχεύει στην υποστήριξη και την ενδυνάμωση της συνεργασίας των κρατών μελών για θέματα που άπτονται της αποτίμησης κινδύνου και της πρόληψης των δυνητικών καταστροφών. Επί πλέον, έχει ως πρωτεύοντα σκοπό την ανάδειξη της συμβολής της διαχείρισης κινδύνων στην διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως αυτή παρουσιάζεται στο Πλαίσιο Δράσης του Sendai για τη μείωση των κινδύνων από καταστροφές.

Η εργασία περιλαμβάνει την συλλογή στοιχείων από αρμόδιες Υπηρεσίες και Ειδικούς ως προς τις υπάρχουσες στρατηγικές για την διαχείριση του σεισμικού κινδύνου σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, με στόχο την αξιολόγησή τους και την εντόπιση ελλείψεων. Αυτά τα στοιχεία, σε συνδυασμό με τα δεδομένα της διεθνούς βιβλιογραφίας, οδήγησαν στην διατύπωση προτάσεων με στόχο την ανάπτυξη ευρωπαϊκής στρατηγικής για το θέμα, η οποία αφορά τις ερευνητικές προτεραιότητες της ΕΕ, την χρηματοδότηση έργων, την σύνταξη οδηγιών για την λειτουργία και τον συντονισμό των αρμόδιων Υπηρεσιών (Υπουργεία Πολιτισμού, Υπηρεσίες Πολιτικής Προστασίας, κ.λπ.).

Στο πλαίσιο του προγράμματος διεξήχθη έρευνα βάσει ερωτηματολογίου και συνεντεύξεων που απευθύνονταν σε ειδικούς (καθηγητές πανεπιστημίου, εκπροσώπους ερευνητικών ινστιτούτων, επαγγελματίες κ.α.) και κατέχοντες θέσεις ευθύνης (εκπρόσωπους αρμόδιων υπηρεσιών κ.α.). Στην έρευνα συμμετείχαν 106 ειδικοί από διάφορες χώρες της ΕΕ, των οποίων οι απαντήσεις ενσωματώθηκαν στην ανάλυση που επακολούθησε.

Όπως φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα, μεγαλύτερη απειλή για την πολιτιστική κληρονομιά θεωρείται από τους ειδικούς ο σεισμός, ενώ την δεύτερη θέση κατέχει η φωτιά (Εικόνα 1-8). Τα αντίστοιχα ποσοστά των ανθρωπογενών δράσεων παρουσιάζονται σαφώς χαμηλότερα (Εικόνα 1-9). Εκ των 106 ερωτηθέντων, οι 34 σημείωσαν ότι υπάρχουν και επιπρόσθετοι κίνδυνοι, πέραν των αναφερόμενων στο ερωτηματολόγιο: η πλειοψηφία (14 εκ των 34) ανέφερε ως κυρίαρχο πρόβλημα την εγκατάλειψη των διατηρητέων κατοικιών από τους ιδιοκτήτες τους εξαιτίας του

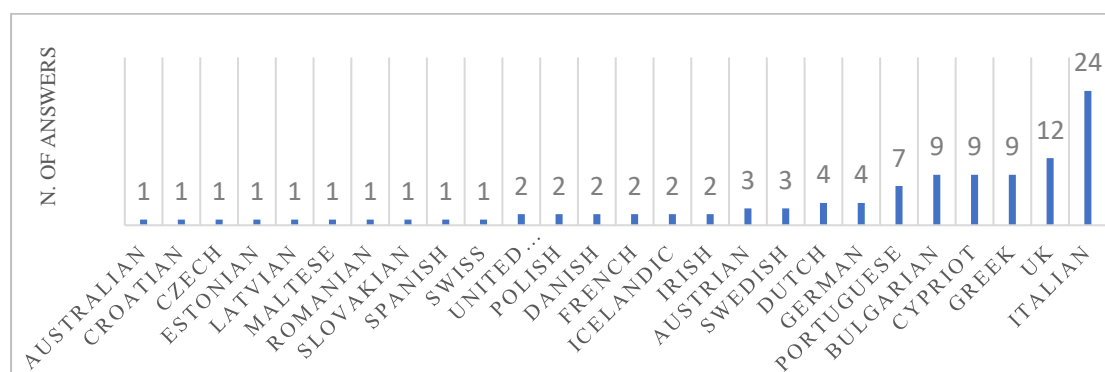
απρόσιτου κόστους των εργασιών συντήρησης. Πρόσθετες απειλές που αναφέρθηκαν ήταν: η έλλειψη επιστημονικής γνώσης, οι αλλαγές χρήσης γης, η αστικοποίηση και η εκβιομηχάνιση.

Στην ερώτηση περί ύπαρξης σχεδίων ετοιμότητας (preparedness) 80 άτομα απάντησαν θετικά, εκ των οποίων οι 23 έθιξαν συγκεκριμένα το θέμα της ύπαρξης τέτοιων σχεδίων έναντι σεισμού (Εικόνα 1-10α). Κυριάρχησε, όμως, η άποψη ότι όλες οι δράσεις εκπαίδευσης και ετοιμότητας συμβαίνουν σε εθνικό επίπεδο μόνο. Αναφορικά με την ύπαρξη σχεδίων εκτάκτου ανάγκης (emergency), 71 άτομα απάντησαν θετικά, εκ των οποίων 20 αναφέρθηκαν στο θέμα του σεισμού (Εικόνα 1-10β). Σχετικά με τα σχέδια ανάταξης μετά από καταστροφή (recovery), 53 απάντησαν ότι γνωρίζουν την ύπαρξή τους, εκ των οποίων οι 18 επεσήμαναν ότι υφίστανται τέτοιοι σχεδιασμοί για την περίπτωση του σεισμού (Εικόνα 1-10γ).

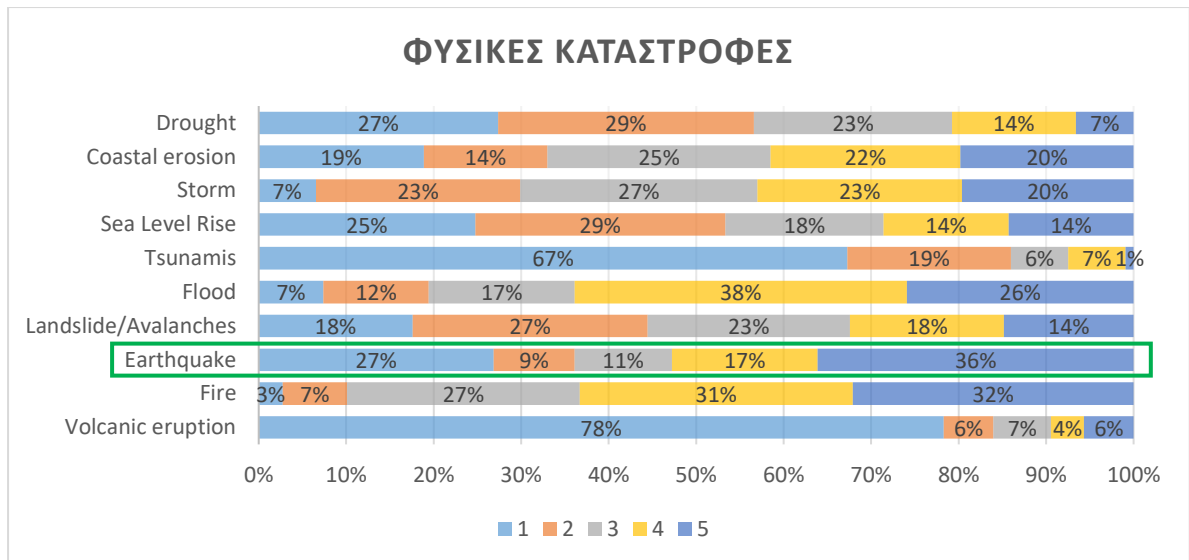
Παρατηρείται ότι, παρότι στην πράξη διαπιστώνεται πως η έλλειψη πρόληψης αποτελεί την βασικότερη ανεπάρκεια, αυτό δεν αντικατοπτρίζεται στις απαντήσεις. Είναι, άλλωστε, σαφές ότι υπεισήλθε ο παράγοντας της υποκειμενικότητας στις απαντήσεις.

Οι κύριες ανάγκες που ανέδειξαν οι ειδικοί με τις απαντήσεις τους επί του ερωτηματολογίου συγκεφαλαιώνονται στα εξής:

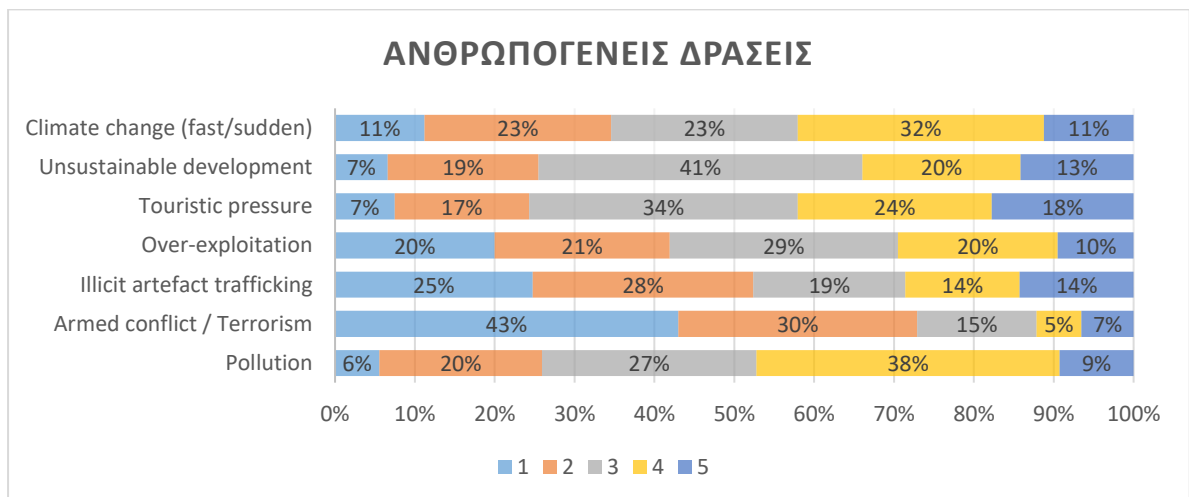
- Έρευνα για την κάθε απειλή με ευρωπαϊκή υποστήριξη και συνεργασία δημόσιων και ιδιωτικών φορέων και ερευνητικών οργανισμών
- Εκπαίδευση των ενδιαφερόμενων μερών ακόμα και με ενσωμάτωση θεμάτων διαχείρισης κινδύνων πολιτιστικής κληρονομιάς στην τριτοβάθμια εκπαίδευση
- Ανάπτυξη κοινής νομικής βάσης για την διαχείριση κινδύνων σε όλα τα κράτη μέλη
- Αξιολόγηση της σημασίας των μνημείων της ΕΕ ανάλογα με σαφώς ορισμένα κριτήρια, στη βάση μιας κατάλληλης διεπιστημονικής συνεργασίας
- Συνεχής παρακολούθηση και αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων μέτρων



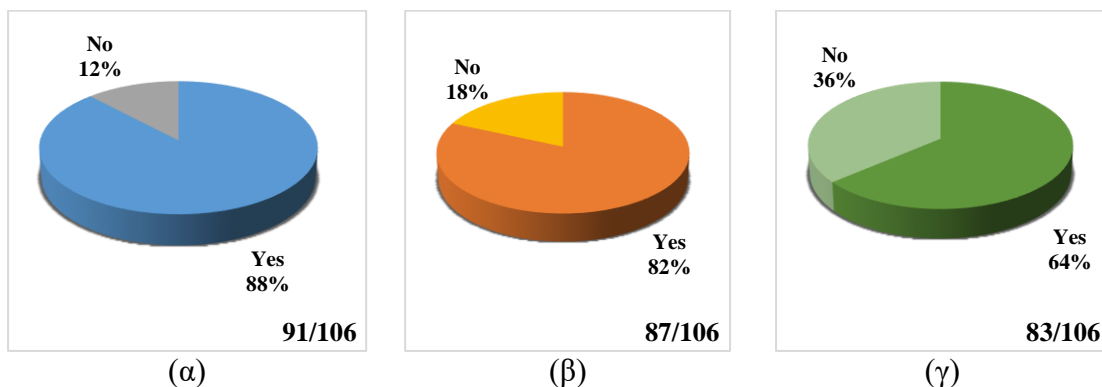
Εικόνα 1-7: Αριθμός συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο ανά εθνικότητα



Εικόνα 1-8: Κατάταξη βαθμού επικινδυνότητας φυσικών καταστροφών στην πολιτιστική κληρονομιά, όπως διαμορφώθηκε από τις απόψεις των ειδικών. (1:μικρότερη απειλή, 5:μέγιστη απειλή)



Εικόνα 1-9: Κατάταξη βαθμού επικινδυνότητας ανθρωπογενούς δράσης στην πολιτιστική κληρονομιά, όπως διαμορφώθηκε από τις απόψεις των ειδικών. (1:ελάχιστη απειλή, 5:μέγιστη απειλή)



Εικόνα 1-10: Απαντήσεις των ερωτηθέντων για την ύπαρξη εθνικών σχεδίων (α) ετοιμότητας- συνολικώς 80 θετικές απαντήσεις, εκ των οποίων 23 για σεισμό (β) εκτάκτου ανάγκης- συνολικώς 71 θετικές απαντήσεις, εκ των οποίων 20 για σεισμό (γ) ανάταξης- συνολικώς 53 θετικές απαντήσεις, εκ των οποίων 18 για σεισμό

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ

---

### 2.1 Σε ευρωπαϊκό επίπεδο

Πέραν των ευρωπαϊκών προγραμμάτων, ένα πλήθος φορέων και οργανισμών - εθνικών, ευρωπαϊκών και διεθνών- έχουν προσανατολιστεί στην ανάπτυξη πολιτικών και στην λήψη μέτρων για την μείωση των επακόλουθων των κύριων απειλών που θέτουν σε κίνδυνο την πολιτιστική κληρονομιά (κατεξοχήν: κλιματική αλλαγή, σεισμός, πυρκαγιά, πλημμύρες, ένοπλες συρράξεις). Στα επόμενα συνοψίζονται οι δημοσιεύσεις που απορρέουν από τις δράσεις που σχετίζονται με τον σεισμικό κίνδυνο. Χρειάζεται να τονιστεί ότι δεν αφορούν όλες οι δημοσιεύσεις στο σύνολό τους την προστασία αποκλειστικώς της πολιτιστικής κληρονομιάς, παρόλα ταύτα με τις απαραίτητες προσαρμογές βρίσκουν εφαρμογή και στο πεδίο αυτό.

#### 2.1.1 Δράσεις πρόληψης

Οι δράσεις πρόληψης οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί από την ΕΕ, την UNESCO (Εκπαιδευτική, Επιστημονική και Πολιτιστική Οργάνωση των Ηνωμένων Εθνών), την ICOMOS (Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων), την ICCROM (Διεθνές Κέντρο Σπουδών Συντήρησης και Αποκατάστασης Πολιτιστικών Αγαθών) και άλλους φορείς παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

#### 2.1.2 Κατευθυντήριες γραμμές για την λήψη μέτρων πριν, αμέσως μετά και αργότερα από τον σεισμό

Για τα ακίνητα στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς

- Managing Disaster Risks for World Heritage, Published in June 2010 by UNESCO.<sup>11</sup>

Το κείμενο πραγματεύεται το θέμα της αποτελεσματικής Διαχείρισης Έκτακτων Καταστάσεων και, ως εκ τούτου, την μείωση των καταστροφικών τους αποτελεσμάτων στην πολιτιστική κληρονομιά και διαρθρώνεται σε εύληπτα κεφάλαια με διακριτή θεματολογία. Στο πλαίσιο του κειμένου τίθενται και απαντώνται βασικές και καίριες ερωτήσεις αναφορικά με τις απαραίτητες ενέργειες σχετικά με την προετοιμασία, την αντίδραση αμέσως μετά την καταστροφή και την ανάταξη, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται απτά παραδείγματα από περιστατικά σε όλο τον κόσμο, επιβοηθώντας την κατανόηση.

- Managing Cultural World Heritage, Published in 2013 by UNESCO.<sup>12</sup>

Στο εγχειρίδιο αυτό η UNESCO παρουσιάζει ορισμούς σχετικούς με την πολιτιστική κληρονομιά, καθώς και βασικές οδηγίες διαχείρισής της, δίνοντας έμφαση στην ύπαρξη μιας πληθώρας ενδιαφερόμενων μερών (stakeholders) και στην συσχέτιση των ενεργειών τους. Παρέχει επίσης κριτήρια για την αξιολόγηση σχεδίων διαχείρισης καταστροφών.

---

<sup>11</sup> <http://whc.unesco.org/en/managing-disaster-risks/>

<sup>12</sup> <http://whc.unesco.org/en/managing-cultural-world-heritage/>

### Για τα κινητά στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς

- Guidelines for Disaster Preparedness in Museums, Off-print from the handbook "Museum Security and Protection", ICOM/ICMS, with the support of UNESCO.<sup>13</sup>

Η δημοσίευση έχει θέμα την διαχείριση καταστροφών σε μουσεία και αναλύει τα απαραίτητα που χρειάζεται να προβλέπει ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειών προσωπικού αλλά και της διαθεσιμότητας υλικών. Στο κείμενο υπογραμμίζεται ο κεντρικός ρόλος που διαδραματίζουν οι εργαζόμενοι και τίθενται βασικές προτεραιότητες για την κατάρτιση ενός σχεδίου. Ακόμα, συγκεκριμενοποιούνται οι βραχυπρόθεσμες και οι μακροπρόθεσμες ενέργειες που οφείλουν να υλοποιούνται πριν αλλά και μετά από μία καταστροφή.

- Valerie Dorge and Sharon L. Jones, Building an Emergency Plan: A Guide for Museums and Other Cultural Institutions, The Getty Conservation Institute, 1999.<sup>14</sup>

Η έκδοση αυτή στοχεύει στην παροχή κατευθυντήριων γραμμών για τον καταρτισμό σχεδίων έκτακτης ανάγκης μουσείων και δομείται σε τρία κεφάλαια, στα οποία αναλύει τις αναγκαίες ενέργειες του Διευθυντή, του Διαχειριστή Έκτακτων Καταστάσεων και των Εργαζομένων αντιστοίχως. Συμβάλλει στην οργάνωση των επιμέρους ομάδων των εργαζομένων στο μουσείο αναλύοντας τον ρόλο τους στην διαδικασία και τονίζοντας την διαφοροποίηση των αρμοδιοτήτων τους. Επίσης, παρουσιάζει παραδείγματα καλών τακτικών μουσείων από όλο τον κόσμο και παρέχει κατάλογο στοχευμένων ερωτήσεων για την αξιολόγηση της κατάστασης της οργάνωσης του μουσείου.

Αναφορικά με τα μέτρα που λαμβάνονται για την βελτίωση της σεισμικής απόκρισης των κατασκευών πριν την εκδήλωση του φαινομένου, αυτά οφείλουν να συμβαδίζουν με τις αξίες της ιστορικής διατήρησης, όπως αυτές διακηρύχθηκαν στην Χάρτα της Βενετίας για την Αποκατάσταση και Συντήρηση Μνημείων και Μνημειακών Συνόλων το 1964, και επικαιροποιήθηκαν στα συνέδρια των ICOMOS και ICCROM (Γενική διάσκεψη ICOMOS, Λωζάνη, 1990 «Χάρτα για την προστασία και Διαχείριση της Αρχαιολογικής Κληρονομιάς»: ορίζει ότι η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς απαιτεί ευρύτερες επαγγελματικές και επιστημονικές γνώσεις και ικανότητες καθώς και συνεργασία επιστημόνων διάφορων ειδικοτήτων, τοπικών αρχών, και κοινού, η οποία πρέπει να βασίζεται στην απαραίτητη γνώση και τις πληροφορίες που θα παρέχουν την δυνατότητα λήψης αποφάσεων).

Τα κανονιστικά κείμενα που αφορούν την αναβάθμιση του δομημένου πολιτιστικού αποθέματος έναντι σεισμού είναι περιορισμένα και έχουν συνταχθεί είτε από

---

<sup>13</sup> [http://icom.museum/fileadmin/user\\_upload/pdf/Guidelines/guidelinesdisasters\\_eng.pdf](http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Guidelines/guidelinesdisasters_eng.pdf)

<sup>14</sup>

[https://www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/pdf/emergency\\_plan.pdf](https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/emergency_plan.pdf)

μεμονωμένες σειсмоγενείς χώρες (κυρίως Ιταλία και Ελλάδα) είτε από διεθνείς οργανισμούς (λ.χ. ICOMOS):

- Ministerial Decree (D.M 24/01/1986): Ministero dei lavori pubblici - Norme tecniche relative alle costruzioni antisismiche (στα ιταλικά).
- Ministerial Decree (D.M 16/01/1996): technical regulation for constructions in seismic areas (στα ιταλικά). Ordinance of the Prime Minister (O.P.C.M. 3274, 20/03/2003): first elements about the general criteria for the seismic classification of the national territory and the technical regulations for constructions in seismic areas.
- Ordinance of the Prime Minister (O.P.C.M. 3431, 03/05/2005)<sup>15</sup>: further changes and upgrade to the O.P.C.M. 3274, 2003 Recommendations for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage.
- ICOMOS - International Scientific Committee for Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage (ISCARSAH)<sup>16</sup>. Document approved in the committee meeting in Barcelona the 15<sup>th</sup> June 2005.
- Ερευνητικά Προγράμματα του Ευρωπαϊκού Κέντρου Πρόληψης και Πρόγνωσης Σεισμών<sup>17</sup>.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την απόφαση με αριθμό 1313/2013 της ΕΕ περί μηχανισμού πολιτικής προστασίας της Ένωσης, προκειμένου να προάγουν μια αποτελεσματική και συνεκτική προσέγγιση για την πρόληψη των καταστροφών και την ετοιμότητα έναντι αυτών, τα κράτη μέλη οφείλουν να συμμορφώνονται με το Άρθρο 6, που συνεπάγεται ότι οφείλουν:

- Να αναπτύσσουν εκτιμήσεις κινδύνου, σε εθνικό επίπεδο και να παρέχουν στην Επιτροπή μια σύνοψη των σχετικών στοιχείων
- Να αναπτύσσουν και να βελτιώνουν το σχεδιασμό διαχείρισης κινδύνων από καταστροφές, σε εθνικό επίπεδο
- Να παρέχουν στην Επιτροπή την εκτίμηση της ικανότητας διαχείρισης κινδύνων σε εθνικό επίπεδο κάθε τρία έτη μετά την οριστικοποίηση των σχετικών κατευθυντήριων γραμμών
- Να συμμετέχουν, σε εθελοντική βάση, σε αξιολογήσεις από εμπειρογνώμονες όσον αφορά την εκτίμηση της ικανότητας διαχείρισης κινδύνων, καθώς και σε προγράμματα ανταλλαγής εμπειρογνώμονων.

### 2.1.3 Εκπαίδευση και διάδοση της γνώσης

Το ενδιαφέρον για την προστασία και τη διαχείριση των στοιχείων της πολιτιστικής κληρονομιάς εκ μέρους της επιστημονικής κοινότητας αποδεικνύεται από τον σημαντικό αριθμό συνεδρίων, ημερίδων και επιμορφωτικών σεμιναρίων που

---

<sup>15</sup> [http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/ordinanza\\_3431.pdf](http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/ordinanza_3431.pdf)

<sup>16</sup> <https://www.icomos.org/en/pub/181-english-categories/about-icomos/committees/international-scientific-committees>

<sup>17</sup> <http://ecpfe.oasp.gr/en/node/89>

διοργανώνονται σε τακτή βάση σε εθνικό, ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Η συμβολή των επιστημονικών συναντήσεων στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς κατέχει υψηλή σημασία καθώς στο πλαίσιο αυτών παρουσιάζονται και συζητούνται αποτελέσματα μελετών σχετικών με:

- συμβατά υλικά και τεχνικές για την δομητική αποκατάσταση ή/και ενίσχυση
- την ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων δομητικής τεκμηρίωσης
- την διερεύνηση της συμπεριφοράς κατασκευών συγκεκριμένων παραδειγμάτων (case studies)

Ενδεικτικές δράσεις παρατίθενται ακολούθως:

- International Conference on Structural Analysis of Historical Construtions (SAHC).
- International Conference on STudies, REpairs and MAintenance of Heritage Architecture (STREMAH).
- Historic Mortars Conference (HMC).
- Seminars on PREventive CONservation and Monitoring of the Architectural Heritage (SPRECOMAH).
- Cultural heritage protection in times of risk: challenges and opportunities Conference.
- Συνέδρια και Ημερίδες σχετικά με Αντισεισμική Μηχανική, με συνεδρίες εστιασμένες στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς (ενδεικτικά: *World Conference Earthquake Engineering* και *European World Conference Earthquake Engineering*).
- Συνέδρια και Ημερίδες σχετικά με Κατασκευές από Τοιχοποιία, με συνεδρίες εστιασμένες στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς (ενδεικτικά: *International Masonry Conference* και *International Brick and Block Masonry Conference*).
- Σεμινάρια με θέμα καινοτόμες τεχνικές και υλικά για την συντήρηση μνημείων.
- Συμπόσια γεωτεχνικής μηχανικής για την διαφύλαξη μνημείων και ιστορικών τόπων.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα των δράσεων που έχουν διενεργηθεί στο πλαίσιο της ΕΕ, τόσο για την πρόληψη και την ετοιμότητα (δημοσιεύσεις και εγχειρίδια, ερευνητικά προγράμματα, προεδρικά διατάγματα κρατών-μελών που έχουν αξιοποιηθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο) όσο και για την εκπαίδευση (συνέδρια, σεμινάρια, ημερίδες, κατευθυντήριες οδηγίες σε θέματα πρακτικών εφαρμογών) αποτελούν τις πλέον αξιόπιστες πηγές πληροφόρησης για την ευρωπαϊκή πολιτιστική κληρονομιά. Συνιστούν μοχλούς ανάπτυξης για διάδοση της γνώσης επί τριών βασικών θεματικών: Διαχείριση Καταστροφών (Risk Management), Ετοιμότητα Έναντι Καταστροφών (Risk Preparedness), Μείωση Κινδύνου Καταστροφών (Disaster Risk Reduction). Ιδιαίτερος τα τελευταία χρόνια οι προσπάθειες έχουν εντατικοποιηθεί, με την σύσταση Ευρωπαϊκής Πολιτικής Προστασίας που σταδιακά κατευθύνεται προς έναν ενιαίο τρόπο αντιμετώπισης των κινδύνων. Ωστόσο, παρά τις



ενθαρρυντικές κινήσεις, δεν έχουν ακόμα θεσμοθετηθεί κανόνες που να αποτελούν νομικές υποχρεώσεις για τα κράτη μέλη σε ό,τι αφορά την προστασία αποκλειστικώς των κατασκευών της πολιτιστικής κληρονομιάς.

## 2.2 Σε εθνικό επίπεδο

Στην συνέχεια αναφέρονται ενδεικτικά παραδείγματα υφιστάμενων πρωτοβουλιών σε εθνικό επίπεδο. Επιλέχθηκε η παρουσίαση στοιχείων για τέσσερις ευρωπαϊκές χώρες: την Ελλάδα, την Ιταλία, την Ισπανία και την Πορτογαλία, οι οποίες έχουν προσβληθεί κατά κόρον από το φαινόμενο του σεισμού και συγχρόνως διαθέτουν πολιτιστικό πλούτο παγκόσμιας σημασίας. Οι χώρες αυτές έχουν αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις που επέρχονται μετά από έναν ισχυρό σεισμό και έχουν αναπτύξει ορισμένα εργαλεία αντιμετώπισης, χωρίς ωστόσο αυτό να σημαίνει ότι δεν υφίστανται σοβαρότατες ανεπάρκειες και ότι δεν απομένει πολύ μεγάλο περιθώριο βελτίωσης. Για τις συγκεκριμένες χώρες διατίθενται ευχερώς στοιχεία στο διαδίκτυο, από τα οποία μπορούν να αντληθούν οι σχετικές πληροφορίες.<sup>18</sup>

### 2.2.1 Ελλάδα

#### ▪ Αρμόδιες αρχές για την διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς

Η προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς στην Ελλάδα, απτής και ακίνητης (μεμονωμένα μνημεία, ιστορικοί οικισμοί, ιστορικά κέντρα πόλεων, διατηρητέες κατασκευές, μουσεία, αρχαιολογικοί χώροι), απτής και κινητής (μουσειακά εκθέματα, αρχεία) καθώς και άυλης, ασκείται από τους εξής φορείς:

Το Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού (ΥΠΠΟΑ) είναι ο φορέας ο οποίος διαμορφώνει και εφαρμόζει την κρατική πολιτική στον τομέα της εθνικής και τοπική πολιτιστικής κληρονομιάς, της σύγχρονης δημιουργίας του πολιτισμού και της τέχνης. Οι αρμόδιες αρχές του διακρίνονται σε:

- ✓ Γενική Διεύθυνση Αρχαιοτήτων και Πολιτιστικής Κληρονομιάς
- ✓ Γενική Διεύθυνση Αναστήλωσης, Μουσείων και Τεχνικών Έργων
- ✓ Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακρόπολης (ΥΣΜΑ)
- ✓ Ειδική Υπηρεσία Τομέα Πολιτισμού

καθεμία εκ των οποίων διευθύνει και τα αντίστοιχα τμήματα (κεντρικές υπηρεσίες και περιφερειακές υπηρεσίες).

Ο χωρισμός των διευθύνσεων του Υπουργείου σε πολυάριθμα επιμέρους τμήματα είναι δηλωτικός της ανάγκης οργάνωσης που απορρέει από τον διατιθέμενο πλούτο πολιτιστικής κληρονομιάς που καλείται, μεταξύ άλλων, να διαχειριστεί το Υπουργείο. Το ΥΠΠΟΑ έχει χωρική αρμοδιότητα σε όλη την επικράτεια και ασκεί τις αρμοδιότητές του στο πλαίσιο του Αρχαιολογικού Νόμου (Ν. 3028/2002)

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας: Αρμόδια υπηρεσία του είναι η Διεύθυνση Αρχιτεκτονικής, Οικοδομικών Κανονισμών και Αδειοδοτήσεων, υπό την εποπτεία της Γενικής Διεύθυνσης Πολεοδομίας, υπαγόμενη στην Γενική Γραμματεία

---

<sup>18</sup> Πηγή στην οποία αποτίθενται συγκεντρωμένα στοιχεία για τους φορείς πολιτιστικής κληρονομιάς στις ευρωπαϊκές χώρες: <http://www.heritageportal.eu/Resources/EU-Countries/>

Χωρικού Σχεδιασμού και Αστικού Περιβάλλοντος. Το Υπουργείο, μέσω της ανωτέρω υπηρεσίας, έχει χωρική αρμοδιότητα σε όλη την επικράτεια, εξαιρουμένων των περιοχών αρμοδιότητας των Υπουργείων Μακεδονίας – Θράκης και Ναυτιλίας και Αιγαίου, ασκεί δε τις αρμοδιότητές του στο πλαίσιο του άρθρου 6 του Νέου Οικοδομικού Κανονισμού (Ν. 4067/2012).

#### ▪ Έρευνα και εφαρμογές

Χάρη στην ύπαρξη ενός σημαντικού αριθμού μνημείων στην Ελλάδα, έχει αναπτυχθεί αξιόλογη γνώση σε θέματα προστασίας πολιτιστικής κληρονομιάς που σχετίζονται με την τεκμηρίωση, την ενίσχυση και την αποκατάσταση κατασκευών διαφόρων περιόδων. Περιπτώσεις ή τμήματα των εφαρμογών έχουν συντελεστεί στο πλαίσιο ερευνητικών προγραμμάτων με χρηματοδότηση εθνική, κοινοτική ή μικτή. Ενδεικτικά, αναφέρονται περιπτώσεις εφαρμογών σε:

- ✓ Μείζονα μνημεία της Κλασικής Αρχαιότητας [Μνημεία Ακρόπολης (αναστήλωση και ενοργάνωση υπό την εποπτεία της ΥΣΜΑ), Ναός Επικούριου Απόλλωνα στις Βάσες της Φιγαλείας, Αρχαιολογικός Χώρος Βραυρώνας κ.α.]
- ✓ Βυζαντινά μνημεία (Μονή Οσίου Λουκά, Μονή Δαφνίου, Μονή Δοχειαρίου Όρους Άθως, Παναγία Κρήνα της Χίου, Μυστράς, Ροτόντα κ.α.)
- ✓ Ενετικά μνημεία (ενετική έπαυλη De Mezzo στην Ετιά της Σητείας, ενετικό μνημείο Λότζια που στεγάζει το Δημαρχείο Ηρακλείου Κρήτης κ.α.)
- ✓ Μεσαιωνικά μνημεία (μεσαιωνική πόλη της Ρόδου, μεσαιωνική γέφυρα Κρεμαστής της Λέσβου κ.α.)
- ✓ Νεότερα και σύγχρονα μνημεία [σε Αθήνα (σεισμός 1999), Θεσσαλονίκη (σεισμός 1978), Καλαμάτα (σεισμός 1986), Λευκάδα (σεισμός 2003), Ιωάννινα, Ναύπλιο κ.α.]



Εικόνα 2-1: Εργασίες συντήρησης στον Παρθενώνα (Ιωαννίδου, 2015)



Εικόνα 2-2: Εργασίες Συντήρησης στην Μονή Δαφνίου (φωτογραφικό αρχείο ΕΜΠ)



Εικόνα 2-3: Προσωρινές αντιστηρίξεις στην Ροτόντα μετά τον σεισμό του 1978 στην Θεσσαλονίκη (Πολυτεχνική Σχολή ΑΠΘ, 2008)

#### ▪ Λειτουργία φορέων για την προστασία έναντι σεισμού

Ο **Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ)**, ο οποίος ιδρύθηκε το 1983 και εποπτεύεται από το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία και τον σχεδιασμό της αντισεισμικής πολιτικής της χώρας -στο πλαίσιο των κυβερνητικών κατευθύνσεων- καθώς και τον συντονισμό των ενεργειών δημοσίου και ιδιωτικού δυναμικού για την εφαρμογή της πολιτικής αυτής. Στις αρμοδιότητές του Οργανισμού εμπίπτει και η σύνταξη εγχειριδίων για τους Μηχανικούς και για τους Πολίτες (λ.χ. εγχειρίδια για την σήμανση των κτιρίων μετά από σεισμό, για την απομάκρυνση ερειπίων με σκοπό τον απεγκλωβισμό, για τις ασκήσεις ετοιμότητας σε σχολεία κ.α.).

Η **Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας** ιδρύθηκε το 1995 και έκτοτε, υπό τον συντονισμό αυτής, οι Αρμόδιες Υπηρεσίες για την αντιμετώπιση καταστροφών (π.χ. Πυροσβεστικό Σώμα) έχουν αντιδράσει ικανοποιητικά σε περιστατικά σοβαρών σεισμών (π.χ. Αθήνα 1999, Κεφαλονιά 2014, Κως και Λέσβος 2017). Χάρη στην δράση της απεγκλωβίστηκαν με ταχύ ρυθμό παγιδευμένα άτομα και απομακρύνθηκαν συντρίμμια σε ερειπωμένες περιοχές. Η Πολιτική Προστασία έχει θεσπίσει σχέδιο διαχείρισης καταστροφών με όνομα «Ξενοκράτης», το οποίο αναθεωρείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Οι κίνδυνοι οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη στο πλαίσιο του σχεδιασμού αυτού είναι ο σεισμός, η πυρκαγιά (συμπεριλαμβανομένης της δασικής), η κατολίσθηση, τα ακραία καιρικά φαινόμενα, η πλημμύρα, η έκρηξη ηφαιστείου, χημική/βιολογική/πυρηνική/ραδιολογική προσβολή, τα τεχνολογικά ατυχήματα και η ένοπλη σύρραξη.

Το **Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ)** ιδρύθηκε το 1979 με αφορμή τον ολέθριο σεισμό της Θεσσαλονίκης το 1978 και βρίσκεται υπό την εποπτεία του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών. Από το 2011 και έκτοτε, συγχωνεύτηκε στον ΟΑΣΠ, του οποίου αποτελεί λειτουργική μονάδα, εξακολουθώντας την δράση του ως ερευνητικού και τεχνολογικού κέντρου. Το ΙΤΣΑΚ συγκροτείται από τρεις κατευθύνσεις (Τεχνική Σεισμολογία, Εδαφοδυναμική, Αντισεισμικές Κατασκευές) με διακριτά ερευνητικά ενδιαφέροντα αλλά με στενή συνεργασία. Το Ινστιτούτο αναλαμβάνει δημόσια και ιδιωτικά έργα και παρέχει συμβουλευτικές υπηρεσίες. Ακόμα, συμμετέχει σε εθνικά και διεθνή

ερευνητικά προγράμματα για την μείωση του σεισμικού κινδύνου και συμπράττει με αντίστοιχα ινστιτούτα στην Ευρώπη.

Η **Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμόπληκτων** εποπτεύεται από το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, διαθέτει εννέα τομείς (αποκατάστασης σεισμόπληκτων και πυρόπληκτων σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας) επτά τμήματα. Είναι υπεύθυνη για την επιθεώρηση της εφαρμογής των μέτρων αποκατάστασης κατασκευών που έχουν πληγεί από σεισμό σε πανελλαδικό αλλά και τοπικό επίπεδο, ενώ διατηρεί αρχείο των δημοσίων δαπανών για τις επισκευές αυτές.

Το **Γεωδυναμικό Ινστιτούτο** του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών λειτουργεί από το 1893 και σκοπό έχει την συνεχή παρακολούθηση της σεισμικότητας του Ελληνικού χώρου και την ενημέρωση της Πολιτείας και του κοινού. Το Ινστιτούτο έχει σημαντική ερευνητική δραστηριότητα, συμμετέχει σε αντίστοιχα προγράμματα, εκπονεί σχετικές μελέτες, και συνεισφέρει στην Ανώτατη Εκπαίδευση και παρέχει εκπαίδευση και υπηρεσίες προς τρίτους.

### 2.2.2 Ιταλία

Το **Υπουργείο Πολιτισμού και Τουρισμού** ρυθμίζει όλα τα θέματα που σχετίζονται με την πολιτιστική κληρονομιά, την προστασία και την διαχείρισή της, σύμφωνα με το Διάταγμα 181/2006. Στο πλαίσιο του Υπουργείου λειτουργεί η ξεχωριστή ομάδα των Carabinieri (Art Squad) για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς. Το εν λόγω αρμόδιο τμήμα ιδρύθηκε το 1969 και είναι υπεύθυνο για την ασφάλεια και προστασία της ιταλικής πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω της πρόληψης και καταστολής των εγκληματικών δραστηριοτήτων και αντιμετώπισης πολλαπλών και αλληλένδετων έκτακτων καταστάσεων. Κλιμάκια του τμήματος πραγματοποιούν αυτοψίες σε συνεργασία με την Πολιτική Προστασία και με την Αστυνομία. Σύμφωνα με την ιταλική νομοθεσία, για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς, το αρχηγείο των Carabinieri αποτελεί το κέντρο ελέγχου, πληροφόρησης και ανάλυσης.

Υπό την εποπτεία του Υπουργείου, πέραν των Γενικών Διευθύνσεων και όλων των υπόλοιπων υπηρεσιών που αποτελούν οργανικά του μέρη, βρίσκονται επί πλέον:

- ✓ Το Κεντρικό Ινστιτούτο Αποκατάστασης
- ✓ Το Κεντρικό Ινστιτούτο Καταλογογράφησης και Τεκμηρίωσης
- ✓ Το Κεντρικό Ινστιτούτο για την Αποκατάσταση και την Διατήρηση της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς και των Αρχείων

Η **Πολιτική Προστασία** της Ιταλίας είναι φορέας υποδειγματικά οργανωμένος με ταχύτατη δράση σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης. Ιδρύθηκε το 1982 και, σε συνεργασία με τις περιφερειακές και τοπικές αρχές, αναλαμβάνει καθοδηγητικό ρόλο για την πρόληψη, πρόβλεψη και παρακολούθηση των κινδύνων που δυνάμει απειλούν την χώρα. Συγκεκριμένα, το τμήμα συντονίζει την απόκριση σε εκτεταμένες φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές και συμμετέχει στην σύνταξη νομοθεσίας και κανονιστικών μέτρων για την πρόληψη των κινδύνων καταστροφών. Η Πολιτική Προστασία προωθεί τα εθνικά και διεθνή προγράμματα εκπαίδευσης και ετοιμότητας

καθώς και τις δραστηριότητες ενημέρωσης. Το 2014 το Υπουργείο εισήγαγε καινοτομίες στον τομέα της διάδοσης γνώσης, παρέχοντας εκπαιδευτικά προγράμματα μέσω των Ινστιτούτων που υπάγονται σε αυτό. Συνεργάστηκε επίσης με το Υπουργείο Παιδείας στοχεύοντας στην ένταξη θεμάτων σχετικών με την διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Το **Ιταλικό Σεισμικό Δίκτυο** είναι επιφορτισμένο με την ευθύνη της ανάλυσης των σεισμών, καταγεγραμμένων σε συγκεκριμένους σταθμούς σε όλη την χώρα και παρέχει επιστημονικές, τεχνικές και νομοθετικού περιεχομένου συμβουλές στα ενδιαφερόμενα Υπουργεία που εκτελούν σχετικές εργασίες και στις αρμόδιες αρχές. Ακόμα, το κέντρο προάγει την διατομεακή έρευνα για την απόκτηση και την αναβάθμιση της γνώσης επί θεμάτων σεισμολογίας, γεωλογίας και αντισεισμικής μηχανικής, ενώ συνεργάζεται και με την Πολιτική Προστασία. Επί πλέον, ο εν λόγω φορέας συμμετέχει σε ερευνητικά προγράμματα σε συνεργασία με άλλες χώρες για την διεύρυνση της γνώσης πέρα από τα εθνικά όρια.

Το **Ινστιτούτο Γεωφυσικής και Ηφαιστειολογίας** αποτελεί ένα εκ των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών ερευνητικών ινστιτούτων. Οι κύριοι ερευνητικοί τομείς στους οποίους προσανατολίζεται είναι η γεωφυσική, η ηφαιστειολογία και η σεισμολογία. Πρωταρχικός στόχος του κέντρου είναι η προβολή, η εκτέλεση και ο συντονισμός εργασιών, ερευνών και πρακτικών εφαρμογών στο αντικείμενο των σεισμικών φυσικών φαινομένων.

Το **Ευρωπαϊκό Πανεπιστήμιο για την Πολιτιστική Κληρονομιά** στο Ραβέλο της Ιταλίας αποσκοπεί στο να συμβάλει στην συγκρότηση τακτικών για την προστασία στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω συνεργασίας με άλλους φορείς, παρέχοντας στοχευμένη εκπαίδευση, εξειδίκευση και επιστημονική καθοδήγηση στους ενδιαφερόμενους.



*Εικόνα 2-4: Ανασθηλωτικές εργασίες διάρκειας 33 μηνών στο Κολοσσαίο  
(<https://www.cntraveler.com/story/how-italys-monuments-are-getting-a-makeover>)*



Εικόνα 2-5: Εργασίες Συντήρησης στην Fontana di Trevi (<https://www.cnbc.com/2015/11/04/romes-trevi-fountain-reopens-after-24m-restoration.html>)



Εικόνα 2-6: Προσωρινή υποστήλωση στην Cappella Rucellai της Φλωρεντίας. Φωτογραφική λήψη στο εσωτερικό του ναού. (UNESCO, 1972)

### 2.2.3 Ισπανία

Το **Υπουργείο Πολιτισμού της Ισπανίας** είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των θεμάτων πολιτιστικής κληρονομιάς, συντονίζοντας την λειτουργία των αρμόδιων φορέων (μουσείων, αρχαιολογικών χώρων ανοικτών σε κοινό, κ.α.) και αναλαμβάνοντας πρωτοβουλίες για συμμετοχή σε διεθνείς δράσεις. Αναφορικά με την συντήρηση μνημείων, διαθέτει δύο Διευθύνσεις:

- ✓ Γενική Διεύθυνση για την Διαφύλαξη της Πολιτιστικής Κληρονομιάς: υπεύθυνη για την εφαρμογή της σχετικής νομοθεσίας
- ✓ Γενική Διεύθυνση του Ινστιτούτου Πολιτιστικής Κληρονομιάς της Ισπανίας (βλ. παρακάτω).

Σε εθνικό επίπεδο, η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και η πολιτική διασφάλισης εμπίπτουν στο **Ινστιτούτο Πολιτιστικής Κληρονομιάς της Ισπανίας (IPCE)**. Το Ινστιτούτο ιδρύθηκε το 1985, δομείται σε πέντε κεντρικές υπηρεσίες (Μνημεία, Βιβλία και Έντυπα Αρχεία, Ιδιωτική Περιουσία, Διάθεση Αρχείων Τεκμηρίωσης, Επιστημονικά Εργαστήρια) και είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη, την επεξεργασία και την εκτέλεση εθνικών στρατηγικών διαφύλαξης. Συγκεκριμένα, οι στρατηγικές προσανατολίζονται στην συντήρηση και στην αναστήλωση μνημείων σε συνεργασία με δημόσιες αρμόδιες αρχές. Ακόμα, το ινστιτούτο πραγματοποιεί έρευνα επί των κριτηρίων επιλογής και των μεθόδων συντήρησης, προάγει τις ερευνητικές του εργασίες στο εξωτερικό και παρέχει εκπαιδευτικά προγράμματα σε επιστήμονες και τεχνικούς.

Η **Γενική Διεύθυνση Πολιτικής Προστασίας και Καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης** διαχειρίζεται το Εθνικό Σχέδιο Συντονισμού και Υποστήριξης Προστασίας της Πολιτιστικής Κληρονομιάς σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και καταστροφής. Το εθνικό αυτό σχέδιο έκτακτης ανάγκης, που θεσπίστηκε το 2015, προβλέπει την πρόληψη, την ετοιμότητα (λειτουργική μεθοδολογία και τους μηχανισμούς συντονισμού) και την αποκατάσταση της πολιτιστικής κληρονομιάς που υπέστη βλάβη κατά τη διάρκεια καταστροφών. Το σχέδιο περιλαμβάνει την συμμετοχή των Υπουργείων Εσωτερικών, Υποδομών, Άμυνας, Οικονομικών, Εκπαίδευσης και

Πολιτισμού και της Προεδρίας του Συμβουλίου των Υπουργών, καθώς και εμπειρογνώμονες των Επαγγελματικών Ομοσπονδιών Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

Το **Εθνικό Ινστιτούτο Γεωγραφίας** αποτελεί κυβερνητική αρχή που εποπτεύεται από το Υπουργείο Δημοσίων Έργων. Είναι υπεύθυνο για την ανάλυση σεισμικών και ηφαιστειακών δράσεων.



Εικόνα 2-7: *Sagrada Familia Basilica*, 19<sup>ος</sup> αιώνας, Βαρκελώνη, ημιτελής. Ένα έργο που συνεχίζεται και υπολογίζεται να τελειώσει το 2026, ενώ εν τω μεταξύ γίνονται και εργασίες αποκατάστασης (<http://www.sagradafamilia.org/en/>)



Εικόνα 2-8: *Cathedral of Santiago de Compostela* ([https://www.tripadvisor.co.za/LocationPhotoDirectLink-g187508-d553841-i172884947-Cathedral\\_of\\_Santiago\\_de\\_Compostela-Santiago\\_de\\_Compostela\\_Province\\_of\\_A\\_.html](https://www.tripadvisor.co.za/LocationPhotoDirectLink-g187508-d553841-i172884947-Cathedral_of_Santiago_de_Compostela-Santiago_de_Compostela_Province_of_A_.html))



Εικόνα 2-9: Η ρωμαϊκή γέφυρα της Κόρδοβας του 1<sup>ου</sup> αιώνα (<https://gruporesa.com/en/puente-romano-de-cordoba/>)

## 2.2.4 Πορτογαλία

Η Γενική Διεύθυνση Πολιτιστικής Κληρονομιάς (DGPC) είναι υπεύθυνη για την διαχείριση της πολιτιστικής κληρονομιάς στην ηπειρωτική Πορτογαλία. Η ομάδα που καλύπτει σχεδόν όλα τα τεχνικά και επιστημονικά πεδία βρίσκεται στην κεντρική υπηρεσία της Λισαβόνας και σε μουσεία και μνημεία ανά την χώρα. Ανάμεσα στις αρμοδιότητες της Γενικής Διεύθυνσης για την πολιτιστική κληρονομιά συγκαταλέγονται:

- ✓ η διαχείριση της αρχιτεκτονικής και αρχαιολογικής κληρονομιάς (μνημείων και μουσείων) σε αστικές και αγροτικές περιοχές
- ✓ η έρευνα και η διάδοση των πληροφοριών, καθώς και η ευαισθητοποίηση του κοινού

- ✓ η μόνιμη και σταθερή σύνδεση με δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς στην Πορτογαλία και στο εξωτερικό, για θέματα είτε νομικής φύσης είτε επιστημονικής έρευνας
- ✓ ο καθορισμός κατευθυντήριων γραμμών και στρατηγικών σχεδίων για την εφαρμογή των εθνικών πολιτικών διαφύλαξης
- ✓ η ανάπτυξη εκπαιδευτικής δράσης με εισαγωγή σε μεθοδολογίες επεμβάσεων
- ✓ η τεχνική επίβλεψη όλων των διαδικασιών επέμβασης που διεξάγονται από ιδιωτικούς και δημόσιους φορείς, προκειμένου αυτές να εφαρμόζονται σύννομα

Η **Πολιτική Προστασία** της Πορτογαλίας τελεί υπό την εποπτεία του Υπουργείου Εσωτερικών και παρέχει οδηγίες και ενημερώσεις προς τους πολίτες. Αποστολή της Πολιτικής Προστασίας της Πορτογαλίας είναι:

- ✓ η αποτροπή ατυχημάτων και κινδύνων που απορρέουν από καταστροφές
- ✓ η διάσωση και παροχή βοήθειας σε περίπτωση ανάκυψης κινδύνου
- ✓ η προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και των περιουσιακών στοιχείων δημοσίου συμφέροντος
- ✓ η αποκατάσταση της ομαλότητας σε πληγείσες περιοχές

Ασκήσεις ετοιμότητας για σεισμό και τσουνάμι οργανώνονται από την Πολιτική Προστασία σε συνεργασία με το **Πορτογαλικό Ινστιτούτο Θαλάσσης και Ατμόσφαιρας** (IPMA), χωρίς να υπάρχουν αναφορές αν οι ασκήσεις περιλαμβάνουν εκπροσώπους φορέων σχετιζόμενων με πολιτιστική κληρονομιά.

Οι δύο περιοχές για τις οποίες έχουν καταστρωθεί σχέδια διαχείρισης έκτακτου κινδύνου είναι η Λισαβόνα και η περιοχή του Algarve. Σε αμφότερα τα σχέδια περιγράφονται οι φάσεις της άμεσης αντίδρασης και της ανάταξης, αλλά όχι οι απαιτούμενες ενέργειες ετοιμότητας.



*Εικόνα 2-10: Convento da Ordem do Carmo, μνημείο του 14<sup>ου</sup> αιώνα (1389) στην Λισαβόνα. Υπέστη σοβαρές βλάβες στους σεισμούς του 1755 και 1969. Στην φωτογραφία απεικονίζονται οι επεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί (<https://theculturetrip.com/europe/portugal/articles/most-impressive-buildings-in-lisbon/>).*





(α)



(β)

*Εικόνα 2-11: (α) Σύγχρονες ανασκαφές πλησίον του Καθεδρικού Ναού της Λισαβόνας (Sé de Lisboa) που κατασκευάστηκε το 1147. Ο ναός υπέστη κρίσιμες βλάβες εξαιτίας του σεισμού και της πυρκαγιάς του 1755. Κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα ανακατασκευάστηκε λαμβάνοντας (β) την σημερινή του μορφή (<http://www.patrimoniocultural.gov.pt/en/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/70502>)*

Εν κατακλείδι, τα θεσμοθετημένα όργανα (Αρμόδιες Αρχές Υπουργείων, Πολιτική Προστασία, Ινστιτούτα, Οργανισμοί) των σεισμογενών χωρών της Ευρώπης εξειδικεύονται στην προστασία της εθνικής πολιτιστικής κληρονομιάς και είναι υπεύθυνα για αυτήν. Κάθε μία χώρα από αυτές που αναφέρθηκαν, έχει διαμορφώσει σημαντικές δομές για την διαχείριση του σεισμικού κινδύνου, αναλόγως με την χρονική ανάκυψη σημαντικών περιστατικών που έχει υποστεί (πρόσφατα: Ιταλία, Ελλάδα, Ισπανία, παλαιότερα: Πορτογαλία) αλλά και με την καταστρεπτικότητα των αποτελεσμάτων τους. Πολλοί από τους εθνικούς οργανισμούς έχουν συμβάλει στην προαγωγή της γνώσης σε παγκόσμιο επίπεδο. Εν γένει, κάθε χώρα συντάσσει τους δικούς της κανονισμούς για την αποτίμηση των ιστορικών κατασκευών και τις επεμβάσεις και είναι υπεύθυνη για την πραγματοποίηση τεκμηριώσεων και αναστηλώσεων στα μνημεία της. Σημαντική ανεπάρκεια, ωστόσο, που εντοπίζεται σε όλες τις υπό εξέταση χώρες συνιστά η απουσία επαρκούς οργάνωσης των αρμόδιων αρχών σε θέματα προετοιμασίας και ετοιμότητας. Αυτό άλλωστε έχει αποδειχθεί σε όλους τους πρόσφατους σεισμούς, στους οποίους οι ενέργειες έκτακτης ανάγκης πραγματοποιήθηκαν ικανοποιητικά αλλά οι ενέργειες προετοιμασίας ήταν σχεδόν ανύπαρκτες.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΦΑΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

---

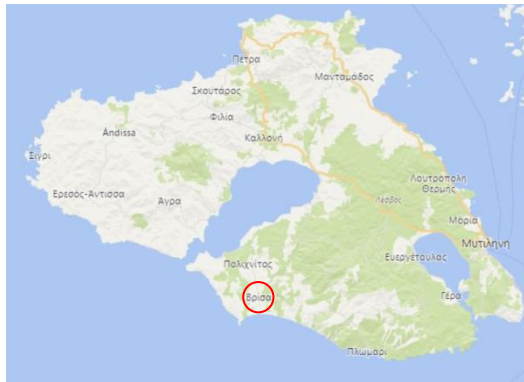
Ανατρέχοντας σε περιστατικά πρόσφατων σεισμών στην Ευρώπη, ενισχύεται η άποψη ότι κυρίαρχο κενό αποτελεί η έλλειψη πρόληψης. Δυστυχώς, προληπτικά μέτρα εφαρμόζονται σε πολύ περιορισμένο αριθμό κατασκευών. Στις περιπτώσεις όπου αυτά εφαρμόζονται ορθά μπορούν να αποφευχθούν οι έντονες βλάβες σε μεγάλο ποσοστό. Ωστόσο, συχνά τα μέτρα λαμβάνονται πλημμελώς με αποτέλεσμα να καθίστανται ατελέσφορα ή, ακόμα χειρότερα, λαμβάνονται αυθαίρετα μέτρα επιφέροντας πιο καταστρεπτικές συνέπειες. Μετά από τον σεισμό, συνήθως οι χώρες επιστρατεύουν όλες τις δυνάμεις τους (Μηχανικοί Υπηρεσιών, Πολιτική Προστασία, Πυροσβεστική κτλ.) για την ανάταξη και την άρση των επικινδυνοτήτων. Παρόλα ταύτα, μακροπρόθεσμα, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις στις οποίες οι πόλεις εξακολουθούν να είναι ερειπωμένες για χρόνια μετά την καταστροφή, χωρίς ωστόσο να εκλείπουν και εξαιρέσεις στις οποίες ένα σημαντικό ποσοστό της πολιτιστικής κληρονομιάς αποκαταστάθηκε με επιτυχία.

Παρατίθενται στην συνέχεια έξι περιστατικά ισχυρών σεισμών στην Ευρώπη. Σε κάθε περίπτωση παρουσιάζονται οι δράσεις πριν, αμέσως μετά και αρκετά μετά από την εκδήλωση του φαινομένου, όπως αυτές προκύπτουν από βιβλιογραφικές αναφορές, και παρατίθενται στοιχεία που συνθέτουν μία συνολική εικόνα της καταστροφής της πολιτιστικής κληρονομιάς. Δίνεται έμφαση στην περιγραφή της παθολογίας των κατασκευών που αποδίδεται μεν στην σεισμική δράση αλλά και στην ανθρώπινη προσεισμική παρέμβαση και στους μηχανισμούς φθοράς εν χρόνω.

### 3.1 Ελλάδα, Λέσβος: Ιστορικός Οικισμός Βρίσας

Ο ιστορικός οικισμός της Βρίσας (ή Βρισάς) βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Λέσβου και θεωρείται πως κατοικείται ήδη από την αρχαιότητα. Η Βρίσα διαφοροποιείται από όλους του υπόλοιπους οικισμούς του νησιού, χάρις στην αρχιτεκτονική της ιδιαιτερότητα, με εμφανή στοιχεία λαϊκής παραδοσιακής τέχνης και νεοκλασικισμού ως προς την διάταξη των ανοιγμάτων και άλλα στοιχεία (ΕΜΠ, 2017).

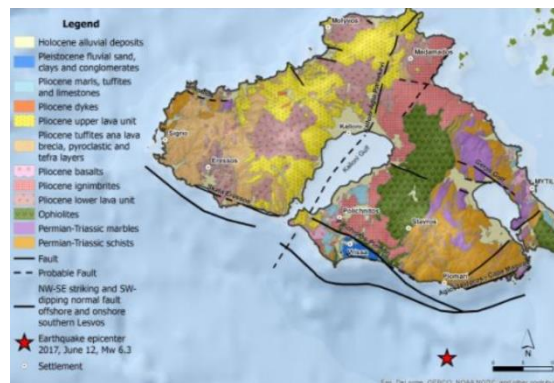
Στις 12 Ιουνίου 2017 ένας ισχυρός σεισμός μεγέθους  $M_w=6,3$  και εστιακού βάθους 11,8km έπληξε το νησί (Εικόνα 3-3). Τον απολογισμό της καταστροφής συνιστούν μία νεκρή γυναίκα εξαιτίας κατάρρευσης κτίσματος, 15 τραυματίες και σοβαρές βλάβες στο δομημένο πολιτισμικό απόθεμα.



Εικόνα 3-1: Χάρτης της Λέσβου με σημείωση της περιοχής της Βρίσας



Εικόνα 3-2: Ο ιστορικός οικισμός της Βρίσας πριν τον σεισμό



Εικόνα 3-3: Γεωλογικός χάρτης Λέσβου, επίκεντρο σεισμού (Lekkas et al., 2017)

### 3.1.1 Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου

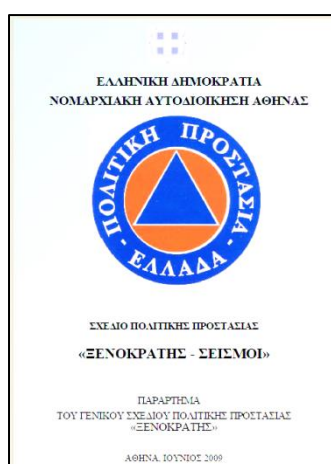
Πριν την εκδήλωση του φαινομένου, σε πολύ περιορισμένες περιπτώσεις είχε ληφθεί πρόνοια για αντισεισμικά μέτρα προστασίας, παρά το γεγονός ότι η σεισμικότητα της περιοχής ήταν γνωστή, καθώς επανειλημμένως ο οικισμός είχε πληγεί από σεισμό. Συγκεκριμένα, σημαντικά περιστατικά είχαν σημειωθεί το 1845, το 1847 αλλά και την περίοδο 1981-1983. Στις περιπτώσεις εξαίρεσης όπου είχαν εφαρμοστεί μέτρα (κυρίως με σύνδεση των τοίχων με μεταλλικούς ελκυστήρες - Εικόνα 3-4), οι κτηριακές βλάβες διαπιστώθηκε ότι ήταν σαφώς ελαφρύτερες.



Εικόνα 3-4: Αβλαβής κατασκευή - οι παράλληλοι τοίχοι συγκρατούνται με μεταλλικούς ελκυστήρες από εκτός επιπέδου κατάρρευση. (EMΠ, 2017)

### 3.1.2 Πρώτες αντιδράσεις

Αναφορικά με την δράση των αρμόδιων αρχών αμέσως μετά, αυτές αντέδρασαν γρήγορα, συντονισμένα και οργανωμένα. Το Συντονιστικό Όργανο Πολιτικής Προστασίας συγκροτήθηκε για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από το σεισμό θέτοντας σε εφαρμογή το σχέδιο «Ξενοκράτης» (Εικόνα 3-5). Ειδικά κλιμάκια Μηχανικών κατέφθασαν αμέσως στον χώρο της καταστροφής με σκοπό να επιθεωρήσουν τα κτίρια και να αξιολογήσουν το επίπεδο βλάβης. Σε αυτήν την φάση, ο ιστορικός οικισμός των 800 κατοίκων εκκενώθηκε, καθώς κινήθηκαν διαδικασίες άμεσης παροχής προσωρινής στέγασης με σκηνές (Εικόνα 3-6). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πρώτων επίσημων επιθεωρήσεων, το 80% των κατασκευών κρίθηκε ακατάλληλο για χρήση. Το μεγαλύτερο μέρος των κατασκευών αυτών αποτέλεσαν οι παραδοσιακές κατασκευές (Paradimitriou et al., 2017).



Εικόνα 3-5: Κεφάλαιο του Σχεδίου «Ξενοκράτης» της Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση καταστροφών εξαιτίας σεισμών



Εικόνα 3-6: Καταυλισμός σκηνών στο γήπεδο Πολυχνίτου (Ενημερωτικό Σημείωμα Κλιμακίου ΟΑΣΠ, 2017)

### 3.1.3 Ανάταξη

Το συμβάν είναι πρόσφατο, για αυτό όλες οι εργασίες ανάταξης βρίσκονται εν εξελίξει, ενώ υπάρχουν ακόμα αρκετές εκκρεμότητες. Από την Διεύθυνση Προστασίας και Αναστήλωσης Νεότερων και Σύγχρονων Μνημείων θα γίνει και ο χαρακτηρισμός ή μη ως μνημείων των επιμέρους βλαμμένων κατασκευών. Αναφορικά με όσα θα είναι αναγκαίο να συμβούν στο εξής, ενδεικτικώς αναφέρεται ότι αρχικά είναι απαραίτητο να ληφθούν αποφάσεις για τα ετοιμόρροπα κτίρια, που αποτελούν κίνδυνο για την δημόσια ασφάλεια. Υπογραμμίζεται, όμως, ότι οφείλουν να εξετάζονται όλες οι δυνατές εναλλακτικές λύσεις και να αποφεύγονται οι άσκοπες κατεδαφίσεις. Δεύτερον, όλες οι εργασίες αποκατάστασης είναι αναγκαίο να διεξαχθούν από ειδικευμένους Μηχανικούς βάσει εγκεκριμένων τεχνικών προδιαγραφών, κι όχι αυθαιρέτως. Επιπρόσθετα, η Πολιτεία θα ήταν ωφέλιμο να προσφέρει οικονομικά κίνητρα στους ιδιοκτήτες των παραδοσιακών κατοικιών, προκειμένου αυτοί να μην αναγκαστούν να προβούν σε εγκατάλειψή τους, εξαιτίας των δυσβάσταχτων οικονομικών απαιτήσεων για την αναστήλωσή τους. Εν

κατακλείδι, ένα πλήθος στοχευμένων και επαρκώς οργανωμένων ενεργειών είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν προκειμένου να επανέλθει σταδιακά η κανονικότητα στον οικισμό.

### **3.1.4 Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών**

Οι πιο συνήθεις κατασκευές είναι οι λιθόκτιστες και κεραμοσκεπείς, μονώροφες (κυρίως καταστήματα και κτίρια βοηθητικής χρήσης), διώροφες ή σπανιότερα τριώροφες, κάποιες εκ των οποίων διαθέτουν ημιυπόγειο. Η ηλικία των κτισμάτων, κατά σημαντικό ποσοστό, είναι μεγαλύτερη του ενός αιώνα, όπως μπορεί να διακριθεί από τις λίθινες επιγραφές που φέρουν την χρονολογία κατασκευής τους (*Lekkas et al., 2017*).

Οι περισσότερες κατασκευές στην Βρίσα από λιθοδομή είναι κατά κύριο λόγο δίστρωτες, με πάχος 50-60cm, και σπανιότερα τρίστρωτες με μεγαλύτερο πάχος. Αναφορικά με το είδος της λιθοδομής, αυτή είναι αργολιθοδομή με λίθους μικρού μεγέθους στην εσωτερική παρειά και συνήθως ημιλαξευτούς λίθους σε ισόδομο σύστημα στην εξωτερική παρειά. Παρατηρήθηκε η απουσία διάτονων λίθων σε πολλές περιπτώσεις, και συνεπώς η απουσία σύνδεσης των παρειών της τοιχοποιίας, συχνά ακόμα και στις γωνίες. Διαπιστώθηκε η ύπαρξη δύο ειδών κονιάματος: ισχνού ασβεστοκονιάματος και πηλοκονιάματος. Στις περιπτώσεις τρίστρωτης τοιχοποιίας, η μεσαία στρώση έγινε φανερό ότι συνίσταντο σε ασθενές υλικό αποτελούμενο από κονίαμα και κροκάλες με μεγάλο ποσοστό κενών (*EMΠ, 2017*).

### **3.1.5 Περιγραφή κυριότερων βλαβών**

Οι βλάβες κατατάσσονται με βάση το ενδογενές αίτιο, δηλαδή το χαρακτηριστικό της κατασκευής το οποίο επέτρεψε την εκδήλωσή τους κατά τον σεισμό (εξωγενές αίτιο). Οι κυριότερες βλάβες που παρατηρήθηκαν είναι δυνατόν να αποδοθούν:

#### **1. Σε δομητικά σφάλματα και κατασκευαστικές ατέλειες**

##### **▪ Διάταξη Μεγάλων Ανοιγμάτων/Ασυνέχεια Πεσσών-Ανοιγμάτων**

Ο μεγάλος λόγος εμβαδού ανοιγμάτων προς εμβαδόν όψης, συνεπάγεται μείωση του μήκους των πεσσών, οι οποίοι αναλαμβάνουν την σεισμική δράση, άρα μείωση της δυσκαμψίας τους. Η ύπαρξη ανοιγμάτων πλησίον γωνιών (που αποτρέπουν την αποτελεσματική σύνδεση των λίθων στις γωνίες) αλλά και οι μη συνεπείς καθ' ύψος θέσεις ανοιγμάτων (με συνακόλουθη εκτροπή των διαδρομών των δυνάμεων που προκαλεί εγκάρσιους εφελκυσμούς) προκαλούν σημαντικά προβλήματα. Δεδομένης της μικρής εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας, καθώς και της απουσίας οπλισμού για την ανάληψη των εφελκυστικών τάσεων, η εμφάνιση αστοχιών είναι πολύ πιθανή. Την κυριότερη μορφή αστοχίας συνιστά η εκτός επιπέδου κατάρρευση της τοιχοποιίας (Εικόνα 3-7, Εικόνα 3-8).

##### **▪ Χαμηλή Ποιότητα Υλικών και Δομήσεως**

Η δόμηση με ακανόνιστους λίθους, μικρού μεγέθους, σε ακανόνιστη διάταξη και με μεγάλη ποσότητα κονιάματος καθιστά την τοιχοποιία ευάλωτη. Το πρόβλημα επιτείνεται όσο πιο χαμηλή η ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών. Επί πλέον, παρά το γεγονός ότι η αποδιοργάνωση του κονιάματος σε κάποιο βάθος δεν αποτελεί βλάβη, ενδέχεται να αυξήσει την τρωτότητα της τοιχοποιίας (Εικόνα 3-7).



Εικόνα 3-7: Κατάρρευση εξωτερικής παρειάς τοιχοποιίας. Διακρίνεται η χαμηλή ποιότητα δομίσεως της τοιχοποιίας (ΕΜΠ, 2017)



Εικόνα 3-8: Κατάρρευση τοιχοποιίας ισόγειου κτίσματος από εκτός επιπέδου κάμψη, με απώλεια έδρασης στέγης. Παρατηρείται η απουσία κονιάματος των τσιμεντόλιθων της εξωτερικής παρειάς διατεταγμένων σε ισόδομο σύστημα, η σχετική ολίσθηση και η πτωχή ποιότητα λίθων της εσωτερικής παρειάς. Οι δύο παρειές είναι μεταξύ τους ασύνδετες. Στην κάθετη όψη του κτιρίου δεν διακρίνονται βλάβες ίδιας έκτασης. (ΕΜΠ, 2017)

#### ▪ Πλημμελής Διάταξη Ξύλινου Συστήματος Ενίσχυσης

Ο παραδοσιακός τρόπος δόμησης, που βασίζεται σε τοιχοποιία με εσωτερικό ξύλινο σκελετό με διαγώνια στοιχεία, συνδεδεμένο με μεταλλικούς συνδέσμους με τα λαξευτά περιθωρώματα αφενός και την εσωτερική παρειά της τοιχοποιίας αφετέρου, δεν παρατηρείται να έχει τηρηθεί στο σύνολο των παραδοσιακών κτιρίων που εξετάστηκαν. Ακόμα και στις περιπτώσεις όπου το σύστημα ενίσχυσης έχει ακολουθηθεί (Εικόνα 3-9), αποδείχθηκε ότι ο ξύλινος σκελετός είναι ασύνδετος με την εξωτερική παρειά της τοιχοποιίας, που μένει ελεύθερη να αποκολληθεί και να ανατραπεί. Επί πλέον, δεν διαπιστώνεται συστηματική ύπαρξη συνεχών ξυλοδεσιών στα πρέκια και τις ποδιές των ανοιγμάτων, ως αναμένονταν (ΕΜΠ, 2017).



Εικόνα 3-9: Αποκόλληση εξωτερικής παρειάς και αποκάλυψη εσωτερικής παρειάς σε κτίσματα από λιθοδομή. Διακρίνονται τα εγκιβωτισμένα στην τοιχοποιία διαγώνια ξύλινα στοιχεία. (ΕΜΠ, 2017)

#### ▪ **Ανεπαρκής Σύνδεση Στοιχείων**

Η ανεπαρκής σύνδεση μεταξύ των στοιχείων της κατασκευής είναι συχνά υπεύθυνη για αστοχίες. Συγκεκριμένα, η ανεπάρκεια της σύνδεσης εντοπίζεται (α) μεταξύ των περιμετρικών τοίχων (β) μεταξύ της εξωτερικής τοιχοποιίας και των εσωτερικών ξυλόπηκτων διαχωριστικών τοίχων, με αποτέλεσμα την ευχερή ανατροπή της λιθοδομής (γ) μεταξύ των οριζόντιων (πατωμάτων) και των κατακόρυφων (τοιχοποιία) στοιχείων, αλλά και στην μη διαφραγματική λειτουργία των πατωμάτων και (δ) στην έδραση των ζευκτών της στέγης στην τοιχοποιία χωρίς παρεμβολή οριζόντιων ξύλινων στρωτήρων στην στέγη. Ως συνέπεια, η τοιχοποιία δεν διαθέτει λειτουργία κιβωτίου και οι εξωτερικοί τοίχοι είναι ελεύθεροι να αστοχήσουν σε εκτός επιπέδου κάμψη (Εικόνα 3-10, Εικόνα 3-11).



Εικόνα 3-10: Κατάρρευση από εκτός επιπέδου κάμψη τοιχοποιίας ανώτερου ορόφου κτίσματος - έλλειψη εξασφάλισης από κάθετους ξυλόπηκτους τοίχους. (ΕΜΠ, 2017)



Εικόνα 3-11: Έλλειψη σύνδεσης μεταξύ πατώματος ορόφου και στέγης με την τοιχοποιία (ΕΜΠ, 2017)

## 2. Σε ανεπαρκείς ή λανθασμένες επισκευές και ενισχύσεις που έλαβαν χώρα μετά από την εκδήλωση παλαιότερων σεισμών

Συχνά παρατηρήθηκε η ύπαρξη διαζωμάτων (chaînage) με χρήση ωπλισμένου σκυροδέματος, χωρίς επισκευή της υποκείμενης τοιχοποιίας και χωρίς σύνδεση με αυτήν. Κατά την σεισμική καταπόνηση, τμηματικά διαζώματα σκυροδέματος



έκρουσαν την τοιχοποιία, με αποτέλεσμα τον εμβολισμό αυτής (Εικόνα 3-12) και σε πολλές περιπτώσεις την κατάρρευση και του ίδιου του διαζώματος (Εικόνα 3-13).

Ακόμα, η τοποθέτηση εξωστών από ωπλισμένο σκυρόδεμα με έδραση αποκλειστικώς στην εξωτερική παρειά της τοιχοποιίας οδήγησαν σε βλάβες των υπέρθυρων πάνω από τα οποία βρίσκονταν αλλά και σε ανατροπές τοιχοποιίας (Εικόνα 3-14).

Τέλος, στην πλειοψηφία των κτισμάτων είχαν πραγματοποιηθεί εργασίες επισκευών στέγης, συχνά για λόγους στεγάνωσης, με χρήση γαλλικών κεραμιδιών (ΕΜΠ, 2017). Είτε στις περιπτώσεις που επανακατασκευάστηκαν οι στέγες είτε στις περιπτώσεις που επισκευάστηκε η υποκείμενη τοιχοποιία, παρατηρήθηκε ότι δεν τοποθετήθηκαν στρωτήρες για την έδραση της στέγης (Εικόνα 3-15).



Εικόνα 3-12: Κατάρρευση τοιχοποιίας χωρίς κατάρρευση διαζώματος σκυροδέματος (ΕΜΠ, 2017)



Εικόνα 3-13: Καταρρέσεις τοιχοποιίας και διαζωμάτων σκυροδέματος (ΕΜΠ, 2017)



(α)



(β)

Εικόνα 3-14: Πρόκληση αστοχιών εξαιτίας πρόσθετου εξώστη από ωπλισμένο σκυρόδεμα (α) Βλάβη υπέρθυρου (β) Ανατροπή τοιχοποιίας (ΕΜΠ, 2017)



Εικόνα 3-15: Κατάρρευση στεγών και τοιχοποιιών χωρίς στρωτήρες (ΕΜΠ, 2017)

### 3. Σε ελλιπή συντήρηση

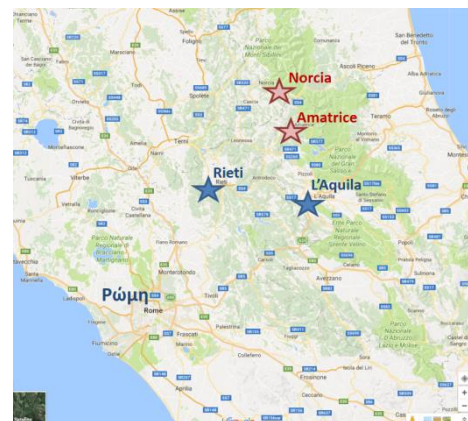
Η μεγάλη ηλικία των κτιρίων από τοιχοποιία που εξετάστηκαν δικαιολογεί τους μηχανισμούς φθοράς που αναπτύχθηκαν και επηρέασαν δυσμενώς τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών αλλά και την απόκριση των κατασκευών στον σεισμό (*Lekkas et al., 2017*). Το γεγονός αυτό επιτείνεται από την έλλειψη συντήρησης που οφείλεται στην εγκατάλειψη των κατασκευών από τους ιδιοκτήτες τους εξαιτίας των υψηλών οικονομικών απαιτήσεων.

### 3.2 Κεντρική Ιταλία, Rieti, Ιστορικό κέντρο του Amatrice

Το Amatrice αποτελεί ιστορική πόλη της πόλης Rieti, που ανήκει στην περιφέρεια Lazio της Κεντρικής Ιταλίας και κατοικείται πριν από την Ρωμαϊκή εποχή. Αποτελεί μία περιοχή έντονης σεισμικότητας (Εικόνα 3-16), με καταγεγραμμένα σοβαρά περιστατικά από το 1650. Το 2016, μεταξύ 24 Αυγούστου και 30 Οκτωβρίου, μία σεισμική ακολουθία αποτελούμενη από τρία κύρια σεισμικά γεγονότα και πολυάριθμα δευτερεύοντα εκδηλώθηκε στα Απέννινα Όρη και επηρέασε τις περιφέρειες Lazio, Abruzzo, Marche και Umbria (Εικόνα 3-17). Ο πρώτος εκ των κύριων σεισμών ( $M_w=6,2$  με εστιακό βάθος 8km) συνέβη στις 24 Αυγούστου, επιφέροντας 299 απώλειες ζώων και 386 τραυματισμούς. Τα περισσότερα από τα κτίρια στο Amatrice κατέρρευσαν, συμπεριλαμβανομένων των κατασκευών πολιτιστικής κληρονομιάς. Ο δεύτερος κύριος σεισμός ( $M_w=5,6$  με εστιακό βάθος 9km) έγινε στις 26 Οκτωβρίου, ενώ ο τρίτος ( $M_w=6,5$  με εστιακό βάθος 9,4km) ακολούθησε στις 30 Οκτωβρίου, αποτελώντας τον ισχυρότερο σεισμό της Ιταλίας μετά το 1980. Χάρης στην εκκένωση των πληγέντων περιοχών μετά τον πρώτο σεισμό, δεν υπήρξαν απώλειες ζώων κατά τους επόμενους σεισμούς (Fiorentino et al., 2017). Σύμφωνα με την εκτίμηση της Ιταλικής Πολιτικής Προστασίας, οι συνολικές οικονομικές απώλειες ξεπερνούν τα 11 δισεκατομμύρια δολάρια.



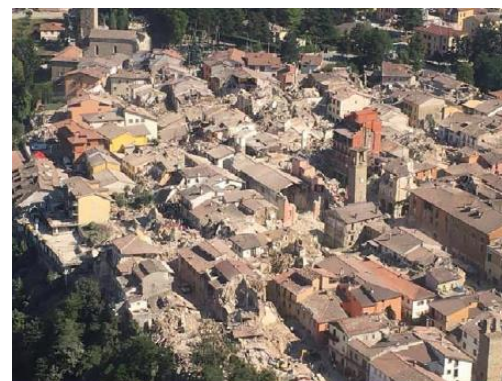
Εικόνα 3-16: Επίκεντρο του πρώτου κύριου σεισμού της σεισμικής ακολουθίας ([www.emsc-csem.org](http://www.emsc-csem.org))



Εικόνα 3-17: Πληγείσες περιοχές από τον πρώτο σεισμό



(α)



(β)

Εικόνα 3-18: Το Amatrice (α) πριν τον σεισμό (Formisano et al., 2017) (β) μετά τον πρώτο σεισμό (Monaco, 2017)

### 3.2.1 Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου

Οι βλάβες που επέφερε η σεισμική ακολουθία υπήρξαν εξαιρετικά εκτεταμένες καθώς, όπως κατέστη φανερό, δεν είχαν συστηματικά ληφθεί μέτρα προστασίας πριν την εκδήλωση του φαινομένου, παρά την γνωστή σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής. Μοναδική εξαίρεση αποτέλεσε η γειτονική περιοχή Norcia, στην οποία είχαν εφαρμοστεί προληπτικά μέτρα, καθώς μετά τον καταστροφικό σεισμό που υπέστη το 1859, επιβλήθηκε αντισεισμικός κανονισμός με αυστηρές διατάξεις. Συγκεκριμένα, ο κανονισμός περιόριζε τον ανώτατο αριθμό ορόφων σε τρεις, καθόριζε το ελάχιστο πάχος της τοιχοποιίας και προέβλεπε την χρήση συγκεκριμένων δομικών υλικών και κατασκευαστικών τεχνικών (Εικόνα 3-19- Εικόνα 3-22). Επίσης, τα περισσότερα κτίρια κατοικιών από τοιχοποιία είχαν ανασκευαστεί στο πλαίσιο κυβερνητικών προγραμμάτων έπειτα από τους σεισμούς του 1979 (Norcia) και 1997 (Umbria-Marche) (GEER Association, 2017). Παρότι οι κατασκευές της Norcia είχαν πολύ ικανοποιητική απόκριση κατά τους δύο πρώτους σεισμούς, όπως ήταν επόμενο, παρουσίασαν πολύ σοβαρές βλάβες στον τρίτο.



Εικόνα 3-19: Περιορισμένες βλάβες σε κτίριο της Norcia μετά τον πρώτο σεισμό (Φραγκιαδάκης, 2017)



Εικόνα 3-20: Χρήση αντιρήδων σε κατασκευή στην Norcia (Φραγκιαδάκης, 2017)



Εικόνα 3-21: Ύπαρξη μεταλλικών ελκυστήρων σε κτίρια της Norcia (Φραγκιαδάκης, 2017)



Εικόνα 3-22: Γραμμική αύξηση του πάχους της τοιχοποιίας στον κατώτερο όροφο και διατήρηση σταθερού πάχους στους ανώτερους ορόφους σε κατασκευές της Norcia (Φραγκιαδάκης, 2017)



Εικόνα 3-23: Περίπτωση εξαιρέσης στο Amatrice: κατασκευή η οποία είχε περιδεθεί με μεταλλικά στοιχεία (Combescure and Nistico, 2017)

### 3.2.2 Πρώτες αντιδράσεις

Λίγες ώρες μετά τον πρώτο σεισμό, η Πολιτική Προστασία, σε συνεργασία με την Πυροσβεστική, συντόνισαν κλιμάκια για διάσωση, περίθαλψη των άστεγων και τοποθέτηση προσωρινών καταλυμάτων (Εικόνα 3-25, Εικόνα 3-26). Οι βλάβες στις περισσότερες από τις κατασκευές ήταν μη αναστρέψιμες, όπως ήταν σαφές από τις επιθεωρήσεις που πραγματοποιήθηκαν (Εικόνα 3-24). Ωστόσο, ειδικά οργανωμένες ομάδες (κυρίως η “Art Squad” που οργανικά εντάσσεται στην Ιταλική Αστυνομία) έσπευσαν να διασώσουν αντικείμενα της κινητής πολιτιστικής κληρονομιάς, συλλέγοντας και αποθηκεύοντάς τα σε ασφαλή σημεία.



Εικόνα 3-24: Λήψεις στις 17 Οκτωβρίου 2016 (Combescure and Nistico, 2017)



Εικόνα 3-25: Ενεργοποίηση κλιμακίων Πολιτικής Προστασίας και Πυροσβεστικής (<https://www.theguardian.com/world/2016/aug/24/before-and-after-pictures-of-italian-towns-devastated-by-deadly-earthquake>)



Εικόνα 3-26: Προσωρινά Καταλύματα με πρωτοβουλία της Πολιτικής Προστασίας (Φραγκιαδάκης, 2017)



Εικόνα 3-27: Το καμπαναριό της εκκλησίας San Emidio, μία εκ των λίγων κατασκευών πολιτιστικής κληρονομιάς που δεν κατέρρευσε (<https://news.artnet.com/art-world/devastation-cultural-heritage-italy-earthquake-621044>)

### 3.2.3 Ανάταξη

Έως σήμερα δεν έχει αποκατασταθεί η κανονικότητα στην περιοχή, πολλά από τα ερείπια ακόμα δεν έχουν απομακρυνθεί και έξω από το Amatrice παραμένουν τα προσωρινά καταλύματα. Το ιστορικό κέντρο εξακολουθεί να είναι ακατοίκητο και μη προσβάσιμο, εξαιτίας της έλλειψης μέτρων αποκατάστασης (Εικόνα 3-28).



Εικόνα 3-28: Φωτογραφία από περιοχή του Amatrice έναν χρόνο μετά τον σεισμό ([www.lavocedinewyork.com](http://www.lavocedinewyork.com))

### 3.2.4 Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών

Το μεγαλύτερο ποσοστό κατασκευών στο Amatrice είναι λιθοδομές, οι κατά κύριο λόγο διαθέτουν από έναν έως τρεις ορόφους. Οι πιο διαδεδομένες είναι κατά κύριο λόγο οι τρίστρωτες λιθοδομές, με ασύνδετες τις εξωτερικές παρειές μεταξύ τους (απουσία διάτονων λίθων) και με χαλαρό μη συμπιεσμένο υλικό στην ενδιάμεση στρώση. Αναφορικά με το είδος της λιθοδομής, αυτή είναι αργολιθοδομή τοπικής προέλευσης, κυρίως με ασβεστόλιθους και ασβεστοκονίαμα. Τα λιθοσώματα είναι ακανόνιστου σχήματος, συχνά στρογγυλεμένα ή αδρομερώς λαξευτά, τοποθετημένα ατάκτως και σε ορισμένες περιπτώσεις εν ξηρώ. Οι περισσότερες κατασκευές από τοιχοποιία διέθεταν ένα ή περισσότερα υπόγεια με τοξωτές οροφές, ενώ τα πατώματα των υπόλοιπων ορόφων πλην του ισογείου ήταν συνήθως ξύλινα (Quest et al., 2016) με ανοίγματα της τάξης των 4-5m (Fiorentino et al., 2017).

### 3.2.5 Περιγραφή κυριότερων βλαβών

Οι κυριότερες βλάβες που παρατηρήθηκαν είναι δυνατόν να αποδοθούν:

#### 1. Σε δομικά σφάλματα και κατασκευαστικές ατέλειες

Χάρης στην εμπειρία που αποκτήθηκε από την επιθεώρηση και αξιολόγηση των κατασκευών, συσχετίστηκαν τα δομικά σφάλματα με το επίπεδο βλάβης. Συγκεκριμένα, οι αιτίες που επιφέρουν τις πιο σημαντικές και μη αναστρέψιμες βλάβες (καταρρεύσεις τμημάτων της κατασκευής), με σειρά προτεραιότητας είναι (Fiorentino et al., 2017):

1. απουσία σύνδεσης μεταξύ των κάθετων τοίχων
2. ελλιπής σύνδεση πατωμάτων και υποκείμενων τοίχων
3. τοιχοποιία χαμηλών μηχανικών χαρακτηριστικών (Εικόνα 3-29)
4. απουσία ωπλισμένων διαζωμάτων



Εικόνα 3-29: Αργολιθοδομή χαμηλής ποιότητας, σχεδόν θρυσματισμένη (Fiorentino et al., 2017)



Εικόνα 3-30: Εγκάρσια όψη τοιχοποιίας: απουσία διάτονων λίθων (Fiorentino et al., 2017)

Οι πιο συνήθεις αιτίες οι οποίες οδήγησαν στις περισσότερες βλάβες ήταν:

- τοιχοποιία χαμηλών μηχανικών χαρακτηριστικών
- τοπικές δομικές ασυνέχειες (λ.χ. ανοίγματα σε ακατάλληλες θέσεις, καμινάδες, τοπικές διαβρώσεις ξύλινων στοιχείων κ.α.)
- ελλιπής σύνδεση πατωμάτων και υποκείμενων τοίχων
- απουσία σύνδεσης μεταξύ των κάθετων τοίχων

Παρατηρήθηκε ότι, οι κατασκευές που είχαν δομηθεί με λαξευτούς λίθους και με παρεμβολή οριζόντιων στρώσεων οπτοπλινθοδομής, είχαν πολύ βελτιωμένη συμπεριφορά έναντι σεισμού (Quest et al., 2016).

Πολύ εκτεταμένες υπήρξαν οι βλάβες σε εκκλησίες, όπως παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 3-31: Η εκκλησία San Agostino (α) πριν τον σεισμό (β) μετά τον σεισμό (<http://www.nydailynews.com/news/world/earthquake-italy-tears-historic-church-basilica-article-1.2766021>)



Εικόνα 3-32: Εικόνες βλαβών από το εσωτερικό της εκκλησίας San Agostino. Ο επιχρισματικός ιστός παρουσιάζει εκτεταμένη ρηγμάτωση και αποκολλήσεις. (<http://www.michiganstthumb.com/news/world/article/Lost-heritage-Quake-deals-blow-to-Italy-s-art-9190060.php#photo-10843229>)



Εικόνα 3-33: Η εκκλησία San Giovanni (α) πριν τον σεισμό (Formisano et al., 2017) (β) μετά τον σεισμό (<http://www.michiganstthumb.com/news/world/article/Lost-heritage-Quake-deals-blow-to-Italy-s-art-9190060.php#photo-10843229>)





Εικόνα 3-34: Ρωγμή από εκτός επιπέδου κάμψη τοίχου στην Santa Maria del Suffragio (Combescure, and Nistico, 2017)

Σημειώνεται ότι πολλές από τις προκύπουσες βλάβες δεν αποδόθηκαν μόνο σε κατασκευαστικούς παράγοντες, αλλά και σε πτωχά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους θεμελίωσης.

## 2. Σε ανεπαρκείς ή λανθασμένες προγενέστερες επεμβάσεις

Σε μια πληθώρα κατασκευών εντοπίστηκαν επεμβάσεις, οι οποίες είτε ήταν ελλιπώς υλοποιημένες με αποτέλεσμα να μην συνεισφέρουν στην βελτίωση της απόκρισης της κατασκευής (Εικόνα 3-35) είτε επέφεραν ακόμα πιο δυσμενείς συνέπειες στην σεισμική απόκριση. Αυτό συνέβη κυρίως στις περιπτώσεις όπου πραγματοποιήθηκε αύξηση του αριθμού ή του μεγέθους των ανοιγμάτων στους τοίχους, εκ των υστέρων προσθήκη ορόφων, και αντικατάσταση των ξύλινων πατωμάτων με πλάκες ωπλισμένου σκυροδέματος χωρίς ταυτόχρονη ενίσχυση της υποκείμενης τοιχοποιίας (Εικόνα 3-36) και χωρίς σύνδεση της πλάκας με αυτήν (Quest et al., 2016).



Εικόνα 3-35: Αυθαίρετες επεμβάσεις σε κατασκευή στο Amatrice: είναι εμφανές το μεταλλικό στοιχείο που είχε εγκιβωτιστεί ελλιπώς στην τοιχοποιία, το οποίο δεν εμπόδισε την εκτός επιπέδου κατάρρευση (Fiorentino et al., 2017)



Εικόνα 3-36: Κατασκευή στην οποία είχε τοποθετηθεί πλάκα σκυροδέματος χωρίς ενίσχυση της υποκείμενης τοιχοποιίας (Quest et al., 2016)

## 3. Σε ελλιπή συντήρηση

Εξαιτίας της μείωσης του πληθυσμού τα τελευταία 50 χρόνια, ένας μεγάλος αριθμός των κατοικιών είχε εγκαταληφθεί, με αποτέλεσμα την απουσία συντήρησής τους, που οδήγησε στην μεγαλύτερη σεισμική τους τρωτότητα.

### 3.3 Ισπανία, Murcia, Ιστορικό κέντρο της Lorca

Η Lorca είναι πόλη της αυτόνομης κοινότητας της Murcia στην νοτιοανατολική Ισπανία. Αποτελεί περιοχή με μακρά ιστορία που φιλοξενεί πληθώρα ιστορικών κατασκευών, συμπεριλαμβανομένων μνημείων -με πιο γνωστό το Μεσαιωνικό Κάστρο της Lorca-, διατηρητέων κατοικιών, εκκλησιών και παλατιών. Υπάρχουν μαρτυρίες για την σεισμική δραστηριότητα της περιοχής ήδη από το 343π.Χ. και καταγραφές από το 1920 και ύστερα. Το ιστορικό κέντρο της Lorca υπήρξε μεταξύ των πρώτων που κηρύχθηκαν προστατευόμενα στην Ισπανία, το 1964 (*Basset-Salom and Guardiola-Villora, 2014*). Στις 11 Μαΐου 2011 η Lorca προσβλήθηκε από έναν σχετικώς ήπιο σεισμό μεγέθους  $M_w=4,5$  που επέφερε ελαφρές ζημιές σε περιορισμένο αριθμό κατασκευών. Ωστόσο, δύο ώρες αργότερα ακολούθησε ο κύριος σεισμός μεγέθους  $M_w=5,1$  ο οποίος προκάλεσε εννέα θανάτους, κυρίως από πτώση οπτοπλινθοδομών, 250 τραυματισμούς και πολύ εκτεταμένες βλάβες στο δομημένο πολιτιστικό απόθεμα (*Romão et al., 2013*). Το εξαιρετικά μικρό εστιακό βάθος του σεισμού, ίσο με 1km, αλλά και η πολύ κοντινή απόσταση του επικέντρου από την πόλη της Lorca θεωρείται ότι ευθύνονται για τα καταστροφικά αποτελέσματα του σεισμού. Θεωρείται ο πιο καταστροφικός σεισμός που έχει πλήξει την Ισπανία τα τελευταία 50 χρόνια.



Εικόνα 3-37: Χάρτης της Ισπανίας με σημείωση της περιοχής της Lorca

#### 3.3.1 Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου

Πριν την εκδήλωση του φαινομένου είχαν μεν ληφθεί προληπτικά μέτρα αλλά σε περιορισμένο βαθμό (Εικόνα 3-38). Αναφορικά με τις επεμβάσεις, λίγα μόνο μνημεία είχαν ενισχυθεί προσεισμικά, αλλά χωρίς ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα όπως αποδείχθηκε από το εύρος των βλαβών. Το 2000 τέθηκε σε εφαρμογή το σχέδιο ειδικής προστασίας και αποκατάστασης του ιστορικού κέντρου της Lorca, χωρίς ωστόσο ιδιαίτερα αποτελέσματα στην μείωση της σεισμικής τρωτότητας των κατασκευών (*Basset-Salom and Guardiola-Villora, 2014*).

Η Γενική Διεύθυνση Καλών Τεχνών και Πολιτιστικής Κληρονομιάς της Murcia διατηρούσε αρχείο με γενικές πληροφορίες της υφιστάμενης κατάστασης και των εργασιών επέμβασης για ορισμένα από τα μείζονα μνημεία. Αυτά τα χρήσιμα δεδομένα παραδόθηκαν στους Μηχανικούς που κλήθηκαν να επιθεωρήσουν μετασεισμικά τις κατασκευές.



(α)



(β)

Εικόνα 3-38: Μέτρα ορθής δόμησης σε κτήρια κατοικιών στην Lorca (α) ύπαρξη ευμεγεθών ακρογωνιαίων λίθων (β) δόμηση με μεγάλα λαξευτά λιθοσώματα στο κάτω μέρος της κατασκευής (Basset-Salom and Guardiola-Villora, 2014)

### 3.3.2 Πρώτες αντιδράσεις

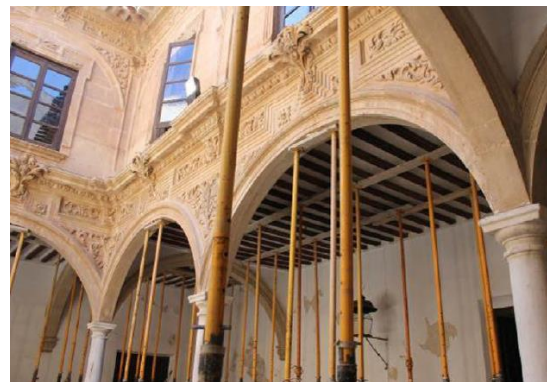
Αμέσως μετά τον σεισμό η Στρατιωτική Μονάδα Έκτακτης Ανάγκης ενεργοποιήθηκε, με σκοπό τον απεγκλωβισμό ατόμων και την δημιουργία κινητών ιατρικών μονάδων, σε συνεργασία με την Πολιτική Προστασία και τον Ερυθρό Σταυρό. Εντός 24 ωρών το Δημοτικό Τμήμα Καθαριότητας κινητοποιήθηκε για την απομάκρυνση των συντριμμίων και τον καθαρισμό των δρόμων με σκοπό την ανεμπόδιστη διέλευση των οχημάτων των Αρμόδιων Αρχών. Δεν αποφεύχθηκαν ορισμένες κατεδαφίσεις ετοιμόρροπων διατηρητέων κτιρίων. Σύντομα ξεκίνησαν οι αποστολές επιθεώρησης κατασκευών και δύο εβδομάδες έπειτα η πόλη επανήλθε στην κανονικότητα. Δύο μήνες μετά το Υπουργείο Πολιτισμού εξέδωσε εγχειρίδιο με ακριβείς κατευθυντήριες γραμμές για την διάσωση και την αποκατάσταση της πολιτιστικής κληρονομιάς.



Εικόνα 3-39:  
Κατευθυντήριες οδηγίες του  
Υπουργείου Πολιτισμού για  
την αποκατάσταση της  
πολιτιστικής κληρονομιάς  
(<https://www.lorca.es/concejaliaservicios/concejaliasyservicios.asp?id=1547>)



(α)



(β)

Εικόνα 3-40: Προσωρινή Υποστήλωση παλατιού Guevara (α) κύριας εισόδου (β) συστοιχίας τόξων στο αίθριο της κατασκευής (Romão et al., 2013)

### 3.3.3 Ανάταξη

Τρία χρόνια μετά την καταστροφή το σύνολο της πολιτιστική κληρονομιάς είχε αποκατασταθεί με επιτυχία, καθιστώντας το περιστατικό της Lorca ένα παράδειγμα καλής τακτικής. Οι απαραίτητες εργασίες βασίστηκαν στο εγχειρίδιο του Υπουργείου Πολιτισμού και για την υλοποίησή τους δαπανήθηκαν περί τα 64,3 εκατομμύρια ευρώ.

Τα διδάγματα που αποκτήθηκαν από τον σεισμό του 2011 έδωσαν το έναυσμα για την ανάπτυξη ενός σημαντικού αριθμού καλών πρακτικών, ιδίως αυτών που συνδέονται με την ανάκτηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.



(α)



(β)

Εικόνα 3-41: Iglesia de Santiago in Lorca: (α) αμέσως μετά τον σεισμό, πλήρης κατάρρευση θόλου (β) μετά την αποκατάστασή της, το 2014 ([https://murciatoday.com/the-iglesia-de-santiago-in-lorca\\_123190-a.html#leftcol](https://murciatoday.com/the-iglesia-de-santiago-in-lorca_123190-a.html#leftcol))

### 3.3.4 Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών

Οι περισσότερες κατασκευές από τοιχοποιία διέθεταν από έναν έως τέσσερις ορόφους. Στις συνήθεις κατοικίες το πάχος της περιμετρικής φέρουσας τοιχοποιίας κυμαίνεται μεταξύ 30-80cm, ενώ το πάχος της μεσοτοιχίας μεταξύ γειτονικών τοιχοποιιών κυμαίνεται μεταξύ 20-30cm. Τα όμορα κτίρια συχνά μοιράζονται τους τοίχους και διαθέτουν συνήθως ίδιες στάθμες. Κατά κανόνα οι εσωτερικοί τοίχοι έχουν μικρότερο πάχος και συνήθως δεν έχουν επαρκή σύνδεση με τους εξωτερικούς τοίχους. Τα πατώματα κατά 93% περίπου είναι ξύλινα ενώ το 7% είναι από ωπλισμένο σκυρόδεμα. Οι περισσότερες από τις προσόψεις διέθεταν μπαλκόνια μικρού μήκους, περί τα 40cm (Basset-Salom and Guardiola-Villora, 2014).

Η δόμηση των παλαιότερων κατασκευών υλοποιείται κυρίως με αργούς λίθους μικρού και μεσαίου μεγέθους με ασβεστοκονίαμα, ενώ με το πέρασμα του χρόνου χρησιμοποιούνται και οπτόπλινθοι με ασβεστοκονίαμα ή τσιμεντοκονίαμα (από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα και ύστερα), με παράλληλη αύξηση του αριθμού των ορόφων. Σε αρκετές περιπτώσεις συναντάται αργολιθοδομή με διαζώματα από οπτόπλινθους (Basset-Salom and Guardiola-Villora, 2014). Η ευρεία χρήση λαξευτών λίθων περιορίζεται στις μνημειακές κατασκευές και όχι στις κατοικίες. Στα υπέρθυρα τοποθετούνται ξύλινα στοιχεία ή λίθινα πλαίσια.

### 3.3.5 Περιγραφή κυριότερων βλαβών

Η πιο συνήθης μορφή αστοχία παρατηρήθηκε ότι είναι η εκτός επιπέδου, κυρίως στην πρόσοψη των κατασκευών, εξαιτίας πτωχών ή ανύπαρκτων συνδέσεων ακρογωνιαίων

λίθων στις γωνίες που σχηματίζουν οι τοίχοι. Οι ρωγμές έχουν μειούμενο προς τα κάτω εύρος και παρουσιάζονται είτε πλησίον της θεωρητικής πάκτωσης τοίχων είτε σε ενδιάμεση περιοχή τοίχου (Εικόνα 3-42).



Εικόνα 3-42: Κατακόρυφες ρωγμές από εκτός επίπεδου κάμψη της τοιχοποιίας (Basset-Salom and Guardiola-Villora, 2014)

Στις περιπτώσεις καλής σύνδεσης των τοίχων μεταξύ τους, αναπτύχθηκαν εντός επιπέδου αστοχίες στους τοίχους των οποίων το επίπεδο ήταν παράλληλο στην διεύθυνση της σεισμικής δράσης (Εικόνα 3-43). Οι ρωγμές που σχηματίστηκαν ήταν διαγώνιες στους πεσσούς και στα υπέρθυρα από εντός επιπέδου διάτμηση, κατακόρυφες στα υπέρθυρα από εντός επιπέδου κάμψη και οριζόντιες στην κεφαλή και τον πόδα των πεσσών από εντός επιπέδου κάμψη.

Υπήρξαν επί πλέον λίγες περιπτώσεις αστοχίας της τοιχοποιίας σε θλίψη εξαιτίας μεγάλης αναπτυχθείσας αξονικής δύναμης (Εικόνα 3-44). Η αστοχία σε θλίψη αποτελεί σοβαρή βλάβη, δυσχερώς επισκευάσιμη.



(α)

(β)

Εικόνα 3-43: Βλάβες σε υπέρθυρα από εντός επιπέδου δράση:  
(α) Διαγώνιες διατμητικές ρωγμές (β) Κατακόρυφη καμπτική ρωγμή  
(Basset-Salom and Guardiola-Villora, 2014)

Εικόνα 3-44: Αστοχία τοιχοποιίας σε θλίψη  
(Basset-Salom and Guardiola-Villora, 2014)

Η Lorca διαθέτει μία πληθώρα εκκλησιών μεγάλου αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος, οι οποίες συγκαταλέγονται στα στοιχεία που διαμορφώνουν τον πολιτιστικό χαρακτήρα της περιοχής. Οι εκκλησίες αποτέλεσαν τις κατασκευές πολιτιστικής κληρονομιάς που δέχτηκαν τις περισσότερες βλάβες.

Αναφορικά με τις εκκλησίες που διερευνήθηκαν στο πλαίσιο των επιθεωρήσεων, παρατηρήθηκε ότι, παραδόξως, δύο εκκλησίες που βρίσκονται σε επαφή παρουσίασαν εντελώς διαφορετικό επίπεδο βλάβης. Παρότι ο τύπος της λιθοδομής των δύο κατασκευών είναι σχεδόν ίδιος, η εκκλησία Nuestra Señora del Rosario παρουσίασε σοβαρές αστοχίες στους περιμετρικούς τοίχους και τον θόλο, ενώ η εκκλησία Santo Domingo δεν είχε σημάδια ενδεικτικά βλάβης, με εξαίρεση λίγες, μικρού εύρους ρωγμές στην πίσω όψη. Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί να αποδοθεί είτε σε διαφορετικό τρόπο θεμελίωσης των κατασκευών είτε στο θέμα της ακανονικότητας σε όψη. Και οι δύο κατασκευές διαθέτουν κανονικότητα σε κάτοψη, ωστόσο εκείνη που παρουσίασε βλάβες διέθετε αρκετά επίπεδα σε διαφορετικά ύψη για την δημιουργία χώρων εξυπηρέτησης διαφόρων λειτουργικών αναγκών<sup>19</sup>. Επίσης, άλλοι παράγοντες ενδέχεται να έχουν επηρεάσει την απόκριση των κατασκευών, όπως, φερειπείν, πιθανές διαφοροποιήσεις στην θεμελίωση.

Συνοπτικά, οι κυριότερες παρατηρούμενες βλάβες σε εκκλησίες υπήρξαν οι ακόλουθες:

- Ρηγμάτωση τόξων (Εικόνα 3-46)
- Καταρρεύσεις κωδωνοστασίων (Εικόνα 3-47)
- Ευρείες ρωγμές τοιχοποιίας και καταρρεύσεις προσόψεων από εκτός επιπέδου καμπτική καταπόνηση (Εικόνα 3-48)
- Αποδιοργάνωση ή πλήρης κατάρρευση τοιχοποιίας κυρίως στις περιοχές των θόλων (Εικόνα 3-49)
- Πλήρεις καταρρεύσεις θόλων ή στεγών (Εικόνα 3-41α)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί και στα προηγούμενα παραδείγματα, η χρήση στιβαρών στοιχείων σκυροδέματος ελλιπώς συνδεδεμένων στην στέψη της τοιχοποιίας μπορεί να λειτουργήσει ως κριός στην σεισμική καταπόνηση (Feriche et al., 2012).



(α)



(β)

Εικόνα 3-45: Εκκλησίες σε επαφή (α) Santo Domingo (β) Nuestra Señora del Rosario (Romão et al., 2013)

<sup>19</sup> Η έλλειψη κανονικότητας είτε σε όψη είτε σε κάτοψη αποτελεί απευκαταίω χαρακτηριστικό για όλες τις κατασκευές, αλλά στην τοιχοποιία το πρόβλημα εντείνεται εξαιτίας της μικρής αντοχής και παραμορφωσιμότητας.



*Εικόνα 3-46: Ρηγμάτωση τόξου της εκκλησίας Nuestra Señora del Carmen και προσωρινή υποστήλωση (Romão et al., 2013)*



*Εικόνα 3-47: Αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας στην περιοχή του κλειδιού του τόξου, κωδωνοστάσιο εκκλησίας San Francisco (Romão et al., 2013)*



*Εικόνα 3-48: Κατακόρυφες ρωγμές από εκτός επίπεδου καμπτική καταπόνηση, με μειούμενο προς τα κάτω εύρος, στην εκκλησία Nuestra Señora del Rosario. Δεξιά: προσωρινή συγκράτηση τοίχων με ελκυστήρες (Romão et al., 2013)*

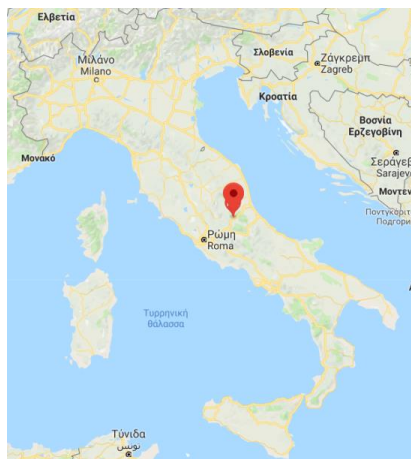


*Εικόνα 3-49: Αποδιοργάνωση τοιχοποιίας της εκκλησίας San Francisco (α) στον τρούλο (β) σε έναν εκ των θόλων (Romão et al., 2013)*

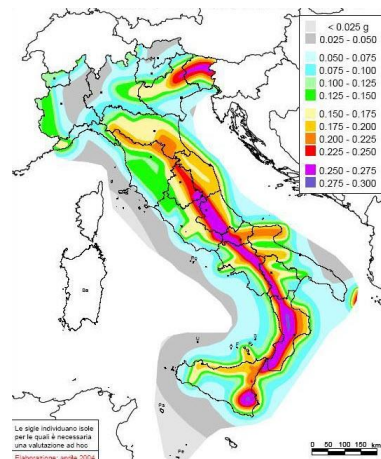


### 3.4 Κεντρική Ιταλία, Abruzzo: Ιστορικό κέντρο της L’Aquila

Η L’Aquila είναι η πρωτεύουσα της περιφέρειας Abruzzo στην κεντρική Ιταλία. Είναι πόλη του 13<sup>ου</sup> αιώνα, γνωστή για τον πλούτο του πολιτιστικού της αποθέματος αλλά και για την έντονη σεισμικότητά της (Εικόνα 3-51): έχει υποστεί τουλάχιστον πέντε σημαντικούς σεισμούς εντός των τελευταίων 700 ετών (Kouris et al., 2010). Στις 6 Απριλίου 2009 ένας σεισμός  $M_w=6,3$  (μέγεθος σεισμικής ροπής) με εστιακό βάθος 9km και επίκεντρο την L’Aquila προκάλεσε 305 θανάτους, 1.500 τραυματισμούς, απώλεια κατοικίας 29.000 ατόμων και απομάκρυνση 70.000 κατοίκων για λόγους ασφαλείας (Augenti and Parisi, 2010). Ο σεισμός επέφερε καταστροφικά αποτελέσματα και για την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής, προκαλώντας σημαντικές βλάβες σε πολυάριθμα μνημεία, εκκλησίες, παλάτια και διατηρητέα κτίρια (Εικόνα 3-52). Οι συνολικές οικονομικές απώλειες από την καταστροφή στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς ποσοτικοποιήθηκαν στα 3 δισεκατομμύρια δολάρια περίπου.



Εικόνα 3-50: Χάρτης της Ιταλίας με σημείωση της περιοχής της L’Aquila



Εικόνα 3-51: Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ιταλίας (<http://www.ingv.it>)



Εικόνα 3-52: Φωτογραφία από το ιστορικό κέντρο της L’Aquila μετά τον σεισμό

#### 3.4.1 Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου

Τα προληπτικά μέτρα από άποψη προστασίας των ιστορικών κατασκευών έναντι σεισμού υπήρξαν πολύ περιορισμένα. Όπως αποδείχθηκε, σε σημαντικό ποσοστό των κατασκευών δεν είχαν τηρηθεί βασικοί κανόνες δόμησης. Ωστόσο, οι πολύ λίγες περιπτώσεις κτιρίων δομημένων ή επισκευασμένων με τήρηση μέτρων αντισεισμικής προστασίας, συμπεριφέρθηκαν πολύ ικανοποιητικά. Η έλλειψη προετοιμασίας και

πρόνοιας αποδείχθηκε το μείζον πρόβλημα αναφορικά με τις βλάβες που προξένησε ο σεισμός στην πολιτιστική κληρονομιά.

### 3.4.2 Πρώτες αντιδράσεις

Παρά το γεγονός ότι η σοβαρότητα των βλαβών στην πολιτιστική κληρονομιά ήταν πρωτοφανής για τα ιταλικά δεδομένα, η Ιταλική Πολιτική Προστασία διέθετε ένα οργανωμένο σχέδιο έκτακτης ανάγκης, το οποίο τέθηκε σε εφαρμογή (*Modena et al., 2010*). Μόλις τρεις ώρες μετά τον σεισμό, η Πολιτική Προστασία αντέδρασε ταχύτατα, αποστέλλοντας ειδικά κλιμάκια στην πληγείσα περιοχή (*Augenti and Parisi, 2010*). Ακολούθησαν οι επιθεωρήσεις των κτιρίων με σκοπό την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασής τους, οι οποίες ξεκίνησαν δύο ημέρες μετά τον κύριο σεισμό. Θεωρήθηκε ότι ένας μεγάλος αριθμός των κατασκευών του ιστορικού κέντρου βρισκόταν υπό οιονεί κατάρρευση και, εξαιτίας των συνεχών μετασεισμών, θα μπορούσαν να καταρρεύσουν ακόμα και υπό πολύ μικρού μεγέθους οριζόντιες δυνάμεις. Για αυτό, το ιστορικό κέντρο εκκενώθηκε για λόγους ασφαλείας και αποφασίστηκε να επιθεωρηθεί μετά από τις περιοχές με τις λιγότερο εκτεταμένες βλάβες.

Αναφορικά με την διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς, η Πολιτική Προστασία δραστηριοποιήθηκε σε συνεργασία με το Υπουργείο Πολιτισμού, το ερευνητικό κέντρο της L'Aquila, τις ερευνητικές ομάδες τριών Πανεπιστημίων (στην Γένοβα, στην Πάντοβα και στο Μιλάνο) καθώς και με ειδικά εκπαιδευμένα κλιμάκια του Πυροσβεστικού Σώματος (Εικόνα 3-53). Βασικό μέλημα στάθηκε η κατάστροψη μίας λίστας διάσωσης στοιχείων κατά προτεραιότητα.



Εικόνα 3-53: Εργασίες διάσωσης του θόλου της Εκκλησίας Anime Sante από το Πυροσβεστικό Σώμα (*Modena et al., 2010*)

Οι πρώτες επιθεωρήσεις σε εκκλησίες του ιστορικού κέντρου επιχειρήθηκαν μία εβδομάδα μετά τον σεισμό. Για την επιθεώρηση εκκλησιών και παλατιών συμπληρώθηκαν φόρμες<sup>20</sup> σχεδιασμένες από την Πολιτική Προστασία ήδη από το 2006. Επιθεωρήθηκαν συνολικά περίπου 1677 ιστορικά κτίρια, εκ των οποίων 973 εκκλησίες και 649 παλάτια. Μόνο 240 από τις υπό εξέταση εκκλησίες κρίθηκαν

<sup>20</sup> Οι φόρμες περιλάμβαναν γενικές πληροφορίες, βασικές διαστάσεις, αδρομερή εκτίμηση οικονομικής απώλειας καταστροφής, αναφορές ύπαρξης έργων τέχνης εντός της επιθεωρούμενης κατασκευής, προτάσεις προσωρινών μέτρων υποστήριξης και εκτίμηση επισκευασιμότητας και καταλληλότητας χρήσης.

κατάλληλες για λειτουργία (Modena et al., 2010). Εν τέλει, το 53%, κατά προσέγγιση, των κτιρίων πολιτιστικής κληρονομιάς χαρακτηρίστηκε μη επισκευάσιμο και ακατάλληλο για χρήση, ενώ μόλις το 23% κρίθηκε κατάλληλο (Augenti and Parisi, 2010).

Για την άμεση προσωρινή αντιστήριξη των προσόψεων ιστορικών κτιρίων χρησιμοποιήθηκαν κυρίως συστήματα συγκράτησης με ξύλινα στοιχεία αλλά και παραδοσιακά ικριώματα (Εικόνα 3-54, Εικόνα 3-55).

Σε ορισμένα από τα μείζονα μνημεία που υπέστησαν σημαντικές βλάβες αποφασίστηκε η εγκατάσταση συστημάτων ενόργανης παρακολούθησης, προκειμένου να ελεγχθεί η ενδεχόμενη εξέλιξη των βλαβών και να αποφασιστούν οι κατάλληλες εργασίες προσωρινών και μόνιμων επεμβάσεων. Δύο από τα εμβληματικά κτίρια στα οποία πραγματοποιήθηκε ενόργανη παρακολούθηση (με τοποθέτηση βελόμετρων, επιταχυνσιογράφων και αισθητήρων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας) είναι η Εκκλησία του Αγίου Μάρκου (Εικόνα 3-56) και το Ισπανικό Φρούριο.



(α)



(β)

Εικόνα 3-54: Προσωρινές αντιστηρίξεις προσόψεων ιστορικών κατασκευών: (α) παραδοσιακά ικριώματα και ξύλινα στοιχεία (β) αντιστηρίξεις αντικρινών προσόψεων με ξύλινη κατασκευή (Modena et al., 2010)



(α)



(β)

Εικόνα 3-55: Αντιστηρίξεις προσόψεων εκκλησιών (α) San Domenico (β) Santa Giusta (Modena et al., 2010)



(α)



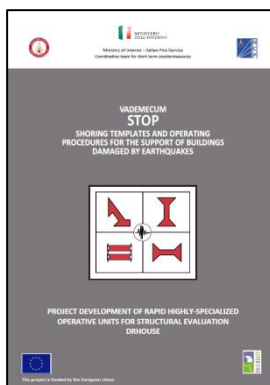
(β)

Εικόνα 3-56: Εντοργάνωση Εκκλησίας Αγίου Μάρκου (α) βελοόμετρο (β) αισθητήρας θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας (Modena et al., 2010)

### 3.4.3 Ανάταξη

Έναν χρόνο έπειτα από τον σεισμό, με πρωτοβουλία του Υπουργείου Εσωτερικών και σε συνεργασία με την Πυροσβεστική και το Πανεπιστήμιο του Ουντίνε, εκδόθηκε εγχειρίδιο (Grimaz et al., 2010) για τον προσδιορισμό των κατηγοριών προσωρινών αντιστηρίξεων (με χρήση ξύλινων και μεταλλικών στοιχείων), καθώς και των μεθόδων εφαρμογής τους (Εικόνα 3-57). Συγκεκριμένα, στο εγχειρίδιο προτείνονται λεπτομερείς λύσεις για αντιστήριξη τοίχων, ανοιγμάτων, πλακών, εξωστών, τόξων και θόλων.

Παρόλα ταύτα, οκτώ χρόνια μετά από την καταστροφή, η πόλη εξακολουθεί να είναι μερικώς εγκαταλελειμμένη: υφίσταται ακόμα η «κόκκινη ζώνη» απαγόρευσης διέλευσης ατόμων από συγκεκριμένες διαδρομές εξαιτίας της επικινδυνότητας των ετοιμόρροπων (Εικόνα 3-58), και πολλοί από αυτούς που έχασαν την κατοικία τους ακόμα διαμένουν σε λυόμενους οικίσκους. Η ανάταξη της πόλης βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη, με τις προσπάθειες αποκατάστασης των κτιρίων μνημειακού χαρακτήρα του ιστορικού κέντρου να αποκτούν πιο εντατικό ρυθμό τα τελευταία χρόνια, χάρις στην χρηματοδότηση από την Ιταλική Πολιτεία.



Εικόνα 3-57: Εγχειρίδιο προσωρινών αντιστηρίξεων μετά τον σεισμό της L'Aquila (Grimaz et al., 2010)



Εικόνα 3-58: Περιοχές όπου υφίσταται ακόμα η «κόκκινη ζώνη» (λήψεις του 2017) (<https://danilo.blog/2017/05/11/aquila-zona-rossa/>)

#### 3.4.4 Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών

Οι περισσότερες κατασκευές από τοιχοποιία στην L'Aquila είναι δομημένες με τρίστρωτη λιθοδομή, με ασβεστοκονίαμα χαμηλής ποιότητας. Ως επί τον πλείστον, οι κατασκευές αυτές διαθέτουν έναν έως τρεις ορόφους, με μικρότερο ύψος ορόφων στις ανώτερες στάθμες. Κατά κύριο λόγο, είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν σε συνήθεις σεισμούς χωρίς την εμφάνιση σοβαρών βλαβών, ωστόσο εμφανίζουν ανεπάρκειες σε περιπτώσεις σημαντικών σεισμών, ιδιαίτως στις περιπτώσεις κατά τις οποίες αποδιοργανώνονται τα πτωχής ποιότητας υλικά ή απουσιάζουν οι συνδέσεις μεταξύ τοίχων και προκύπτουν εκτός επιπέδου καταρρεύσεις (Kouris et al., 2010).

Οι παλαιότερες κατασκευές της L'Aquila διέθεταν τοιχοποιία μεγάλου πάχους (περίπου 1m) και μικρά ανοίγματα, ενώ τα μεγαλοπρεπή παλάτια και οι νεότερες κατασκευές είχαν συγκριτικά μεγαλύτερα ανοίγματα και μικρότερου πάχους τοιχοποιία (0,60-1,0m). Τα μεσαιωνικά κτίρια χαρακτηρίζονταν από μεγάλων διαστάσεων πεσσούς σε σχέση με τα υπέρθυρα, ενώ στις νεότερες κατασκευές οι πεσσοί παρουσίαζαν μεγαλύτερη τρωτότητα από τα υπέρθυρα, εξαιτίας της παρουσίας ανοιγμάτων μεγάλων διαστάσεων (Kouris et al., 2010).

Συνήθως, οι εσωτερικοί τοίχοι δεν ήταν επαρκώς συνδεδεμένοι με την εξωτερική τοιχοποιία. Σε λίγες περιπτώσεις παρατηρήθηκε η ύπαρξη οριζόντιων μεταλλικών ελκυστήρων για την σύνδεση της τοιχοποιίας και την συγκράτηση από εκτός επιπέδου κατάρρευση, ωστόσο όχι πάντα και προς τις δύο διευθύνσεις των κτιρίων και όχι απαραίτητως σε όλους τους ορόφους (Kouris et al., 2010).

Αναφορικά με τα πατώματα, στους ανώτερους ορόφους των παλαιών κατασκευών, αυτά ήταν ξύλινα χωρίς διαφραγματική λειτουργία και συχνά ανεπαρκώς συνδεδεμένα με την τοιχοποιία, ιδιαίτως με την εξωτερική παρειά της. Στον κατώτατο όροφο των κατασκευών, το πάτωμα συνήθως κατασκευαζόταν από θολωτή λιθοδομή, παρέχοντας διαφραγματική λειτουργία κατά την μία ή και τις δύο διευθύνσεις (αναλόγως με την διεύθυνση του τόξου)<sup>21</sup>. Στις κατασκευές που είχαν υποστεί πρόσφατες επεμβάσεις, αυτές είχαν υλοποιηθεί κυρίως με τοποθέτηση πατωμάτων ωπλισμένου σκυροδέματος, που προσέφεραν ισχυρή διαφραγματική λειτουργία μόνο όμως στις περιπτώσεις κατά τις οποίες είχαν συνδεθεί επιμελώς με την τοιχοποιία (Kouris et al., 2010).

#### 3.4.5 Περιγραφή κυριότερων βλαβών

Οι κυριότερες βλάβες που παρατηρήθηκαν είναι δυνατόν να αποδοθούν:

##### 1. Σε δομητικά σφάλματα και κατασκευαστικές ατέλειες

Πολλές από τις κατασκευές πολιτιστικής κληρονομιάς στην L'Aquila ήταν δομημένες εμπειρικά κι όχι σύμφωνα με τους Κανονισμούς, αποτελώντας έτσι κατασκευές σεισμικά ευάλωτες. Αναφορικά με τις δομητικές αστοχίες, αυτές αποδόθηκαν κατά κύριο λόγο σε:

---

<sup>21</sup> Τα τόξα σε δύο κάθετες διευθύνσεις είναι αυτά τα οποία παρέχουν διαφραγματική λειτουργία και στις δύο διευθύνσεις, αλλά διαθέτουν πολύ σημαντική μάζα.

- μη τήρηση βασικών κατασκευαστικών κανόνων (κυρίως απουσία σύνδεσης μεταξύ περιμετρικών τοίχων και μεταξύ πατώματος και εξωτερικής στρώσης τοιχοποιίας),
- χαμηλής ποιότητας τοιχοποιία και δόμηση

Παρατηρήθηκε ακόμα ότι:

- όσο περισσότεροι οι όροφοι της κατασκευής, τόσο πιο εκτεταμένες οι βλάβες που προέκυψαν
- ένα σημαντικό ποσοστό των απωλειών ζωής οφείλεται σε πτώση αρχιτεκτονικών διακοσμητικών στοιχείων ελλιπώς συνδεδεμένων με τον φέροντα οργανισμό.

Οι δομικές αστοχίες οι οποίες διαπιστώθηκαν στις κατασκευές από τοιχοποιία διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις εκτός επιπέδου και τις εντός επιπέδου.

Οι ρωγμές που οφείλονται σε καμπτική λειτουργία εκτός του επιπέδου του τοίχου, δηλαδή σε διεύθυνση του σεισμού κάθετη στο επίπεδο του τοίχου, είναι κατακόρυφες και εμφανίζονται περί το μέσον του τοίχου, ξεκινώντας από την στέψη του και επεκτεινόμενες προς τα κάτω με περιορισμό του εύρους τους. Όταν υπάρχει συνάντηση μεταξύ δύο τοίχων, τότε εμφανίζεται κατακόρυφη ρωγμή πλησίον της γωνίας (που συνιστά την θεωρητική πάκτωση) στον κάθετο τοίχο από αυτόν που τείνει να ανατραπεί εκτός επιπέδου. Ο τοίχος που τείνει να ανατραπεί παρουσιάζει «φούσκωμα» κατά την έννοια του πάχους του.



Εικόνα 3-59: Εκτός επιπέδου κατάρρευση τμήματος τοιχοποιίας (Kouris et al., 2010)



Εικόνα 3-60: Εκτός επιπέδου κατάρρευση τοίχου στον οποίο είχαν τοποθετηθεί ξυλοδεσιές μετά τον σεισμό του 1703, ελλιπώς συντηρημένες (Augenti and Parisi, 2010).



Εικόνα 3-61: Κατακόρυφη ρωγμή πλησίον γωνίας στον ανώτερο όροφο κατασκευής. Η ρωγμή σχηματίστηκε στον τοίχο που συνδέεται κάθετα με αυτόν που τείνει να ανατραπεί εκτός επιπέδου (Karlan et al., 2010).

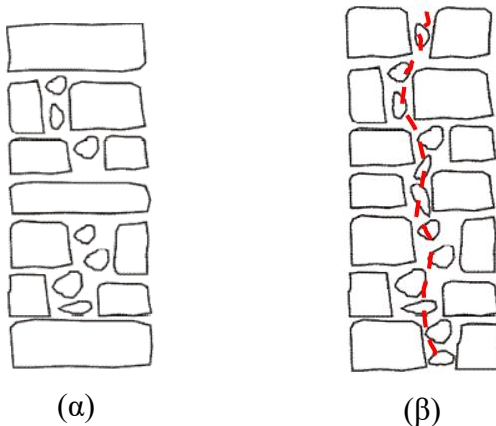
Με τον σεισμό να δρα ως ομοιόμορφο αδρανειακό φορτίο, ένας τοίχος, αναλόγως με τις συνθήκες στήριξής του, μπορεί να θεωρηθεί ότι αποκρίνεται ως:

- Πλάκα πρόβολος, σε περίπτωση απουσίας διαφράγματος, διαζώματος και σύνδεσής του με τους κάθετους σε αυτόν τοίχους.
- Τριέριστη πλάκα, σε περίπτωση καλής σύνδεσής του, που να υλοποιεί πάκτωση, με τους κάθετους σε αυτόν τοίχους και τυχόν ύπαρξης διαζώματος, αλλά με απουσία διαφράγματος.
- Δίσκος, σε περίπτωση καλής σύνδεσής του με τους κάθετους σε αυτόν τοίχους και πλήρους διαφραγματικής λειτουργίας στο επίπεδο της στέψης των τοίχων. Η παρουσία διαφράγματος εξασφαλίζει την μεταφορά και την ανάληψη του συνόλου σχεδόν της σεισμικής τέμνουσας από τους τοίχους τους ευρισκόμενους παράλληλα στην διεύθυνση του σεισμού. Προκειμένου, βέβαια, η τοιχοποιία να λειτουργήσει αποτελεσματικά ως δίσκος, είναι απαραίτητο και η ίδια να διαθέτει υψηλή αντοχή.

Οι εκτός επιπέδου αστοχίες προέκυψαν στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- απουσίαζαν διάτονοι λίθοι στο σώμα της τοιχοποιίας, γεγονός που διευκόλυνε τον αποχωρισμό των επιμέρους στρώσεων της τοιχοποιίας (Εικόνα 3-62)
- απουσίαζαν ακρογωνιαίοι λίθοι στις περιοχές των γωνιών
- υπήρχαν ανοίγματα μεγάλων διαστάσεων πλησίον γωνιών (Εικόνα 3-63)
- διαπιστώθηκαν σημαντικές ακανονικότητες σε κάτοψη και όψη

Κατασκευές στις οποίες έχουν τηρηθεί βασικοί κανόνες ορθής δόμησης τοιχοποιίας, συνήθως υφίστανται βλάβες εντός επιπέδου (Kouris et al., 2010).



Εικόνα 3-62: Τομή τοιχοποιίας (α) με διάτονους λίθους (β) χωρίς διάτονους ή ημιδιάτονους λίθους (Karlan et al., 2010).

Εικόνα 3-63: Παρουσία ανοίγματος σε μεγάλη εγγύτητα με την γωνία της τοιχοποιίας (Karlan et al., 2010).

Οι ρωγμές που οφείλονται σε καμπτική λειτουργία εντός του επιπέδου του τοίχου, μπορεί να είναι:

- Οριζόντιες, που σχηματίζονται στην κορυφή και στην βάση του πεσσού
- Κατακόρυφες, που σχηματίζονται στα άκρα των υπέρθυρων, υπό πρακτικώς μηδενική αξονική ένταση (Εικόνα 3-64)



Εικόνα 3-64: Κατακόρυφες ρωγμές στα άκρα των υπέρθυρων από εντός επιπέδου κάμψη (Kouris et al., 2010)

Οι ρωγμές που οφείλονται σε διάτμηση εντός του επιπέδου του τοίχου, είναι λοξές. Μπορούν να είναι διαγώνιες ή δισδιαγώνιες, εκτείνονται σε όλο το μήκος της διαγωνίου ή σε ένα μέρος αυτής και εμφανίζονται είτε στους πεσσούς είτε στις γωνίες των υπέρθυρων.



(α)



(β)

Εικόνα 3-65: Ρωγμές διάτμησης (α) Δισδιαγώνιες σε πεσσό που σχηματίζεται μεταξύ ανοιγμάτων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι ρωγμές διαπερνούν και τα λιθοσώματα της οπτοπλινθοδομής (Monaco, 2017) (β) Διαγώνιες σε υπέρθυρο (Kouris et al., 2010)

Σε τοιχοποιίες με οριζόντια διαζώματα, όπως ήδη αναφέρθηκε, οι πεσσοί είναι περισσότερο εύκαμπτοι από τα υπέρθυρα. Στην κεφαλή και τον πόδα των πεσσών συναντώνται οι μεγάλες ορθές τάσεις, ενώ στο μέσον οι μέγιστες διατμητικές τάσεις, εφόσον η τέμνουσα διατηρείται σταθερή κατά μήκος του πεσσού. Καθεμία εκ των δύο καταπονήσεων σχετίζεται με μία μορφή εφελκυσμού:

- Η κάμψη: με την καμπτική εφελκυστική αντοχή  $f_t^\perp$ , υπέρβαση της οποίας οδηγεί στο σχηματισμό των οριζόντιων ρωγμών  $f$  (flexure)
- Η διάτμηση: με την λοξή εφελκυστική αντοχή  $f_t^\parallel$ , υπέρβαση της οποίας οδηγεί στο σχηματισμό των διαγώνιων ρωγμών  $s$  (shear).

Ο σχηματισμός των ρωγμών κάμψης  $f$  προηγείται του σχηματισμού των ρωγμών διάτμησης  $s$ , καθώς η αντοχή της τοιχοποιίας σε εφελκυσμό κάθετα προς τους οριζόντιους αρμούς είναι η μικρότερη διατιθέμενη.



Αναφορικά με τις αστοχίες στις περισσότερες εκ των εκκλησιών, αυτές συνοψίζονται κυρίως σε εκτός επιπέδου κατάρρευση της πρόσοψης (façade) (Εικόνα 3-66) και βλάβες στους θόλους (Εικόνα 3-67) (Modena et al., 2010). Σε πολλές περιπτώσεις παρατηρήθηκε ότι τοίχοι πολύ μεγάλου πάχους ήταν δομημένοι με αργούς λίθους διαφόρων μεγεθών, σε ακανόνιστη διάταξη και με χαμηλής ποιότητας κονίαμα στις εξωτερικές παρειές, ενώ η ενδιάμεση στρώση περιείχε πολύ πτωχής ποιότητας υλικά (Εικόνα 3-68).



Εικόνα 3-66: Εκτός επιπέδου κατάρρευση της πρόσοψης της εκκλησίας San Giuseppe dei Minimi (Modena et al., 2010)



Εικόνα 3-67: Μερική κατάρρευση θόλου της εκκλησίας Santa Maria del Soccorso (Modena et al., 2010)



(α)



(β)

Εικόνα 3-68: Πολύ χαμηλής ποιότητας υλικά σε τοίχους μεγάλου πάχους σε εκκλησίες (α) San Michele Arcangelo in Celano (Modena et al., 2010) (β) Santa Maria di Paganica (Parisi and Augenti, 2013)

## 2. Σε ανεπαρκείς ή λανθασμένες προγενέστερες επεμβάσεις

Σε πολλές περιπτώσεις παρατηρήθηκε ότι, ενώ είχαν τοποθετηθεί μεταλλικοί ελκυστήρες για την σύνδεση των τοίχων, αυτοί μεταγενέστερα είχαν αυθαιρέτως αφαιρεθεί από την κατασκευή, με αποτέλεσμα να επέλθουν πολύ εκτεταμένες βλάβες. Τα δύο κυριότερα παραδείγματα στα οποία διαπιστώθηκε αυτή η λανθασμένη τακτική ήταν στο Ισπανικό Φρούριο και στην εκκλησία Beata Antonia, (Εικόνα 3-69) στην οποία οι σύνδεσμοι επανατοποθετήθηκαν άμεσα μετά στον σεισμό.

Συχνή υπήρξε, επί πλέον, η τοποθέτηση στοιχείων ωπλισμένου σκυροδέματος χωρίς σύνδεση με τα υπόλοιπα στοιχεία. Τα στιβαρά αυτά στοιχεία δύνανται να οδηγήσουν σε συγκέντρωση μεγάλων αδρανειακών δυνάμεων σε συγκεκριμένα σημεία και να

δημιουργήσουν ακανονικότητες, μεταβάλλοντας σημαντικά την απόκριση της κατασκευής, όπως συνέβη στις εκκλησίες San Marco (Εικόνα 3-70) και Santa Maria di Paganica, στην οποία είχε τοποθετηθεί δακτύλιος ωπλισμένου σκυροδέματος στην βάση του τρούλου χωρίς κατάλληλη σύνδεση (Εικόνα 3-71). Στην τελευταία, λήφθηκαν άμεσα μέτρα για την ελεγχόμενη κατεδάφιση των στοιχείων υπό οιονεί κατάρρευση (Augenti and Parisi, 2010).

Σε κάθε περίπτωση, εάν οι επεμβάσεις (είτε με ωπλισμένο σκυρόδεμα είτε με μεταλλικούς συνδέσμους) είναι αυθαίρετες και επιχειρούνται ατελώς (Εικόνα 3-72), καθίστανται αναποτελεσματικές και ενδεχομένως επιδεινώνουν την συμπεριφορά της κατασκευής υπό σεισμική καταπόνηση, όπως ήδη αναφέρθηκε. Ωστόσο, η ορθή εφαρμογή των μεθόδων ενίσχυσης αναμφίβολα δρα ευεργετικά στην σεισμική απόκριση των κατασκευών (Εικόνα 3-73).



Εικόνα 3-69: Βλάβες στην εκκλησία Beata Antonia (Modena et al., 2010)



Εικόνα 3-70: Αστοχία στο εσωτερικό της εκκλησίας San Marco (Modena et al., 2010)



Εικόνα 3-71: Κατάρρευση τρούλου της εκκλησίας Santa Maria di Paganica (Augenti and Parisi, 2010)



Πλάκα  
ωπλισμένου  
σκυροδέματος



Μεταλλικοί  
ελκυστήρες

Εικόνα 3-72: Κατασκευή που κατέρρευσε παρά την ύπαρξη πλάκας ωπλισμένου σκυροδέματος και μεταλλικών ελκυστήρων (Monaco, 2017)



Εικόνα 3-73: Αβλαβής κατασκευή στην οποία είχαν τοποθετηθεί μεταλλικοί ελκυστήρες και στους δύο ορόφους. Από την διαφορετική τους εμφάνιση μπορεί να συναχθεί ότι τοποθετήθηκαν σε διαφορετικές φάσεις. (Monaco, 2017)

### 3. Δομικές βλάβες που οδήγησαν σε καταστροφή έργων τέχνης

Εξαιτίας των βλαβών που προξενήθηκαν στον φέροντα οργανισμό πολλών ιστορικών κατασκευών και διατηρητέων κτιρίων, επήλθαν σημαντικές απώλειες και στο περιεχόμενο που φιλοξενούσαν. Συγκεκριμένα, καταστράφηκαν ψηφιδωτά και τοιχογραφίες (Εικόνα 3-74) που κοσμούσαν την εσωτερική παρειά της τοιχοποιίας, η οποία συνήθως είναι κατασκευασμένη λιγότερο προσεκτικά και παρουσιάζει μεγαλύτερη τρωτότητα. Επί πλέον, ανεπανόρθωτες βλάβες υπέστησαν αγάλματα (Εικόνα 3-75), μουσειακά εκθέματα και πίνακες εξαιτίας της πτώσης άλλων αντικειμένων επάνω σε αυτά αλλά και λόγω της, συχνά, ανεπαρκούς έδρασής τους.



(α)



(β)

Εικόνα 3-74: Διαγώνια διαμεπής ρωγμή (α) λήψη από το εξωτερικό της κατασκευής (β) λήψη από το εσωτερικό της κατασκευής, όπου η ρωγμή διαπερνά τοιχογραφία (Parisi and Augenti, 2013)



(α)



(β)

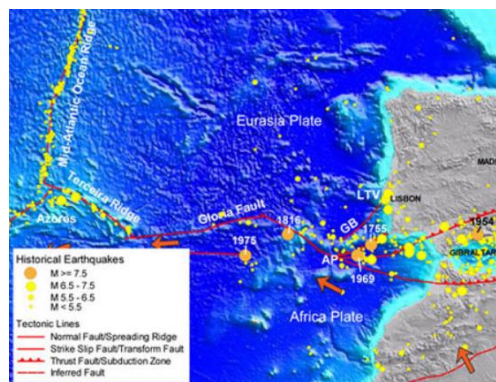
Εικόνα 3-75: Μερική (α: *Madonna in trono*) και ολική (β: *Sant'Antonio Abate*) κατάρρευση αγαλμάτων ευρισκόμενων εντός του Ισπανικού Φρουρίου (Parisi and Augenti, 2013)

### 3.5 Σεισμοί στην Πορτογαλία

Για την Πορτογαλία, όπου δεν έχει σημειωθεί πρόσφατος (μετά το 2000) καταστρεπτικός σεισμός, παρουσιάζονται στην συνέχεια στοιχεία παλαιότερων σεισμών που διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στην λήψη αποφάσεων και την διαμόρφωση στρατηγικών διαφύλαξης της πολιτιστικής κληρονομιάς έναντι σεισμού.

#### 3.5.1 Σεισμός του 1755 στην Λισαβόνα

Ο μεγάλος σεισμός της Λισαβόνας της 1<sup>ης</sup> Νοεμβρίου 1755, σε συνδυασμό με επακόλουθες πυρκαγιές και τσουνάμι, κατέστρεψε σχεδόν πλήρως την πρωτεύουσα και τις παρακείμενες περιοχές. Οι σεισμολόγοι εκτιμούν σήμερα ότι το μέγεθός του ήταν 8,5-9,0 στην κλίμακα Richter με επίκεντρο στον Ατλαντικό Ωκεανό, περίπου 200 χλμ. Δυτικά-νοτιοδυτικά του ακρωτηρίου St. Vincent (*Gutscher et al., 2006*). Ο σεισμός συνέπεσε με μία από τις μεγαλύτερες καθολικές εορτές και οι εκκλησίες, η πλειονότητα των οποίων κατέρρευσε, ήταν κατάμεστες (<http://www.air-worldwide.com/Publications/AIR-Currents/>). Οι εκτιμήσεις της απώλειας ανθρώπινων ζώων είναι εξαιρετικά αδρομερείς, με πηγές να αναφέρουν ότι χάθηκαν από 10.000 έως 100.000 ζώες σε Πορτογαλία και Μαρόκο, εξαιτίας του σεισμού, του τσουνάμι και της πυρκαγιάς, καθιστώντας το τριπλό αυτό περιστατικό ένα από τα πιο θανατηφόρα στην ιστορία. Από τις 20.000 κατοικίες θεωρείται ότι διασώθηκαν περίπου 3.000 μόνο (*Filion and Sands, 2016*). Θεωρείται πως η περίοδος επαναφοράς ενός τόσο καταστροφικού σεισμού βρίσκεται μεταξύ 3.000-4.000 ετών (<http://www.air-worldwide.com/Publications/AIR-Currents/>).



Εικόνα 3-76: Σεισμικότητα της Πορτογαλίας. Παρατηρείται ότι τα περιστατικά μεγάλου μεγέθους έχουν καταγραφεί στον Βόρειο Ατλαντικό, στα τμήματα που βρέχονται από αυτόν και στο Αρχιπέλαγος των Αζορών (<http://www.air-worldwide.com/Publications/AIR-Currents/>)



Εικόνα 3-77: Καλλιτεχνικές απεικονίσεις εποχής για το τριπλό περιστατικό του 1755 (<http://ncultura.pt/o-devastador-terramoto-de-1755/>)

Δύο από τα 13 μνημεία παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς της Πορτογαλίας, η Μονή των Ιερωνυμιτών και ο Πύργος Βελέμ, είχαν ικανοποιητική συμπεριφορά κατά τον μεγάλο σεισμό του 1755. Ένα μικρό τμήμα της μονής υπέστη βλάβη, η οποία όμως επισκευάστηκε γρήγορα.

(<http://www.mosteirojeronimos.gov.pt/en/index.php?s=white&pid=220&identificador=>).



(α)



(β)

Εικόνα 3-78: Δύο από τα σημαντικότερα μνημεία παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς στην Λισαβόνα στην σημερινή τους κατάσταση (α) Πύργος Βελέμ (β) Μονή των Ιερωνυμιτών ([http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id\\_site=263&gallery=1&index=13&maxrows=12](http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id_site=263&gallery=1&index=13&maxrows=12))

#### ▪ Ανάταξη

Στις 4 Δεκεμβρίου 1755, ο Μηχανικός Manuel da Maia παρουσίασε στον Βασιλιά της Πορτογαλίας Joseph I και τον Υπουργό του Marquês de Pombal τρία σχέδια για την ανακατασκευή της Λισαβόνας, εκ των οποίων το πρώτο σχέδιο προέβλεπε την ανοικοδόμηση της παλιάς πόλης με επανάχρηση υλικών, το δεύτερο πρότεινε την ανοικοδόμηση με πολεοδομικές μεταβολές εν σχέσει με τον αρχικό σχεδιασμό (διεύρυνση των οδών), ενώ η τρίτη αφορούσε την ισοπέδωση των πληγέντων συνοικιών και την εκ νέου κατασκευή. Η τελευταία λύση προκρίθηκε και σε λιγότερο από ένα έτος, απομακρύνθηκαν τα συντρίμια. Στην συνέχεια κατασκευάστηκαν μεγάλες πλατείες και οδοί και λεωφόροι σημαντικού πλάτους (*Filion and Sands, 2016*).

Στο πλαίσιο των ανακατασκευών κατοικιών εισήχθησαν τα κτίρια rombalino, τα οποία εμπίπτουν στις πρώιμες αντισεισμικές κατασκευές της Ευρώπης (Εικόνα 3-79). Η κατασκευή υλοποιείται με εγκιβωτισμό του τρισδιάστατου ξύλινου σκελετού στην τοιχοποιία με αποτέλεσμα την αύξηση της δυσκαμψίας του δομήματος. Προ της εφαρμογής δημιουργήθηκαν ξύλινα μοντέλα υπό κλίμακα στα οποία πραγματοποιήθηκε μια εναλλακτική μορφή προσομοίωσης σεισμού, με ταχύ βάδην του στρατού γύρω από αυτά (<http://observador.pt/especiais/se-lisboa-abanar-cai-como-amatrice/>).

Οι κατασκευές “rombalino” διακρίνονται από τις υπόλοιπες παραδοσιακές κατασκευές από τοίχοποιία μιας και διαθέτουν έντονο το γνώρισμα της γεωμετρικής κανονικότητας και της συμμετρίας. Τα ανοίγματα διατάσσονται σε απολύτως συνεπείς καθ’ ύψος θέσεις και ο αριθμός τους κυμαίνεται μεταξύ 3-6 για κάθε όροφο.

Χάρης στην χρήση του εν λόγω συστήματος θεωρείται ότι η μέγιστη μετακίνηση της κατασκευής κατά τον σεισμό μπορεί να μειωθεί κατά 70% (Bento et al., 2004).



Εικόνα 3-79: Ξύλινος κλωβός “rombalino” ενσωματωμένος σε τοιχοποιία (<http://observador.pt/especiais/se-lisboa-abanar-cai-como-amatrice/>)



Εικόνα 3-80: Ενώσεις των ξύλινων στοιχείων με μεταλλικά παρεμβλήματα (Bento et al., 2004)

#### ▪ Αποτίμηση των ενεργειών ανάταξης

Ο Marquês de Pombal υπήρξε πρωτοπόρος στην διαχείριση κινδύνου αλλά και στην εισαγωγή επιστημονικών λύσεων σε θέματα ανακατασκευών. Εκτός των υπόλοιπων πολυάριθμων πρακτικών ενεργειών του, συνέταξε ερωτηματολόγια με ερωτήσεις σχετικά με την διάρκεια του σεισμού, την αίσθηση που αυτός προκάλεσε, την ένταση των μετασεισμών, τις βλάβες που επήλθαν στις κατασκευές καθώς και την περιγραφή των αποτελεσμάτων του τσουνάμι και της πυρκαγιάς, τα οποία διαμοίρασε σε μεγάλο αριθμό ατόμων. Τα αρχεία αυτά φυλάσσονται έως σήμερα στην Εθνική Βιβλιοθήκη Πορτογαλίας (Torre do Tombo). Κατά αυτόν τον τρόπο επεδίωξε την διευκόλυνση των μεταγενέστερων ερευνητών ώστε να σχηματίσουν μία ολοκληρωμένη άποψη επί της καταστροφής και να μπορέσουν να «ανακατασκευάσουν» (<https://www.youtube.com/watch?v=FGhvδzcBPxQ>) το συμβάν με όσο το δυνατόν πιο επιστημονικό έρεισμα (Kozák, J. and Čermák, V., 2010). Προς την κατεύθυνση αυτή συνέβαλαν επιπροσθέτως οι παραστατικές απεικονίσεις του Γάλλου χαράκτη Jacques-Philippe Le Bas (Εικόνα 3-77 δεξιά).

Θεωρείται, συνεπώς, ότι η ανακατασκευή της Λισαβόνας συνιστά την απαρχή της Διαχείρισης Κινδύνου (Risk Management) στην Ευρώπη. Ο σεισμός αυτός κατέδειξε την αναγκαιότητα της επιστημονικής μελέτης των αποτελεσμάτων του σεισμού και της ανάπτυξης εργαλείων αντισεισμικής μηχανικής (Filion and Sands, 2016).

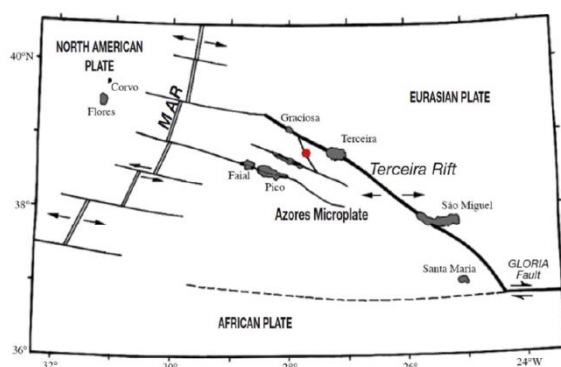
#### ▪ Κατασκευαστικά διδάγματα

Στο πλαίσιο των διδαγμάτων που αποκτήθηκαν από τον σεισμό του 1755, στην δόμηση, έως και τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα, επικράτησε η χρήση του ξύλινου σκελετού “ramprolino” και περιορίστηκε ο ανώτατος αριθμός ορόφων κατασκευών σε τρεις. Ακόμα, λήφθηκαν μέτρα και για την αντιπυρική προστασία, με την θέσπιση μεγάλου πάχους (>0,80m) πεσσών και την τοποθέτηση του ξύλινου σκελετού αποκλειστικά

στον δεύτερο και στον τυχόν τρίτο όροφο των κατασκευών. Η απόφαση αυτή λήφθηκε για τον περιορισμό της διάδοσης της φωτιάς μέσω του ξύλου, δεδομένου ότι στα περισσότερα δομήματα η πηγή μιας ενδεχόμενης πυρκαγιάς (λ.χ. τζάκι) βρίσκεται στο ισόγειο. Αυτό εξυπηρετεί και τον πρόσθετο σκοπό της προφύλαξης των ξύλων από την αποσάθρωση που προκαλεί η μόνιμη παρουσία υγρασίας, η οποία είναι σύνηθες να αναρριχάται σε μικρό ύψος πάνω από το έδαφος (Bento et al., 2004).

### 3.5.2 Σεισμός του 1980 στις Αζόρες

Την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 1980 ένας σεισμός μεγέθους  $M_w=7,2$  έπληξε τα αυτόνομα νησιά των Αζορών της Πορτογαλίας προκαλώντας 61 θανάτους, 400 περίπου τραυματισμούς και αφήνοντας άστεγους 15.000 κατοίκους. Αποτέλεσε τον σοβαρότερο σεισμό που έχει πλήξει την Πορτογαλία μετά το 1755. Σοβαρές βλάβες σημειώθηκαν σε κτίρια των τριών νησιών Terceira, São Jorge και Graciosa εξαιτίας της χαμηλής ποιότητας της δόμησης. Προσεγγιστικά, 11.899 κατοικίες στην Terceira, που αποτελούσαν το 70% των κατασκευών, καταστράφηκαν ολοσχερώς, συμπεριλαμβανομένης της ιστορικής συνοικίας Angra do Heroísmo (Εικόνα 3-83) πρωτεύουσας του νησιού, όπου έχασαν την κατοικία τους 15.878 άνθρωποι περίπου (Fagundes et al., 2017). Η Angra do Heroísmo ιδρύθηκε τον 15<sup>ο</sup> αιώνα και συνδέεται άμεσα με ένα γεγονός παγκόσμιας ιστορικής σημασίας: τις θαλάσσιες εξερευνήσεις που επέτρεψαν τις ανταλλαγές μεταξύ των μεγάλων πολιτισμών της Γης (Filion and Sands, 2016).



Εικόνα 3-81: Επίκεντρο του σεισμού του 1980 στο Αρχιπέλαγος των Αζορών (Fagundes et al., 2017)

#### 3.5.2.1 Δράσεις πριν την εκδήλωση του φαινομένου

Την εποχή του σεισμού η πολεοδομική ανάπτυξη των νήσων των Αζορών ήταν περιορισμένη και η δόμηση των κατοικιών ήταν μάλλον χαμηλής ποιότητας. Ωστόσο, η ιστορική πόλη Angra do Heroísmo διέθετε μεγάλο πολιτιστικό απόθεμα, με έναν σημαντικό αριθμό μνημείων και δομημάτων παραδοσιακής αρχιτεκτονικής.

Οι Αζόρες έχουν βιώσει πολλούς σεισμούς και ηφαιστειακές εκρήξεις από τους προϊστορικούς χρόνους, αλλά ο σεισμός του 1980 ήταν ίσως ο πλέον καταστροφικός από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα έως σήμερα. Η πόλη κρίθηκε ότι δεν ήταν επαρκώς προετοιμασμένη για ένα αντίστοιχο περιστατικό, παρά τον γνωστό -από την ιστορία-



σεισμογενή της χαρακτήρα, αφενός, και τα διδάγματα που αποκτήθηκαν από τον σεισμό του 1755, αφετέρου (Filion and Sands, 2016).

### 3.5.2.2 Πρώτες αντιδράσεις

Για την αποφυγή περαιτέρω προβλημάτων πραγματοποιήθηκε μία σειρά ενεργειών από την πλευρά της Πολιτείας. Συγκεκριμένα, οι άστεγοι μεταφέρθηκαν σε καταλύματα σε ανοικτούς χώρους προκειμένου να αποφευχθούν πρόσθετοι τραυματισμοί, και οι οδικές αρτηρίες καθαρίστηκαν γρήγορα για την ευχερή διέλευση των σωστικών οχημάτων. Σε κυρίαρχο πρόβλημα αναδείχθηκε η έλλειψη ικανού αριθμού μηχανικών και οι αμφιβολίες των τεχνιτών ως προς τις ενέργειες έκτακτης ανάγκης που όφειλαν να ακολουθήσουν (Filion and Sands, 2016).



Εικόνα 3-82: Στάθμες κτιριακών βλαβών μετά τον σεισμό του 1980 στην Angra do Heroísmo. (Fagundes et al., 2017)

### 3.5.2.3 Ανάταξη

Τελικώς, η πόλη ανοικοδομήθηκε και οι βλάβες επισκευάστηκαν εντός τεσσάρων ετών, χάρις στην ταχεία διαμόρφωση ενός πλάνου ανακατασκευής, το οποίο τέθηκε πολύ γρήγορα σε προτεραιότητα. Πολύ σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε η χορήγηση κινήτρων εκ μέρους της Πολιτείας για την ανοικοδόμηση των ιδιωτικών κατασκευών πολιτιστικής κληρονομιάς. Το 1983, το ιστορικό κέντρο του Angra do Heroísmo κηρύχθηκε μνημείο παγκόσμιας κληρονομιάς από την UNESCO (Filion and Sands, 2016).

Είναι, όμως, κοινός τόπος ότι οι καταστρεπτικές συνέπειες του σεισμού θα είχαν μέχρι ενός σημείου αποφευχθεί εάν τα διδάγματα από τον σεισμό του 1755 είχαν ληφθεί υπόψιν. Αποτέλεσε ευθύνη των επικεφαλής του τόπου το γεγονός ότι δεν είχαν εφαρμοστεί καθόλου μέτρα ετοιμότητας.



Εικόνα 3-83: Η Angra do Heroísmo στις Αζόρες  
(<http://www.ourplaceworldheritage.com/custom.cfm?action=WHsite&whsiteid=206#>)

#### 3.5.2.4 Περιγραφή γενικών στοιχείων ιστορικών κατασκευών και βλαβών

Στις Αζόρες συνήθως τα κτίρια διαθέτουν δύο έως τρεις ορόφους, με το μήκος της πρόσοψης να κυμαίνεται μεταξύ 6-12m, ενώ οι κατοικίες εύρωστων ευγενών έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις. Τα γειτονικά κτίρια δεν έχουν συνήθως ίδιο ύψος και οι όροφοι δεν βρίσκονται απαραίτητα στην ίδια στάθμη, είτε λόγω διαφορετικών υψών ορόφων είτε εξαιτίας της κλίσης του εδάφους. Οι εξωτερικοί τοίχοι είναι δομημένοι με λιθοδομή με πάχος περί τα 60-70cm και μπορούν να διακριθούν τρεις τύποις: (i) μονόστρωτη τοιχοποιία με λιθοσώματα κανονικού σχήματος, (ii) δίστρωτη τοιχοποιία με ημιδιάτονους λίθους (γ) τρίστρωτη τοιχοποιία με ενδιάμεσο γέμισμα. Οι γωνίες διαμορφώνονται με λαξευτούς ακρογωνιαίους λίθους. Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι είτε λίθινοι είτε ξύλινοι, γνωστοί ως τοίχοι “tabique” με πάχος 10cm. Τα θεμέλια των εξωτερικών τοίχων έχουν βάθος 30-40 cm, ενώ στις γωνίες αποτελούνται από λίθους υψηλότερης ποιότητας και εισχωρούν βαθύτερα στο έδαφος. Τα πατώματα είναι κατασκευασμένα από ξύλο, ομοίως και οι στέγες, οι οποίες είναι συνήθως δίρριχτες (Fagundes et al., 2017).

Η κατανομή βλαβών δεν ήταν ομοιογενής και παρουσίαζε μεταβολές ανάλογα με τη γεωλογία του εδάφους, την τοπογραφία και τα χαρακτηριστικά των κτιρίων. Οι κυριότερες βλάβες που εντοπίστηκαν ήταν καταρρεύσεις οροφών (Εικόνα 3-84) και εκτός επιπέδου καταρρεύσεις τοίχων (Εικόνα 3-85). Ακόμα, προκλήθηκαν και εντός επιπέδου βλάβες στην τοιχοποιία, κυρίως με διαγώνιες ρωγμές στους πεσσούς (Εικόνα 3-86) (Fagundes et al., 2017).



Εικόνα 3-84: Απώλεια έδρασης στέγης και κατάρρευση (Fagundes et al., 2017)



(α)



(β)

Εικόνα 3-85: Εκτός επιπέδου κατάρρευση τοιχοποιίας τρίτου ορόφου και κατάρρευση στέγης (α) Fagundes et al., 2017 (β) <https://www.publico.pt/2014/03/08/ciencia/noticia/memorias-do-sismo-de-1980-nos-acores-reunidas-num-site-1627466>



Εικόνα 3-86: Διαγώνιες ρωγμές σε πεσσούς μεταξύ ανοιγμάτων (Fagundes et al., 2017)

### 3.5.3 Σημερινή Εποχή

Σημειώνεται η παρατήρηση ότι σήμερα στην Angra do Heroísmo έχουν γίνει σημαντικές δράσεις για την αποκατάσταση, λόγω της πρόσφατης μνήμης του καταστροφικού σεισμού του 1980. Αντίθετα, στην Λισαβόνα δεν έχουν ληφθεί παρόμοιες πρωτοβουλίες, κάτι που πιθανόν αποδίδεται στην μακρινή πλέον μνήμη του σεισμού του 1775, μετά τον οποίον, βέβαια, τέθηκαν τα θεμέλια της διαχείρισης καταστροφών στην Πορτογαλία (Filion and Sands, 2016).

Στην Λισαβόνα ο κυρίαρχος τρόπος δόμησης περιλαμβάνει την χρήση ωπλισμένου σκυροδέματος για τον φέροντα οργανισμό, όπως άλλωστε στις περισσότερες

ευρωπαϊκές χώρες. Τα κτίρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα συνιστούν περίπου το 50% του κατασκευαστικού αποθέματος της πόλης. Ωστόσο, ένα πολύ σημαντικό ποσοστό των δομημάτων, περί το 36%, αποτελούν οι ιστορικές κατασκευές από τοιχοποιία, με ένα ευρύ φάσμα δομικών τυπολογιών και ποιότητας χρησιμοποιηθέντων υλικών. Προσεγγιστικά, το 12% των κατασκευών είναι σιδηρές, ενώ το εναπομένον 2% αφορά ιστορικές ξύλινες κατασκευές (<http://www.air-worldwide.com/Publications/AIR-Currents/>).

Τα κτίρια από τοιχοποιία στην Λισαβόνα είναι διώροφα και τριώροφα με ξύλινη στέγη και παρουσιάζουν μια ποικιλία τυπολογιών, που κυμαίνονται από την δίστρωτη αργολιθοδομή έως τις “*rombalino*”<sup>22</sup> (<http://www.air-worldwide.com/Publications/AIR-Currents/>). Το κονίαμα είναι συνήθως ασβεστοκονίαμα πολύ χαμηλής αντοχής, ενώ τα πατώματα και οι σκάλες είναι κατά κανόνα ξύλινα (Bento et al., 2004). Σε πολλές κατασκευές μεγάλης ηλικίας (περί τα 200 έτη) είναι έκδηλη η ελλιπής συντήρηση, που έχει οδηγήσει στην έντονη αποσάθρωση των ξύλινων στοιχείων, διαδραματίζοντας πολύ αρνητικό ρόλο σε ό,τι αφορά την τρωτότητά τους.

Αναφορικά με τις επεμβάσεις, ορισμένες από αυτές ενδέχεται να έχουν αρνητικό αντίκτυπο (Bento et al., 2004):

- Απομάκρυνση εσωτερικών τοίχων για την επέκταση των λειτουργικών χώρων (π.χ. καταστημάτων): μείωση της αντίστασης της κατασκευής έναντι σεισμού, ευχερέστερη εκτός επιπέδου ανατροπή
- Αντικατάσταση κατεδαφισμένων τμημάτων τοιχοποιίας με σιδηρά πλαίσια (Εικόνα 3-87α): συνεργασία υλικών με διαφορετικές ιδιότητες και ενδεχομένως μη συμβατές παραμορφώσεις
- Προσθήκη ορόφων επί υπαρχουσών κατασκευών (Εικόνα 3-87β): συγκέντρωση μάζας στην κορυφή της κατασκευής, κίνδυνος εκτός επιπέδου ολικής ανατροπής
- Αποκοπή ή μείωση διατομής στοιχείων ξύλινου σκελετού για την εγκατάσταση εξοπλισμού ύδρευσης (Εικόνα 3-87γ): διατάραξη συνέχειας



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 3-87: Επεμβάσεις σε υφιστάμενες κατασκευές (α) αντικατάσταση κατεδαφισμένου τμήματος τοιχοποιίας με σιδηρό πλαίσιο (β) προσθήκη ορόφων (γ) μείωση διατομής ξύλινων στοιχείων για τοποθέτηση σωλήνα (Bento et al., 2004)

<sup>22</sup> Η μορφή του ξύλινου σκελετού υπέστη σοβαρές αλλαγές με την πάροδο των ετών, με κυριότερη μεταβολή την χρήση λιγότερων στοιχείων, δηλαδή την δημιουργία ενός λιγότερο πυκνού δικτύου ξύλινων μελών (Bento et al., 2004).

### 3.6 Συμπερασματικές Διαπιστώσεις

Οι πλέον επικίνδυνες μορφές δομικών βλαβών είναι αυτές οι οποίες απειλούν συγχρόνως την ανθρώπινη ζωή και συγχρόνως την υπόσταση του συνολικού δομήματος πολιτιστικής κληρονομιάς. Οι συνηθέστερες που παρουσιάστηκαν ήταν:

- ✓ οι εκτός επιπέδου καταρρεύσεις προερχόμενες από ποικίλες αιτίες (Εικόνα 3-88)
- ✓ καταρρεύσεις στεγών εξαιτίας σημειακής έδρασης ανά αποστάσεις (Εικόνα 3-89)
- ✓ καταρρεύσεις λόγω εμβολισμού τοιχοποιίας από ανεπαρκώς συνδεδεμένα στοιχεία σκυροδέματος μεγάλης δυσκαμψίας (Εικόνα 3-90)



(α)



(β)

Εικόνα 3-88: Εκτός επιπέδου καταρρεύσεις τοιχοποιίας σε κατασκευές της L'Aquila (α) San Gregorio (β) Villa S. Angel (Lanzo, G. et al., 2010)



(α)



(β)

Εικόνα 3-89: Κατάρρευση στέγης (α) κατασκευή στην L'Aquila (Monaco, 2016) (β) κατασκευή στην Βρίσα (ΕΜΠ, 2017)



(α)



(β)

Εικόνα 3-90: Κατάρρευση κατασκευών στις οποίες είχαν τοποθετηθεί ασύνδετα στιβαρά μέλη ωπλισμένου σκυροδέματος (α) κατασκευή στην Βρίσα (Paradimitriou, P. et al., 2017) (β) κατασκευή στην L'Aquila (Monaco, 2016)

Λαμβάνοντας υπόψιν τις παρατηρηθείσες βλάβες, οι κυριότεροι παράγοντες που επηρέασαν την συμπεριφορά των κατασκευών ήταν:

- ✓ Οι κατασκευαστικές τεχνικές (αποτελεσματικές ή μη ενώσεις μεταξύ κατακόρυφων στοιχείων και μεταξύ κατακόρυφων και οριζόντιων, κιβωτιοειδής ή μη λειτουργία της τοιχοποιίας, δόμηση κατά την όψη και κατά το πάχος της τοιχοποιίας, βαθμός αλληλεμπλοκής λιθοσωμάτων, έδραση πατωμάτων και στέγης, διαφραγματική ή μη λειτουργία πατωμάτων, επάρκεια ή μη θεμελίωσης για την αποφυγή καθιζήσεων)
- ✓ Η γεωμετρία (κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, διαστάσεις διατομών κατακόρυφων στοιχείων, αριθμός ορόφων, διάταξη στοιχείων μεγάλης δυσκαμψίας, θέσεις και διαστάσεις ανοιγμάτων)
- ✓ Τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας (ποιότητα λίθων και κονιάματος, συνεργασία υλικών)
- ✓ Η κατάσταση συντήρησης των κατασκευών (γενικές αδυναμίες της κατασκευής, ελλιπής στεγάνωση, αποσύνθεση ξύλινων στοιχείων, ύπαρξη επεμβάσεων για την ίαση από προγενέστερους σεισμούς ή την ενίσχυση έναντι μελλοντικών σεισμών)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΩΝ

---

Παρά το ότι έως σήμερα έχουν υπάρξει, όπως παρουσιάστηκε, πολύ θετικές ενέργειες στις ευρωπαϊκές χώρες που διαθέτουν πλούσια πολιτιστική κληρονομιά αλλά συγχρόνως διατρέχουν σημαντικό σεισμικό κίνδυνο, υπάρχουν ακόμα βασικές ανεπάρκειες που οφείλουν να καλυφθούν.

Όπως έχει καταδείξει η μελέτη περιστατικών μεγάλων σεισμών, η μεγαλύτερη έλλειψη έγκειται στην πρόνοια και την προετοιμασία πριν την εκδήλωση του φαινομένου. Παρότι αναντίρρητα οι κύριες ελλείψεις εντοπίζονται στο προσεισμικό επίπεδο, πολλές από τις ανεπάρκειες ισχύουν επίσης και για το μετασεισμικό στάδιο. Τα βασικά κενά που εντοπίζονται στα ισχύοντα μέτρα μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω.

### 4.1 Γνωσιακές Ανεπάρκειες

#### ▪ Απουσία συστηματικού ελέγχου

Τόσο σε μεμονωμένα μνημεία, όσο και σε κατασκευές που ανήκουν σε ιστορικούς οικισμούς, εκλείπει ο συστηματικός προσεισμικός έλεγχος της υφιστάμενης κατάστασης, ώστε να καταστρωθούν σχέδια προστασίας τους έναντι των σεισμών οι οποίοι αναπότρεπτα θα συμβούν. Το πρόβλημα επιτείνεται στις περιπτώσεις συγκέντρωσης έμψυχου υλικού, όπως στους ιστορικούς οικισμούς και τα μουσεία.

Στους ιστορικούς οικισμούς, λόγου χάρη, πέραν των κατασκευαστικών προβλημάτων των κατοικιών, συχνά υφίσταται πολεοδομικό πρόβλημα εξαιτίας των πολύ στενών δρόμων και των πυκνοδομημένων χώρων. Υπάρχει έλλειψη παρακολούθησης της κατάστασης τόσο των κατασκευών καθαυτές, όσο και των χώρων διέλευσης ατόμων, για τους οποίους χρειάζεται να ληφθούν μέτρα για να απαλλαγθούν από εμπόδια που δυνητικά δυσχεραίνουν την διαφυγή ατόμων σε περίπτωση ανάγκης.

Αναφορικά με τα μουσεία, το ζήτημα που τίθεται είναι διττό: η ευστάθεια του περιεχομένου αλλά και του περιέχοντος. Σε αρκετά περιορισμένο βαθμό πραγματοποιούνται έλεγχοι για την εκτίμηση της καταλληλότητας ή μη των μουσείων (ως κτιρίων) αλλά και των μουσειακών προθηκών που φιλοξενούν εκθέματα μεγάλης αξίας, θέτοντας σε διακινδύνευση την ανθρώπινη ζωή (Εργαζομένων, Αρχαιολόγων, Συντηρητών, Επισκεπτών, Διερχόμενων Ατόμων).

Σε μετασεισμικό επίπεδο, η κυρίαρχη ανεπάρκεια εντοπίζεται στην έλλειψη ενός κοινώς αποδεκτού συστήματος καταγραφής και ερμηνείας των ευρημάτων των μετασεισμικών επιθεωρήσεων.

#### ▪ Κενά γνώσης εξαιτίας ανεπαρκούς έρευνας

Είναι γνωστό και κοινώς αποδεκτό ότι μέχρι σήμερα έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες προς την κατεύθυνση της σεισμικής προστασίας του πολιτιστικού αποθέματος. Χάρης στη διενέργεια ευρωπαϊκών προγραμμάτων, πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, έχουν φέρει εις πέρας ποικίλα ζητήματα που άπτονται του πολιτισμού. Μέχρι στιγμής, όμως, η ΕΕ έχει χρηματοδοτήσει μάλλον περιορισμένο πλήθος

προγραμμάτων περιεχομένου σχετικού με την διαφύλαξη αποκλειστικώς της πολιτιστικής κληρονομιάς έναντι σεισμού<sup>23</sup>, δεδομένου ότι οι αντίστοιχες προτάσεις δεν διαθέτουν τόσο έντονο το γνώρισμα της καινοτομίας, όσο άλλες προτάσεις σε διαφορετικούς τομείς της Επιστήμης, κυρίως τεχνολογιών αιχμής. Παρά ταύτα, πρόκειται για απολύτως απαραίτητες γνώσεις οι οποίες δεν μπορούν να αποκτηθούν παρά μόνον μέσα από κατάλληλη, έστω και μη καινοτόμο, έρευνα.

Είναι γεγονός ότι υπερισχύει η άποψη ότι, η συντήρηση των μνημείων δεν υπόκειται σε αυστηρά καθορισμένους κανόνες. Εντούτοις, μία τέτοια άποψη, συχνά, αντί να ενισχύει την ανάγκη άρσης των ασαφειών, έως σήμερα μεγεθύνει το κενό της κατανόησης και αναβάλλει τις απαραίτητες ενέργειες για την ανάπτυξη της γνώσης. Υπάρχουν, επομένως, σοβαρές αβεβαιότητες αναφορικά με την εκτίμηση/τον προσδιορισμό των διαθέσιμων αντοχών, των επιβαλλόμενων δράσεων και των μεθόδων ανάλυσης και των παραμέτρων που υπεισέρχονται σε αυτές. Υφίσταται ακόμα, άρα, σημαντικό κενό γνώσεων σε προσεισμικό και μετασεισμικό επίπεδο οι οποίες, είναι απαραίτητες για την πρακτική εφαρμογή ενεργειών προστασίας. Με την κατάλληλη χρηματοδότηση της έρευνας είναι δυνατόν να ελαττωθούν σταδιακά οι γνωσιακές ανεπάρκειες.

#### ▪ Έλλειψη συστήματος κατηγοριοποίησης μνημείων

Σε ορισμένες-τουλάχιστον-χώρες (η δική μας μέσα σ' αυτές) δεν υπάρχει διάκριση των κατασκευών που έχουν κηρυχθεί μνημεία σε κατηγορίες. Αναντίλεκτα, δεν διατίθενται σαφή κριτήρια για την θέσπιση προτεραιοτήτων πριν τον σεισμό και, ως αποτέλεσμα, οι απαιτήσεις προστασίας είναι το ίδιο αυστηρές κατά τον νόμο είτε πρόκειται για ένα μείζον μνημείο, είτε για ένα λιθόκτιστο σχολείο το οποίο διατηρεί την ανάμνηση ιστορικών γεγονότων, είτε για έναν ιστορικό οικισμό. Θεωρούνται όλα, χωρίς καμία μεταξύ τους διάκριση, μνημεία. Κάτι τέτοιο ωστόσο δεν λαμβάνει υπόψιν σημαντικές παραμέτρους, όπως το θέμα των αντικρουόμενων αξιών οι οποίες διακυβεύονται (λ.χ. της αξίας της ανθρώπινης ζωής όσων διαμένουν σε ιστορικούς οικισμούς). Εκλείπουν, δηλαδή, συστήματα για την κατηγοριοποίηση της σπουδαιότητας των μνημείων ώστε να ληφθούν οι απαραίτητες αποφάσεις για την στάθμη αποδεκτών βλαβών στον σεισμό σχεδιασμού.

Από τα παραπάνω απορρέει ότι η απουσία σαφών κριτηρίων αποτελεί τροχοπέδη στην θέσπιση προτεραιοτήτων των απαραίτητων ενεργειών που χρειάζεται να εφαρμοστούν για κάθε μνημείο ή ευρύτερη ενότητα μνημείων, σε προσεισμικό επίπεδο.

Ένα ακόμα αρνητικό επακόλουθο της έλλειψης ιεράρχησης αποτελεί το γεγονός ότι εξαιτίας των χωρίς διάκριση δεσμεύσεων, πολλοί ιδιοκτήτες δυσκολεύονται να ανταποκριθούν στις οικονομικές απαιτήσεις που συνεπάγονται οι εργασίες συντήρησης.

---

<sup>23</sup> βλ. Πίνακα στο Παράρτημα: έξι εκ των 43 ερευνητικών προγραμμάτων που έχει χρηματοδοτήσει η ΕΕ από το 1986 έως το 2017 αφορούν την διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς έναντι σεισμού.



#### ▪ Έλλειψη κανονισμών

Έχει συνταχθεί ένα πλήθος συστάσεων για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε ιστορικές κατασκευές, σε εθνικό επίπεδο. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, λόγω χάρη, μεγάλες προσπάθειες έχουν καταβληθεί από το Υπουργείο Πολιτισμού και το Τεχνικό Επιμελητήριο, οι οποίες όμως δεν έχουν θεσμοθετηθεί νομικά. Εκλείπει, άρα, η βάση για την τήρηση κατευθυντήριων οδηγιών και προδιαγραφών (για την τεκμηρίωση, την αποτίμηση, την προσεισμική ενίσχυση και την επισκευή βλαμμένων κατασκευών μετά τον σεισμό) η οποία είναι η σύνταξη κατάλληλων κανονιστικών κειμένων με ισχύ και κοινή αποδοχή σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες. Ως αποτέλεσμα, η αντιμετώπιση των διατηρητέων κτιρίων και οικισμών από τους Μηχανικούς οδηγεί στην πραγματοποίηση υπερβολικά επεμβατικών εργασιών, οι οποίες όχι μόνο αλλοιώνουν αυθεντικά μορφολογικά στοιχεία, αλλά και δεν είναι αναστρέψιμες. Παρότι στα υπάρχοντα κείμενα αντισεισμικών κανονισμών διευκρινίζεται ότι αυτά αφορούν αποκλειστικώς νέες κατασκευές και όχι υφιστάμενες (πολλώ μάλλον μνημεία), όπως είναι επόμενο, οι Μηχανικοί δεν είναι σε θέση να αναλάβουν τις ποινικές αλλά φυσικά και τις ηθικές ευθύνες που θα ανέκυπταν από την μη συμμόρφωση με κάποιον κανονισμό.

## 4.2 Διαχειριστικές Ανεπάρκειες

#### ▪ Ανεπαρκής εκπαίδευση και ενημέρωση

Ακόμη και σήμερα, πολύ σημαντικό ποσοστό των υφιστάμενων κατασκευών (μνημείων, κατοικιών αλλά και ιστορικών οικισμών) ανήκει στην κατηγορία των κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Ωστόσο, εστιάζοντας στην εκπαίδευση των Μηχανικών, μαθήματα που άπτονται των θεμάτων πολιτιστικής κληρονομιάς συνήθως δεν ενσωματώνονται στον προπτυχιακό κύκλο σπουδών. Ως αποτέλεσμα, οι περισσότεροι από τους Μηχανικούς οι οποίοι καλούνται πριν ή μετά τον σεισμό να επιθεωρήσουν κτίρια μνημειακού χαρακτήρα, συχνά δεν διαθέτουν το απαραίτητο γνωσιακό υπόβαθρο για να αποτιμήσουν την υφιστάμενη κατάστασή τους με αξιοπιστία, να αντιληφθούν το δομικό τους σύστημα μέσω ταχέως οπτικού ελέγχου και να προτείνουν λύσεις για τις απαραίτητες επεμβάσεις (επισκευές/ενισχύσεις). Το γεγονός αυτό οδηγεί στην εφαρμογή αυθαίρετων μέτρων τα οποία όχι μόνο δεν βελτιώνουν την απόκριση των κατασκευών, αλλά ενδεχομένως την επιδεινώνουν.

Αναφορικά με τους εργαζόμενους σε θέσεις ευθύνης, είναι σύνηθες να μην έχουν ενημερωθεί για την ύπαρξη ενός σχεδίου έκτακτης ανάγκης -στην ευμενή περίπτωση όπου αυτό υπάρχει. Συνακόλουθα, δεν λαμβάνουν εκπαίδευση για τις απαραίτητες ενέργειες αμέσως μετά από έναν ισχυρό σεισμό, με αποτέλεσμα την αδυναμία διαχείρισης εκτάκτων καταστάσεων.

Διαπιστώνεται, επιπροσθέτως, η ελλιπής ενημέρωση του κοινού για θέματα διαχείρισης φυσικών καταστροφών και συγκεκριμένα του σεισμού. Η Πολιτική Προστασία είναι υπεύθυνη για την οργάνωση σχετικών σεμιναρίων και ημερίδων και την σύνταξη οδηγιών. Ωστόσο οι περισσότερες από τις δράσεις πραγματοποιούνται

απλώς διεκπεραιωτικά και με ανεπάρκειες, εξαιτίας της χαμηλής συμμετοχής του κοινού ή της απουσίας των προσκεκλημένων ομιλητών.

#### ▪ **Απουσία θεσμοθετημένων κινήτρων**

Όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως, οι αυστηρές απαιτήσεις προστασίας για όλα τα κτίρια μνημειακού χαρακτήρα οδηγούν σε ανάγκη για εργασίες υψηλού κόστους. Συγχρόνως, όμως, τις περισσότερες φορές, η νομοθεσία που περιβάλλει τα ακίνητα αυτά δεν προστατεύει τον ιδιοκτήτη από τις επιβαρύνσεις που επέρχονται με τον χαρακτηρισμό τους.

Είναι γεγονός ότι συγκεκριμένα στην χώρα μας υφίστανται θεσμοθετημένα μέτρα οικονομικής υποστήριξης για την αναστήλωση διατηρητέων που ανήκουν σε ιδιώτες (Γκανασούλης, 2014):

- ✓ Χαμηλότοκα δάνεια για την επισκευή ή ανακατασκευή
- ✓ Κρατική επιχορήγηση του συνόλου ή μέρους της δαπάνης για επιβαλλόμενες ειδικές οικοδομικές εργασίες
- ✓ Υλοποίηση έργων αναπλάσεων σε παραδοσιακούς οικισμούς και ιστορικά κέντρα πόλεων κατά προτεραιότητα.
- ✓ Επιχορήγηση από το Δημόσιο ή τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης του συνόλου ή μέρους της δαπάνης για την αποκατάσταση και συντήρηση των όψεων των κτιρίων με προτεραιότητα τις περιοχές παραδοσιακού χαρακτήρα
- ✓ Έκπτωση στην φορολογητέα αξία για μεταβίβαση
- ✓ Μείωση του αναλογούντος φόρου για μεταβιβάσεις σε άτομα 1<sup>ου</sup> βαθμού συγγενείας
- ✓ Αύξηση της έκπτωσης από το ακαθάριστο εισόδημα των διατηρητέων ακινήτων
- ✓ Μειώσεις των κρατήσεων για την έκδοση οικοδομικών αδειών αποκατάστασης - επισκευής
- ✓ Μείωση ΦΠΑ για δομικές εργασίες

Ωστόσο, πολύ συχνά τα παραπάνω μέτρα δεν τίθενται σε ισχύ, και η όποια προσφερόμενη οικονομική υποστήριξη είναι εύκολα μαχητή έναντι των οικονομικών επιβαρύνσεων και των αυξημένων υποχρεώσεων των ιδιοκτητών, για δύο κυρίως αιτίες:

- ✓ Σημαντική καθυστέρηση μεταξύ της καταχώρισης των κτιρίων ως προτεινομένων για χαρακτηρισμό μέχρι την σύνταξη της αιτιολογικής εκθέσεως και την έκδοση υπουργικής απόφασης, εφόσον δεν υπάρχει νομοθετικός χρονικός περιορισμός για την δράση της Διοίκησης
- ✓ Πολυδάπανη διαδικασία την οποία καλούνται να αντιμετωπίσουν οι ιδιοκτήτες, όταν η ιδιοκτησία τους θεωρείται ότι δύναται να χαρακτηριστεί ή χαρακτηρίζεται διατηρητέα, αφού όλες οι σχετικές μελέτες πρέπει να βαρύνουν τους ίδιους.

Έτσι, επιτείνεται το φαινόμενο της εγκατάλειψης, καθώς πολλοί ιδιοκτήτες αδυνατούν να συμβάλουν στην συνολική ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς, ιδιαίτερας των ιστορικών οικισμών, αφού δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να διατηρήσουν την ιδιοκτησία τους ή να την αποκαταστήσουν μετά από έναν σεισμό. Δεν είναι, επίσης, σπάνιες οι περιπτώσεις αυθαίρετων κατεδαφίσεων των ιστορικών κατασκευών με πρωτοβουλία των ιδιοκτητών τους, προκειμένου να αποφύγουν τον χαρακτηρισμό και τους περιορισμούς που αυτός επιβάλλει, ανεγείροντας στο οικόπεδό τους νέα κατασκευή.

Πάντως, το θέμα της εγκατάλειψης πρέπει να εξετάζεται και από την σκοπιά της μόνιμης ή της εξοχικής κατοικίας. Εάν πρόκειται για την μόνιμη κατοικία, πολλές περιπτώσεις κατοικιών που ανήκουν σε παραδοσιακό οικισμό δεν προσφέρουν τις απαιτούμενες διευκολύνσεις που έχει ανάγκη ο κάτοικος (απαρχαιωμένες υδραυλικές και ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, γηρασμένα υλικά, π.χ. ξύλινα πατώματα, κ.α.). Αυτός είναι ένας σοβαρός παράγοντας, και όχι πάντα η έλλειψη ευαισθητοποίησης για την πολιτιστική κληρονομιά, ούτε οικονομικές παράμετροι που άπτονται των επεμβάσεων, που ενδέχεται να ωθήσει τους ιδιοκτήτες στην ανάγκη κατασκευής ή εύρεσης νέας κατοικίας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ

Η διαπίστωση της ύπαρξης των κενών και ελλείψεων που παρουσιάστηκαν προηγουμένως οδηγεί στην ανάγκη διατύπωσης συγκεκριμένων και εφαρμόσιμων προτάσεων με σκοπό την διαμόρφωση ενιαίας ευρωπαϊκής στρατηγικής. Οι προτάσεις διακρίνονται αναλόγως με τα ενδιαφερόμενα μέλη (Εκλεγμένα Μέλη ΕΕ, Κεντρικές Κυβερνήσεις, Τοπικές Αρχές, Λειτουργικά Όργανα) και βασίζονται σε τέσσερις πυλώνες: έρευνα, εκπαίδευση, πιλοτικά προγράμματα, κανονισμούς. Όπως είναι επόμενο, μεταξύ των προτάσεων στα εκάστοτε ενδιαφερόμενα μέλη υπάρχουν αλληλοεπικαλύψεις, καθώς μια πληθώρα ζητημάτων δεν θα μπορούσαν εκ των πραγμάτων να επαφίονται αποκλειστικώς σε έναν φορέα.



Εικόνα 5-1: Σχηματική απεικόνιση πυλώνων προτάσεων και βασικών αποδεκτών

Ακόμα, σημειώνεται ότι, για την ενίσχυση της έρευνας και της εκπαίδευσης, την διοργάνωση και εφαρμογή των πιλοτικών προγραμμάτων αλλά και την διαμόρφωση κανονιστικών κειμένων η ΕΕ θα ήταν ευκαίριο να αναπτύξει συνεργασία με την ευρωπαϊκή πανεπιστημιακή κοινότητα.

### 5.1 Σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο

#### ▪ Ενημέρωση των Ευρωβουλευτών

Προκειμένου να καταστεί εφικτή η επαγρύπνηση σε ευρωπαϊκό επίπεδο για θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, είναι αρχικώς απαραίτητη η ενημέρωση των εκλεγμένων μελών του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου, που λαμβάνουν όλες τις σχετικές αποφάσεις. Προς αυτήν την κατεύθυνση, θα βοηθούσε η διεξαγωγή σεμιναρίων και η διοργάνωση σύντομων επιμορφωτικών προγραμμάτων από ειδικούς επιστήμονες με κατάρτιση στην διαχείριση θεμάτων που αφορούν την υλική και άυλη πολιτιστική κληρονομιά. Μέσω των δράσεων τα εκλεγμένα μέλη ενημερώνονται για το ευρωπαϊκό πολιτιστικό απόθεμα, τις αξίες που το περιβάλλουν αλλά και τους κινδύνους που το απειλούν. Εν συνεχεία, έχουν την ευχέρεια να θέσουν σε εφαρμογή την αποκτηθείσα γνώση, θέτοντας προτεραιότητες στις απαραίτητες ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν, συνυπολογίζοντας την πολιτιστική κληρονομιά του εκάστοτε κράτους-μέλους και τους κινδύνους που ελλοχεύουν για αυτήν.

## ▪ Ευρωπαϊκή χρηματοδότηση σε τέσσερις πυλώνες

Η πραγματοποίηση όλων των απαραίτητων ενεργειών για την βελτίωση των τακτικών με τις οποίες προστατεύεται η πολιτιστική κληρονομιά πανευρωπαϊκώς προϋποθέτει χρηματοδότηση. Με τον όρο αυτόν δεν νοείται αποκλειστικώς η παροχή υψηλότερης οικονομικής υποστήριξης, αλλά και η πιο αποδοτική διαχείριση και κατανομή των υφιστάμενων πόρων προς τις ακόλουθες κατευθύνσεις, ζήτημα αλληλένδετο και με την ενημέρωση και κατάλληλη εκπαίδευση των εκλεγμένων μελών. Οι κυριότεροι τομείς των οποίων η ανάπτυξη συνδέεται άρρηκτα με την παροχή οικονομικών πόρων περιγράφονται ακολούθως.

### 1. Έρευνα

Συγκεκριμένα πεδία της έρευνας τα οποία είναι αναγκαίο να ενισχυθούν αφορούν την αποτίμηση της κατάστασης των κατασκευών, την βελτίωση και την ανάπτυξη τεχνικών επεμβάσεων αλλά και την εμβάθυνση στην επιστήμη των υλικών και των μεθόδων εφαρμογής τους, τόσο παραδοσιακών, που ήδη εκτεταμένα έχουν χρησιμοποιηθεί στην δόμηση, αλλά και καινοτόμων.

Αναφορικά με τις εργασίες επέμβασης, οι θεωρητικές γνώσεις που διατίθενται για την συμπεριφορά επισκευασμένων ή ενισχυμένων μελών και για την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων είναι μάλλον περιορισμένες. Είναι απαιτούμενη η ενίσχυση των πεδίων έρευνας γύρω από τις υπάρχουσες μεθόδους επεμβάσεων αμέσως μετά τον σεισμό και σε μεταγενέστερο στάδιο. Έμφαση όμως δίνεται στην ανάγκη διάθεσης πόρων για ανάπτυξη της έρευνας σχετικά με μεθόδους μειωμένου οικονομικού και κοινωνικού κόστους, ήτοι:

- ✓ οικονομικών
- ✓ αξιόπιστων
- ✓ που αποδίδουν αποτελέσματα σε σύντομο χρόνο
- ✓ δεν απαιτούν την εκκένωση των κατασκευών για μεγάλο χρονικό διάστημα

Επιπροσθέτως, είναι απαραίτητη η διερεύνηση της επιρροής των αποτελεσμάτων των ανθρωπογενών δράσεων επί των κατασκευών, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι μεγάλο ποσοστό των καταστροφών αποδίδεται στην συνέργεια του σεισμού και της ανθρώπινης δράσης (π.χ. σε περιπτώσεις λανθασμένων επεμβάσεων σε υφιστάμενες ιστορικές κατασκευές).

### 2. Εκπαίδευση

Το θέμα της ευρωπαϊκής χρηματοδότησης για την πολιτιστική κληρονομιά αναπόφευκτα επεκτείνεται και στον τομέα της εκπαίδευσης, τόσο των Μηχανικών όσο και των Τεχνιτών. Η αξιολόγηση και η διαχείριση των κινδύνων του δομημένου πολιτιστικού περιβάλλοντος οφείλουν να μην διεκπεραιώνονται αποκλειστικά σε θεωρητικό πλαίσιο: είναι απαραίτητη η εξασφάλιση σύνδεσης μεταξύ της γνώσης και της πρακτικής εφαρμογής σε υφιστάμενες κατασκευές.

Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου, θεωρείται ουσιώδης η δημιουργία δικτύων μεταπτυχιακών μαθημάτων συνεργαζόμενων πανεπιστημίων, η θέσπιση διεθνών διεπιστημονικών προγραμμάτων, αλλά και προγραμμάτων συνεχιζόμενης εκπαίδευσης για τους Μηχανικούς των σχετικών ειδικοτήτων (κυρίως Πολιτικών Μηχανικών και Αρχιτεκτόνων).

Επί πλέον, η ολοένα εντεινόμενη μείωση του αριθμού των εξειδικευμένων στην παραδοσιακή δόμηση τεχνιτών είναι γεγονός, με επακόλουθο την απώλεια της άυλης αξίας της πρακτικής γνώσης των παραδοσιακών τεχνικών. Συνεπώς, θα ήταν εξαιρετικά επωφελής η δημιουργία εκπαιδευτικών κέντρων τεχνικής κατάρτισης, όπου θα διδάσκονται οι παραδοσιακές μέθοδοι δόμησης.

### 3. Συγκεκριμένες Εφαρμογές

Η υλοποίηση συγκεκριμένων εφαρμογών, των οποίων προφανής σκοπός αποτελεί η πρόληψη των καταστροφικών συνεπειών του σεισμού, μπορεί να αποτελέσει ταυτοχρόνως βάση για την εξέταση της εφαρμοσιμότητας πλήθους τεχνικών, την άντληση στοιχείων με σκοπό την αναβάθμισή τους, την διαπίστωση τυχόν σφαλμάτων και επομένως την διεύρυνση της διατιθέμενης εμπειρίας. Ειδικότερα, συστήνεται ο προσανατολισμός προς τις ακόλουθες εφαρμογές.

Αρχικά, προτείνεται η **πilotική προσεισμική ενίσχυση** μεμονωμένης κατασκευής η οποία θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως οδηγός για τους μελετητές. Σε λίγους επιλεγμένους Δήμους που θα δείξουν σχετική ετοιμότητα (προμελετητική, αλλά και από άποψη διαθεσιμότητας σχετικού διατηρητέου κτιρίου), η Ε.Ε. θα μπορούσε να προσφέρει χρηματοδότηση και τεχνικοεπιστημονική υποστήριξη για μια pilotική προσεισμική ενίσχυση «μνημειακού» κτιρίου, μικρής κλίμακας, και για λόγους δοκιμασίας, και για λόγους παραδείγματος που μπορεί να επιταχύνει την λήψη αποφάσεων για το σύνολο<sup>24</sup>.

Η σύνταξη τέτοιων μελετών μπορεί να είναι ιδιαιτέρως αποδοτική, καθώς τα υλικά κατασκευής και το δομικό σύστημα των κτιρίων σε ιστορικούς οικισμούς παρουσιάζουν σχετική ομοιομορφία. Τέτοιου είδους pilotικές μελέτες, χωρίς να καταργούν την ανάγκη σύνταξης μελέτης για κάθε ξεχωριστό κτίριο, προσφέρουν την βάση για αυξημένης αξιοπιστίας αποτίμηση, καθώς και για την επιλογή κατάλληλων μεθόδων επέμβασης.

Έπειτα, προτείνεται η **αποκατάσταση συγκεκριμένων μνημείων ή ολόκληρων ιστορικών οικισμών** σε επιλεγμένους δήμους, με την ανάπτυξη επιστημονικά ορθής μεθοδολογίας δομητικής αντισεισμικής ενίσχυσης. Χρειάζεται, επίσης, η σύνταξη εναλλακτικού πλάνου σταδιακής εκκένωσης του Ιστορικού Οικισμού, με μεταφορά των κατοίκων σε άλλη, ασφαλή περιοχή. Η μεθοδολογία οφείλει να αναπτυχθεί στο πλαίσιο μιας αντιπροσωπευτικής Επιτροπής (Κυβέρνηση, Ειδικοί Μηχανικοί, Αρχαιολόγοι, Χρήστες του Οικισμού), για την αναζήτηση ενός

---

<sup>24</sup> Από συνέντευξη με τον Ομότιμο Καθηγητή κ. Θ.Π.Τάσιο στο πλαίσιο του Ερευνητικού Προγράμματος “ Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters ”.

«βέλτιστου» φθοράς μνημειακών αξιών εις όφελος της ασφάλειας ζωής των κατοίκων<sup>25</sup>. Προκειμένου, βέβαια, περί εφαρμογών σε τοπικό επίπεδο, είναι απαραίτητη η γνώση πολεοδομικών-χωροταξικών στοιχείων της υπό εξέταση περιοχής, όπως δομικά χαρακτηριστικά ομάδων κατασκευών, πληθυσμιακή κατανομή και κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες κατοίκων. Για την ανακατασκευή ενός τμήματος οικισμού χρειάζεται να ληφθεί πρόνοια για την ασφαλή εκκένωση σε περίπτωση μελλοντικού σεισμού αλλά και για την διευκόλυνση της πρόσβασης οχημάτων έκτακτης ανάγκης. Κάτι τέτοιο απαιτεί **μεταβολές πολεοδομικού χαρακτήρα** σε ορισμένα τμήματα του οικισμού, με διεύρυνση των οδών και τήρηση ανοιχτών χώρων ασφαλούς συγκέντρωσης.

Ακόμα, μεγάλης σημασίας θεωρείται η λεπτομερής **δομητική τεκμηρίωση** μνημείων συγκεκριμένων περιοχών ή κατασκευών ιστορικών οικισμών. Κατά αυτόν τον τρόπο, εμπλουτίζεται η βάση δεδομένων, που αφορά τόσο το κάθε μνημείο ξεχωριστά, όσο και το σύνολο των μνημείων που παρουσιάζουν κοινά γνωρίσματα, και είναι απαραίτητη για την ανατροφοδότηση της έρευνας. Η δομητική τεκμηρίωση όλων των ιστορικών κατασκευών είναι απαραίτητο να διεξάγεται από εξειδικευμένους Μηχανικούς και σε συγκεκριμένα, σαφώς ορισμένα, στάδια (βλ. Ενότητα 5.2.3). Οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις μπορούν να καταστούν πολύ επιβοηθητικές για την ερμηνεία διαφορετικών βλαβών, ευρισκομένων σε διαφορετικές κατασκευές του ίδιου ιστορικού κέντρου ή σε διαφορετικές περιοχές του ίδιου μνημείου. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με την συνεργασία Δομοστατικών και Γεωτεχνικών Πολιτικών Μηχανικών, Αρχιτεκτόνων, Χημικών Μηχανικών, Γεωλόγων, Αρχαιολόγων και Συντηρητών.

Τέλος, είτε πρόκειται για προσεισμική ενίσχυση είτε για δομητική τεκμηρίωση μνημείου, η **μελέτη μεγάλων κατηγοριών κατασκευών ως ενότητων** (λ.χ. ιστορικές λιθόκτιστες γέφυρες, μουσεία στεγασμένα σε μνημεία, πύργοι, εκκλησίες κ.α.) μπορεί να αποδειχθεί περισσότερο τελεσφόρα, χάρις στα κοινά χαρακτηριστικά που διαθέτουν οι επιμέρους κατασκευές, η παρατήρηση και μελέτη των οποίων ενδέχεται να διευκολύνει την κατανόησή τους και συνακόλουθα την δρομολόγηση των αναγκαίων ενεργειών. Κάθε στοιχείο πολιτιστικής κληρονομιάς εντάσσεται μεν στο πλαίσιο μίας ευρύτερης κατηγορίας και εξετάζεται καταρχήν ως μέρος αυτής, ωστόσο κάτι τέτοιο δεν καταργεί την ανάγκη αντιμετώπισής του ως ξεχωριστής οντότητας, με την σύνταξη ξεχωριστής μελέτης.

#### 4. Σύνταξη Ευρωπαϊκών Προδιαγραφών και Κανονισμών

Η σύνταξη κανονιστικών κειμένων που να παρέχουν στους Μηχανικούς όχι μόνον κατευθυντήριες γραμμές, αλλά σαφείς οδηγίες για την τεκμηρίωση, την αποτίμηση και τις επεμβάσεις συνιστά απαίτηση για να στοιχειοθετηθεί ευρωπαϊκή στρατηγική για την διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η χάραξη στρατηγικής, προκειμένου να είναι εφαρμόσιμη, οφείλει να βασίζεται σε ευρωπαϊκούς

---

<sup>25</sup> Από συνέντευξη με τον Ομότιμο Καθηγητή κ. Θ.Π.Τάσιο στο πλαίσιο του Ερευνητικού Προγράμματος “ Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters ”.



κανονισμούς στους οποίους θα διακρίνονται οι απαιτήσεις για συγκεκριμένες κατηγορίες πολιτιστικής κληρονομιάς (μεμονωμένα μνημεία, ιστορικοί οικισμοί, μουσεία, χώροι αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, μουσειακά εκθέματα, τοιχογραφίες κ.α.). Η σύνταξη ευρωπαϊκών κανονισμών απορρέει από την έρευνα και την εκπαίδευση, και η διαμόρφωσή των οδηγιών θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τις διαφορετικές απειλές που επικρατούν στα κράτη μέλη (Risk Assessment), εισάγοντας εθνικό προσάρτημα, ομοίως με τους Ευρωκώδικες.

#### ▪ Δημιουργία βάσης δεδομένων

Θα ήταν χρήσιμη η δημιουργία μίας βάσης δεδομένων στην οποία θα μπορούν να αποτίθενται στοιχεία από κάθε κράτος μέλος, αναφορικά με την υφιστάμενη κατάσταση μείζονων μνημείων, όπως αυτή προκύπτει από επιθεωρήσεις σε εθνικό επίπεδο, αλλά και με τις συνέπειες σεισμών, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών ανθρώπινων ζώων και κατοικιών, των δομικών βλαβών σε στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς αλλά και των οικονομικών απωλειών που αυτές συνεπάγονται. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η διάδοση της γνώσης, της εμπειρίας και της τεχνογνωσίας μεταξύ των χωρών, ενώ συγχρόνως προσεγγίζεται ο στόχος της ευαισθητοποίησης του κοινού.

## 5.2 Σε Εθνικό Επίπεδο

Ο τρόπος με τον οποίον επιλέγει κάθε Πολιτεία να διαφυλάττει την Πολιτιστική της Κληρονομιά αποτελεί το μέτρο όχι μόνο της οικονομικής ευρωστίας της, αλλά και τους ήθους της. Ίσως η εκάστοτε καταστροφή αργήσει να έλθει, όμως οι απαραίτητες κινήσεις, ενδεχομένως αφανείς αλλά σοβαρές, οφείλουν να έχουν οργανωθεί εκ των προτέρων για να μπορέσουν να υλοποιηθούν.

### 5.2.1 Κεντρικές Κυβερνήσεις

#### ▪ Εκπαίδευση και ενημέρωση σε εθνικό επίπεδο

Για την αποτελεσματική προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς χρειάζεται να δοθεί έμφαση στην εκπαίδευση και την ενημέρωση σε τρεις κύριες κατηγορίες:

#### Μηχανικοί

Το θέμα της εκπαίδευσης των Μηχανικών δεν εναπόκειται μόνον σε ευρωπαϊκούς φορείς, αλλά πρωτίστως στην διάρθρωση των σπουδών σε εθνικό επίπεδο. Είναι, επομένως, σκόπιμο να εξεταστεί η θέσπιση ή/και η ενίσχυση υπαρχόντων μαθημάτων προπτυχιακών και μεταπτυχιακών προγραμμάτων (α) των Πολιτικών Μηχανικών, σε θέματα πολιτισμικής εμβάθυνσης αφενός, και στη μηχανική συμπεριφορά παραδοσιακών υλικών και δομητικών τυπολογιών αφετέρου (β) των Αρχιτεκτόνων σε θέματα ευαισθητοποίησης γύρω από την αξία της ανθρώπινη ζωής, με την παρουσίαση στατιστικών των συμβάντων σε βλαμμένους ιστορικούς οικισμούς, και

σε θέματα απλοποιημένης Μηχανικής για την κατανόηση του μορφικώς εφικτού υπό τον όρο του μηχανικώς ανθεκτικού<sup>26</sup>.

#### Εργαζόμενοι σε θέσεις ευθύνης

Για κάθε τομέα σχετιζόμενο άμεσα (λ.χ. Υπουργεία Πολιτισμού, Μουσεία, Αρχαιολογικοί Χώροι, Ινστιτούτα κ.α.) ή έμμεσα (Πολιτική Προστασία, Αστυνομία, Πυροσβεστική κ.α.) με την διαχείριση κινδύνων πολιτιστικής κληρονομιάς, οφείλει να συντάσσεται συγκεκριμένο σχέδιο έκτακτης ανάγκης, που να προβλέπει σαφώς τις αναγκαίες ενέργειες αμέσως μετά από τον σεισμό, καθώς και τους αρμόδιους για την περαίωση αυτών. Είναι, δηλαδή, αναγκαία η κατανομή των ρόλων των εργαζομένων. Συνεπώς, η εκπαίδευση επί του σχεδίου έκτακτης ανάγκης των εργαζομένων σε θέσεις ευθύνης κρίνεται απαραίτητη και μπορεί να υλοποιηθεί με την διοργάνωση σχετικών σεμιναρίων (in-job training). Είναι προφανές ότι, αναλόγως με τις ανάγκες κάθε χώρου, είναι πιθανώς απαραίτητη η χρήση συγκεκριμένου εξοπλισμού (λ.χ. για κατάσβεση πυρκαγιάς), για την οποία οι αρμόδιοι θα πρέπει να έχουν εκπαιδευτεί επαρκώς. Επί πλέον των σεμιναρίων, η διεξαγωγή επαναλαμβανόμενων ασκήσεων ετοιμότητας, για την αξιολόγηση των αντιδράσεων, μπορούν να συμβάλουν στην βελτίωση του σχεδίου, υποδεικνύοντας πιθανά κενά ή ασάφειες αλλά και στην μείωση του χρόνου κινητοποίησης κατά την ανάκυψη του πραγματικού κινδύνου.

#### Κοινό

Αποτελεί επιδίωξη αλλά και αναγκαία συνθήκη να αισθανθεί ο πολίτης συμμετοχος στην διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Αναφορικά με τους ιδιοκτήτες ιστορικών κατασκευών, προτείνεται η διοργάνωση σεμιναρίων με πρωτοβουλία των Δήμων, σε συνεργασία με τις τοπικές Αρχές (π.χ. Εφορίες) του υπεύθυνου οργάνου (π.χ. Υπουργείο Πολιτισμού) κάθε χώρας, με σκοπό την ενημέρωσή τους για την αξία των ιστορικών κέντρων αλλά και τις δυνατότητες οικονομικής αξιοποίησης των διατηρητέων ιδιοκτησιών τους.

Ακόμα, πολύ επωφελής μπορεί να είναι η συμμετοχή των δημοτών σε ημερίδες της Πολιτικής Προστασίας με θέμα την ετοιμότητα στις οποίες θα διεξάγονται ασκήσεις εκτάκτου ανάγκης.

#### ▪ **Κατηγοριοποίηση στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς**

Όπως έχει διαπιστωθεί από την εμπειρία ισχυρών σεισμών που έπληξαν την Ευρώπη, σπανίως επιτυγχάνεται η διάσωση του συνόλου των στοιχείων που συνθέτουν την ακίνητη και κινητή πολιτιστική κληρονομιά της πληγείσας περιοχής. Όμως, τα πολιτιστικά αγαθά είναι πεπερασμένα, μη ανανεώσιμα και πολύτιμα. Κάθε στοιχείο έχει συμβολή στην πολιτιστική κληρονομιά του τόπου και αντιπροσωπεύει ένα τμήμα αυτής.

Ο καταρτισμός ενός συστήματος κατηγοριοποίησης των στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς καθιστά εφικτό τον προσδιορισμό προτεραιοτήτων σχετικά με την λήψη

---

<sup>26</sup> Από συνέντευξη με τον Ομότιμο Καθηγητή κ. Θ.Π.Τάσιο στο πλαίσιο του Ερευνητικού Προγράμματος “ Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters ”.

αποφάσεων πριν την ανάκυψη του σεισμού και την απαιτούμενη χρηματοδότηση, κοινοτική ή εθνική για την διενέργεια των σχετικών ενεργειών. Μία τέτοια κατηγοριοποίηση θα μπορούσε να λαμβάνει υπόψιν έναν αριθμό παραγόντων σχετιζόμενων με:

- ✓ Την μοναδικότητα του μνημείου (λ.χ. μνημεία παγκόσμιας κληρονομιάς)
- ✓ Την σπανιότητα των χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών
- ✓ Την ιστορική αξία (λ.χ. μνημεία ή τόποι όπου διαδραματίστηκαν σημαντικά ιστορικά γεγονότα)
- ✓ Την εμβληματική αξία (λ.χ. παλάτια, φρούρια, τείχη, πύργοι κ.α.)
- ✓ Την συνάθροιση κοινού (λ.χ. μνημεία που στεγάζουν μουσεία)
- ✓ Την φιλοξενία αντικειμένων και αρχείων υψηλής ιστορικής και πολιτιστικής σημασίας (λ.χ. μουσεία, πινακοθήκες κ.α.)

Μία περίπτωση στην οποία ευχερώς θα μπορούσε να βρει εφαρμογή η κατηγοριοποίηση είναι αυτή των μουσειακών εκθεμάτων. Η διάκρισή τους σε αντικαταστάσιμα, δυσχερώς αντικαταστάσιμα και αναντικατάστατα (βάσει της μοναδικότητας, της σπανιότητας και της ιστορικής αξίας) οδηγεί σε θέσπιση προτεραιοτήτων διαφύλαξης των αντίστοιχων αντικειμένων σε περίπτωση φυσικής καταστροφής. Με αυτό το δεδομένο, οφείλει επιπροσθέτως να ορίζεται από τον κανονισμό του εκάστοτε μουσείου ο αρμόδιος για την μεταφορά των αναντικατάστατων αντικειμένων σε ασφαλές μέρος και για την έγκαιρη ειδοποίηση συντηρητή, ο οποίος θα είναι σε θέση να αναλάβει την φροντίδα των αντικειμένων που έχουν υποστεί βλάβη.

#### ▪ **Ορισμός συγκεκριμένων οδηγιών από την αρμόδια αρχή κάθε κράτους**

Οι αρμόδιες αρχές κάθε κράτους (παραδείγματος χάριν, η Διεύθυνση Νεότερων Μνημείων του Υπουργείου Πολιτισμού στην Ελλάδα) θα ήταν ωφέλιμο να θεσπίσουν συγκεκριμένες οδηγίες για τις εργασίες αναστηλώσεων, επισκευών και ενισχύσεων σε διατηρητέα κτίρια. Στην περίπτωση αυτή, ο Μηχανικός του έργου θα υποβάλει στην αρμόδια αρχή τον φάκελο των εργασιών που θα λάβουν χώρα, του οποίου τα περιεχόμενα αλλά και ο τρόπος παρουσίασης αυτών θα έχουν οριστεί σαφώς από την αρμόδια αρχή. Εντός του φακέλου συστήνεται να περιέχεται οικονομοτεχνική μελέτη του συνόλου των εργασιών επέμβασης.

#### ▪ **Θεσμοθέτηση κινήτρων**

Μια πληθώρα περιπτώσεων καταστροφής διατηρητέων κτιρίων από σεισμό αποδίδεται στην απουσία κατάλληλων μέτρων συντήρησής τους ως αποτέλεσμα της εγκατάλειψής τους από τους ιδιοκτήτες τους. Η αιτία της εγκατάλειψης συνήθως εντοπίζεται στην αδυναμία των κατοίκων ιστορικών κατασκευών να αντιμετωπίσουν το υψηλό κόστος των διερευνήσεων και των μελετών που είναι απαραίτητες για τις εργασίες συντήρησης ή ενίσχυσης. Είναι, συνεπώς, αναγκαία η θέσπιση κινήτρων προς τους ιδιοκτήτες εκ μέρους της πολιτείας για την λήψη:

- ✓ προληπτικών μέτρων:
  - Χρηματοδοτικά μέτρα: οικονομική ενίσχυση με κάλυψη ενός ποσοστού των απαιτούμενων εξόδων για ολοκληρωμένη συντήρηση διατηρητέας οικοδομής.
  - Φορολογικά μέτρα: ελαφρύνσεις ή απαλλαγές
  - Μεταφορά Συντελεστή Δόμησης (ειδικά για την Ελλάδα, και όπου αλλού δύναται να ισχύει), που έχει διττό ρόλο: αφενός την αξιοποίηση των δικαιωμάτων που δεν χρησιμοποιούνται στο διατηρητέο τεμάχιο, αφετέρου την δυνατότητα πώλησης του πρόσθετου συντελεστή δόμησης, με σκοπό την εξασφάλιση περισσότερων πόρων για την συντήρηση.
- ✓ μέτρων αποκατάστασης μετά από σεισμό:
  - Χορήγηση στεγαστικής συνδρομής για την ανακατασκευή ή επισκευή πληγέντων κτισμάτων ανάλογα με το βαθμό βλάβης τους.

Προϋπόθεση αποτελεί η συντήρηση να επιτελείται σύμφωνα με τις Αρχές Διατήρησης, οι οποίες συνοπτικά ορίζουν ότι:

- ✓ οι επεμβάσεις οφείλουν να σέβονται όλα τα τμήματα του κτιρίου και να μην διαταράσσουν την ισορροπία της σύνθεσής του.
- ✓ οι νέες προσθήκες οφείλουν να διαχωρίζονται από τα αυθεντικά μέρη, φέροντας την σφραγίδα της εποχής τους.
- ✓ είναι ευκαταίω να υπάρχει δυνατότητα επαναφοράς του κτιρίου στην προτεραιία (προ της επέμβασης) κατάσταση (αρχή της αναστρεψιμότητας).
- ✓ η χρήση παραδοσιακών υλικών και μεθόδων δόμησης είναι καλό να προτιμάται. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες επιβάλλονται σύγχρονες τεχνικές, αυτές οφείλουν να είναι συμβατές με τα παραδοσιακά υλικά (αρχή της συμβατότητας).

### 5.2.2 Τοπικές Αρχές

#### ▪ Εκπαίδευση και ενημέρωση των μηχανικών σε τοπικό επίπεδο

Πέραν των πανεπιστημιακού κύκλου σπουδών, στην εκπαίδευση και την ενημέρωση των Πολιτικών Μηχανικών και των Αρχιτεκτόνων για τον χειρισμό θεμάτων που άπτονται της προστασίας του δομημένου πολιτισμικού αποθέματος μπορεί να συνδράμει και η δράση των δήμων ή των περιφερειών, σε συνεργασία με τα Τεχνικά Επιμελητήρια κάθε χώρας. Συγκεκριμένα, προτείνεται η ανάληψη πρωτοβουλιών για την διοργάνωση σεμιναρίων, με ομιλητές που διαθέτουν εμπειρία στην αντιμετώπιση σχετικών καταστάσεων και με χαρακτήρα τοπικό καθώς η πολιτιστική κληρονομιά κάθε περιοχής παρουσιάζει ιδιαιτερότητες (λ.χ. ύπαρξη ιστορικού κέντρου/ιδιαιτερες γεωτεχνικές παράμετροι/σπανιότητα δομικού συστήματος/συνέργεια κινδύνων φυσικών καταστροφών κ.α.) και οι κίνδυνοι που συνδέονται με αυτήν χρήζουν διαφορετικής αντιμετώπισης. Η παρακολούθηση τέτοιων σεμιναρίων θα ήταν εξαιρετικά επιβοηθητική για τους Μηχανικούς ενασχολούμενους με επιθεωρήσεις και εργασίες συντήρησης ιστορικών κατασκευών.

- **Προσεισμική επιθεώρηση διατηρητέων κτιρίων από τεχνικές υπηρεσίες δήμων**

Οι Τεχνικές Υπηρεσίες των Δήμων οι οποίοι διαθέτουν κατασκευές πολιτιστικής κληρονομιάς είναι καλό να στελεχώνονται, εκτός των άλλων, κι από Μηχανικούς ειδικευμένους σε θέματα διατήρησης. Ένα πολύ σημαντικό μέτρο για την αποφυγή των δυσάρεστων συνεπειών ενός ισχυρού σεισμού είναι η διεξαγωγή τακτών προσεισμικών επιθεωρήσεων με σκοπό την αξιόπιστη αποτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης αυτών.

Θεωρείται ακόμα απαραίτητο οι δήμοι να είναι καλά οργανωμένοι πολύ πριν από την εκδήλωση σεισμών αποφασίζοντας και τοποθετώντας διακριτή σήμανση σε περιοχές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την συγκέντρωση κοινού μετά από σεισμό. Και σε αυτήν την περίπτωση, αλλαγές πολεοδομικού χαρακτήρα, έστω περιορισμένης κλίμακας, θεωρούνται αναγκαίες. Ιδιαίτερη έμφαση οφείλει να δοθεί στους δήμους με ιστορικά κέντρα όπου η ανθρώπινη ζωή τίθεται σε κίνδυνο.

Ακόμα, σε περίπτωση εγκαταλελειμμένων ετοιμόρροπων διατηρητέων κτιρίων, οι δήμοι οφείλουν το ταχύτερο δυνατόν να λαμβάνουν μέτρα ασφαλείας για την προστασία των πεζών αλλά και των διερχόμενων οχημάτων. Απαραίτητη θεωρείται η επικοινωνία με τους ιδιοκτήτες των διατηρητέων κτιρίων ούτως ώστε να τους γνωστοποιηθεί η άμεση ανάγκη για αναστηλωτικές εργασίες, προσφέροντάς τους παράλληλα τα αντίστοιχα οικονομικά κίνητρα.

### **5.2.3 Λειτουργικά Όργανα – Πρακτικές Ενέργειες**

Τα κτίρια πολιτιστικής κληρονομιάς είναι εν γένει πιο ευάλωτα από τα συμβατικά έναντι σεισμού, καθώς είναι παλαιότερα, γηρασμένα, έχουν υποστεί φθορά και, συν τοις άλλοις, συχνά πάσχουν από έλλειψη συντήρησης<sup>27</sup>. Για την προστασία τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρακτικές που εφαρμόζονται και στις συμβατικές κατασκευές, με τις ανάλογες διαφοροποιήσεις.

Αναλόγως με τη σημασία αλλά και τη χρήση των μνημείων και των μνημειακών συλλόγων, εξειδικευμένες λύσεις και μέθοδοι θα μπορούσαν να εξεταστούν. Οφείλει να σημειωθεί ότι τέτοιες μέθοδοι δεν θα πρέπει να θεωρούνται πανάκεια για όλα τα στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς, και πως κάθε περίπτωση είναι αναγκαίο να εξετάζεται διαφορετικά ως προς την θεραπεία και την ανάταξη της.

- **Δομητική Τεκμηρίωση**

Η δομητική τεκμηρίωση είναι αναπόσπαστο τμήμα της μελέτης ενός μνημείου σε προσεισμικό επίπεδο και διεξάγεται σε συγκεκριμένα βήματα (*Προσχέδιο Ρυθμιστικού Πλαισίου για τις Δομητικές Επεμβάσεις και την Αντισεισμική Προστασία των Μνημείων, ΟΑΣΠ, 2010*). Τα βήματα αυτά περιγράφονται ακολούθως:

1. Σύντομη αναφορά στην ιστορία του μνημείου, όπως αυτή προκύπτει από βιβλιογραφική έρευνα έγκριτων πηγών, με έμφαση σε στοιχεία που συσχετίζονται με δομικά θέματα (σεισμικότητα της περιοχής όπου εντάσσεται

---

<sup>27</sup> Από συνέντευξη με τον Καθηγητή κ. Ε. Λέκκα στο πλαίσιο του Ερευνητικού Προγράμματος “Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters”.

το μνημείο, παρουσία ενεργών ρηγμάτων, καταγεγραμμένες προγενέστερες βλάβες μνημείου).

2. Τεχνική έκθεση της αρχιτεκτονικής τεκμηρίωσης, στην οποία ενσωματώνονται η τοπογραφική αποτύπωση αλλά και σχέδια<sup>28</sup> που απεικονίζουν σαφώς την γεωμετρία και την μορφολογία, κατατοπιστικές φωτογραφίες και αναφορά στις τυχόν διαφορετικές δομικές φάσεις του μνημείου κατά τη διάρκεια της ζωής του. Στην αρχιτεκτονική περιγραφή παρουσιάζονται όλα εκείνα τα στοιχεία που συνθέτουν την υφιστάμενη κατάσταση της κατασκευής, με τις ανακατασκευές που έχει υποστεί, όπως προκύπτει από τις επιθεωρήσεις και όπως συχνά επιβεβαιώνεται από τις ιστορικές πηγές.
3. Λεπτομερής καταγραφή της παθολογίας της κατασκευής με αναλυτική, υπό κλίμακα, σημείωση όλων των υφιστάμενων βλαβών επί των αρχιτεκτονικών σχεδίων. Η εντόπιση των βλαβών (ρηγμάτωση, αποδιοργάνωση, αποκόλληση, απολέπιση, υγρασία κ.α.) προκύπτει από:
  - ✓ Ενδελεχή οπτικό έλεγχο
  - ✓ Επιτόπου μετρήσεις
  - ✓ Πειραματικές μεθόδους

και οι βλάβες ενδεχομένως να διαφέρουν μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού της κατασκευής (πιθανή ανεξάρτητη λειτουργία μεταξύ των δύο παρειών της τοιχοποιίας).

Το στάδιο αυτό επίσης περιλαμβάνει την εν χρόνω παρακολούθηση της προοδευτικής εξέλιξης των βλαβών, όπως αυτή προκύπτει από τακτές οπτικές παρατηρήσεις και μετρήσεις αλλά και από εγκατεστημένα όργανα παρακολούθησης<sup>29</sup> (εκτίμηση δυναμικών χαρακτηριστικών).

4. Επισήμανση και περιγραφή προγενέστερων επεμβάσεων όπως προκύπτει από εμπειρισταωμένη ιστορική έρευνα, από οπτικό έλεγχο και από επιτόπου διερευνήσεις. Σε όποιες περιπτώσεις είναι εφικτό, οφείλει να αξιολογείται η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων.
5. Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης μνημείου με επιτόπου εφαρμογή μεθόδων αποτίμησης της εσωτερικής κατάστασης επιμέρους δομικών στοιχείων (π.χ. με χρήση μη καταστροφικών μεθόδων<sup>30</sup>) και αξιολόγηση των λαμβανομένων αποτελεσμάτων ή με δειγματοληψία και διεξαγωγή πειράματος στο Εργαστήριο. Το στάδιο αυτό εστιάζει στην απογραφή της κατάστασης:

---

<sup>28</sup> Υπό κατάλληλη κλίμακα, λ.χ. 1:50 για σχέδια κατόψεων και όψεων και 1:10 ή 1:20 για σχέδια λεπτομερειών

<sup>29</sup> Παραδείγματος χάριν, για την περίπτωση των ρωγμών, η μέτρηση της διεύρυνσης του ανοίγματος επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση βελόμετρων. Είναι αναγκαία η καταγραφή της ακριβούς θέσης, του μήκους, του ανοίγματος, του χρώματος στο εσωτερικό του ανοίγματος, αλλά και ο έλεγχος της σταθερότητας ή μη του εύρους του ανοίγματος σε όλο το μήκος, η σχετική μετακίνηση των δύο επιφανειών της ρωγμής κατά το μήκος αυτής ή κάθετα στο επίπεδο του στοιχείου.

<sup>30</sup> Ραντάρ, ενδοσκοπηση, κρουσιμέτρηση, θερμογραφία, υπέρηχοι, μαγνητικές μέθοδοι κ.α.

- ✓ Των υλικών
  - ✓ Του τρόπου δόμησης ως προς το πάχος της τοιχοποιίας
6. Αναγνώριση και περιγραφή του δομικού συστήματος (λειτουργία φορέα) της κατασκευής.
  7. Αναγνώριση και περιγραφή της θεμελίωσης και των γεωτεχνικών παραμέτρων του εδάφους θεμελίωσης, αξιολόγηση της επίδρασης της εδαφικής στρωματογραφίας και αποτίμηση της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής.
  8. Καταγραφή και παρουσίαση πληροφοριών που απορρέουν από αναζήτηση μνημείων παραπλήσιων χαρακτηριστικών ή/και δομικού συστήματος σε βάση δεδομένων.

#### ▪ Σύνταξη δελτίων καταγραφής μετασεισμικού ελέγχου

Μετά την εκδήλωση του σεισμού είναι απαραίτητο οι έλεγχοι κτιρίων μνημειακού χαρακτήρα να πραγματοποιούνται υπό μία κοινή βάση, με την βοήθεια προκαθορισμένου δελτίου καταγραφής βλαβών<sup>31</sup>. Αρκετές προσπάθειες μέχρι στιγμής έχουν καταβληθεί για την σύνταξη τέτοιων δελτίων. Στην συνέχεια παρουσιάζεται το σύνολο των στοιχείων που οφείλουν να καταγράφονται και να αξιολογούνται από τους αρμόδιους Μηχανικούς για την μετασεισμική επιθεώρηση διατηρητέων κτιρίων (*Προσεισμικός Έλεγχος Μνημείων, ΟΑΣΠ, 2016*).

#### Στάδιο 1:

Πρωταρχικά, προσδιορίζεται ο σκοπός τον οποίο επιτελεί το υπό εξέταση δόμημα (λ.χ. κατοικία) και χρονολογείται προσεγγιστικώς βάσει ιστορικών περιόδων. Παραδείγματος χάριν, για την περίπτωση του ελλαδικού χώρου:

- ✓ Αρχαίο (προϊστορικό, κλασικής αρχαιότητας, ρωμαϊκό)
- ✓ Προβυζαντινό (πριν το 1453)
- ✓ Μεταβυζαντινό (μετά το 1453)
- ✓ Νεότερο - Σύγχρονο (μετά το 1830)

Γίνεται αναζήτηση των σχεδίων της κατασκευής και το έτος μελέτης και καταγράφεται το οικοδομικό ιστορικό των επιμέρους δομικών φάσεων, εάν αυτές υφίστανται και είναι γνωστές.

Η επιτόπου γεωμετρική τεκμηρίωση επιτυγχάνεται με σκαριφήματα κατόψεων, τομών και όψεων πάντα υπό κλίμακα ή με προσεκτικό συσχετισμό των διαστάσεων. Στις όψεις σημειώνονται οι βασικές διαστάσεις φερόντων στοιχείων, οι μεταβολές αυτών και οι θέσεις και οι διαστάσεις των ανοιγμάτων. Εάν μπορεί να διαπιστωθεί με βεβαιότητα, οφείλει να καταγράφεται ο αριθμός των στρώσεων κατά την εγκάρσια έννοια της τοιχοποιίας. Σε περίπτωση προφανών διαφορετικών οικοδομικών φάσεων (λ.χ. προσθήκες ή αφαιρέσεις τμημάτων) ή υφιστάμενων βλαβών από προγενέστερα αίτια, τα στοιχεία είναι αναγκαίο να παρατίθενται.

<sup>31</sup> Θα ήταν αρκετά επιβοηθητικό αν κάτι τέτοιο θα μπορούσε να θεσπιστεί επί πλέον σε ηλεκτρονική μορφή, για την ασφαλή φύλαξη των πληροφοριών αλλά και για την ευχερή πρόσβαση σε αυτές.

Όλα τα σκαριφήματα χρειάζεται να συνοδεύονται από τις αντίστοιχες φωτογραφίες. Η φωτογραφική τεκμηρίωση βασίζεται στην λήψη γενικών φωτογραφιών καθώς και φωτογραφιών λεπτομερειών, πάντοτε αντιστοιχισμένων, με κατάλληλο υπόμνημα και επεξηγηματικά σχόλια.

### Στάδιο 2:

Τοποθετείται σε σκαρίφημα η θέση του δομήματος σε σχέση με το περιβάλλον του και καταγράφονται τα ακόλουθα:

- ✓ Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία συγκαταλέγεται η περιοχή όπου είναι δομημένη η κατασκευή
- ✓ Έδαφος θεμελίωσης και τύπος θεμελίωσης, εάν είναι γνωστά
- ✓ Ύπαρξη αρμού με γειτονικά κτίρια και καταγραφή του εύρους στην ανώτατη στάθμη επαφής όμορων κτιρίων
- ✓ Παρουσία ή απουσία κινδύνου εμβολισμού από όμορο κτίριο σε περίπτωση απουσίας αρμού
- ✓ Ύπαρξη κοντινής πηγής μικροδονήσεων (π.χ. κτίριο που υπέρκειται σήραγγας μετρό), εάν είναι γνωστή ή μπορεί να γνωστοποιηθεί μέσω μαρτυριών

### Στάδιο 3:

Καταγράφεται η παθολογία της κατασκευής, απεικονίζεται σε σχέδιο και αξιολογείται ο βαθμός κάθε βλάβης. Συγκεκριμένα:

- ✓ Κατακόρυφες ρωγμές και «φούσκωμα» της τοιχοποιίας με ή χωρίς αποκόλληση παρειών
- ✓ Κατακόρυφες ρωγμές στο μέσον των τοίχων ή στα άκρα των τοίχων
- ✓ Οριζόντιες ρωγμές στον πόδα ή την κεφαλή των πεσσών ή στις γωνίες των ανοιγμάτων
- ✓ Διαγώνιες ή δισδιαγώνιες ρωγμές στο σώμα της τοιχοποιίας μεταξύ των ανοιγμάτων ή στις γωνίες των ανοιγμάτων
- ✓ Κατακόρυφες ρωγμές μικρού μήκους σε τοιχοποιία που υπόκειται στεγών και πατωμάτων και πιθανή ολίσθηση στέγης
- ✓ Βλάβες θόλων/αψίδων/τόξων: ρηγματώσεις, μεταβολή καμπύλης, πτώση τεμαχίων επιχρίσματος, ολισθήσεις θολιτών
- ✓ Τοπικές θραύσεις
- ✓ Τοπικές αποδιοργανώσεις
- ✓ Αποκλίσεις από την ευθυγραμμία
- ✓ Κατάρρευση τμημάτων κατασκευής

Περιγράφεται στην συνέχεια με λεπτομέρεια ο τρόπος δόμησης των φερόντων στοιχείων της κατασκευής:

*Στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία εξετάζονται:*

- ✓ Είδος λιθοδομής (αργολιθοδομή, οπτοπλινθοδομή, πλινθοπερίκλειστη, κ.α.)



- ✓ Είδος λιθοσωμάτων (ως προς την λάξευση: λαξευτά, ημιλαξευτά, μεγωνιώδεις ακμές, στρογγυλευμένα, ως προς το μέγεθος: μεγάλου, κανονικού, μικρού μεγέθους, ως προς την κατάσταση: ικανοποιητική ή διαβρωμένη)
- ✓ Κονίαμα εξωτερικών παρειών τοιχοποιίας (ως προς το πάχος των αρμών, ως προς την ποιότητα, ως προς το χρώμα). Δίνεται έμφαση στην ανάγκη απομάκρυνσης της τελικής εξωτερικής στρώσης αρμολογήματος για την εξέταση του αυθεντικού κονιάματος.
- ✓ Πλοκή λιθοσωμάτων κατά την εγκάρσια έννοια της τοιχοποιίας, ύπαρξη διάτονων ή ημιδιάτονων λίθων, πλέξη λιθοσωμάτων στις γωνίες
- ✓ Ύπαρξη λαξευτών λίθων στις γωνίες και στα περιθωρώματα
- ✓ Υλικό πλήρωσης ενδιάμεσης στρώσης τρίστρωτης τοιχοποιίας (ποσοστό κενών, ύπαρξη κονιάματος, συμπαγή ή χαλαρά υλικά)
- ✓ Παρουσία ξυλοδεσιών και τρόπος ένωσης στα ματίσματα
- ✓ Ύπαρξη αντηρίδων
- ✓ Ύπαρξη διαζωμάτων και προσδιορισμός υλικού αυτών

*Στα οριζόντια φέροντα στοιχεία εξετάζονται:*

- ✓ Συνδέσεις πατωμάτων με υποκείμενη τοιχοποιία (καλή σύνδεση ή απλή έδραση, ύπαρξη στρωτήρων, ύπαρξη διαζώματος στην περιοχή της έδρασης)
- ✓ Ζευκτά στέγης (κατάσταση υλικών, κατάσταση συνδέσεων, παραμορφώσεις)
- ✓ Καμπυλότητα θόλων και τόξων (κανονική ή ακανόνιστη, εύρος ανοίγματος)

Στάδιο 4:

- ✓ Αξιολόγηση του κινδύνου ετοιμορροπίας και πρόταση άμεσων ενεργειών για την άρση αυτής (λ.χ. προληπτικές καταβιβάσεις λίθων επισφαλούς στερέωσης, ελεγχόμενη καθαίρεση περιορισμένων τμημάτων, τοποθέτηση ικριωμάτων κ.α.).
- ✓ Αποτίμηση της δυνατότητας άμεσης επανάχρησης της κατασκευής

#### ▪ **Επιλογή κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης**

Η πολυπλοκότητα του φέροντος οργανισμού των μνημειακών κατασκευών αλλά και οι αβεβαιότητες ως προς τις διατιθέμενες αντιστάσεις των χρησιμοποιηθέντων δομικών υλικών συχνά επιτάσσουν την προσεκτική επιλογή μεθόδου ανάλυσης. Προαπαιτούμενο είναι η μέθοδος να μπορεί (α) να διασταυρώσει και να ερμηνεύσει, μέσω του στατικού προσομοιώματος, σε γενικές γραμμές τις υπάρχουσες προγενέστερες βλάβες του μνημείου καθώς και την συμπεριφορά του έναντι των επιβληθεισών δράσεων και (β) να επιβεβαιώσει τα αίτια τα οποία οδήγησαν σε μια τυχόν παλαιότερη επέμβαση (*Προσχέδιο Ρυθμιστικού Πλαισίου για τις Δομητικές Επεμβάσεις και την Αντισεισμική Προστασία των Μνημείων, ΟΑΣΠ, 2010*).

Επιπρόσθετα, τόσο τα δρώντα μεγέθη όσο και οι αντοχές των υλικών που υπεισέρχονται στην ανάλυση της μνημειακής κατασκευής οφείλουν να διαθέτουν αξιοπιστία. Σημαντική υποτίμηση των αντιστάσεων ή υπερτίμηση των δράσεων οδηγεί σε υπερβολικές επεμβάσεις, ενώ υπερτίμηση των αντιστάσεων ή υποτίμηση των δράσεων επιφέρει επισφαλείς λύσεις. Για τον προσδιορισμό της ορθής τιμής των

παραμέτρων είναι απαραίτητη η διενέργεια πειραμάτων και η χρήση εξειδικευμένων μεθόδων, προσεκτικά επιλεγμένων και εφαρμοσμένων.

#### ▪ Χρήση βοηθητικών εργαλείων (ψηφιοποίηση)

Τα αποτελέσματα της δομητικής τεκμηρίωσης μνημείων θα ήταν ωφέλιμο να είναι διαθέσιμα σε ηλεκτρονική μορφή για την διασφάλιση ευχερούς πρόσβασης σε όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες. Αυτό μπορεί να καταστεί δυνατόν με συστηματική ψηφιοποίηση, όπως άλλωστε έχει ήδη πραγματοποιηθεί<sup>32</sup> στο πλαίσιο προγραμμάτων σε διάφορες χώρες παγκοσμίως. Ψηφιοποίηση είναι η μέθοδος η οποία επιτρέπει την μετατροπή αναλογικού υλικού (κειμένων, εικόνων, ήχων κ.λ.π) σε ψηφιακό, με την βοήθεια τεχνικών μέσων (σαρωτές, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, λογισμικά) (*Λεξικό Βασικών Όρων Πολιτιστικής Κληρονομιάς, Κυπριακή Δημοκρατία, 2010*).

Επιπρόσθετα, το εργαλείο της ψηφιοποίησης δύναται να καταστεί πολύ επωφελές και για την περίπτωση των αρχείων, καθώς εκτός από την ικανοποίηση της ανάγκης άμεσης πρόσβασης στις διατιθέμενες πληροφορίες, μπορεί να συντελέσει αφενός στην διαφύλαξη αρχείων που κινδυνεύουν από τα αποτελέσματα φυσικών καταστροφών, αφετέρου στην ευχερέστερη διαχείριση των δεδομένων, χάρις στην δυνατότητα ταχείας αναζήτησης πληροφοριών και ανάκλησης εγγράφων.

#### ▪ Ενοργάνωση κατασκευών

Η ενοργάνωση στοιχείων του δομημένου πολιτιστικού αποθέματος συνίσταται στην τοποθέτηση οργάνων για την παρακολούθηση της ανάκυψης (σεισμική διέγερση) ή της εν χρόνω εξέλιξης (εύρος ανοίγματος ρωγμών, θερμοκρασιακές μεταβολές, κ.α.) φαινομένων, αποτελώντας σημαντικό εργαλείο ελέγχου. Για την περίπτωση του σεισμού, χάρις στην τοποθέτηση ενός δικτύου επιταχυνσιογράφων σε συγκεκριμένα σημεία μείζονων μνημείων, σε διατηρητέα κτίρια ιστορικών κέντρων και άλλες κατασκευές, είναι εφικτή η καταγραφή των σεισμικών συμβάντων και η απόκριση των κατασκευών σε αυτά. Για την παρακολούθηση του ανοίγματος ρωγμών τοποθετούνται βελόμετρα, ενώ για την διαπίστωση διαφοροποιήσεων στην θερμοκρασία χρησιμοποιούνται αισθητήρες.



Εικόνα 5-2: Θέσεις επιταχυνσιογράφων στον λόφο της Ακρόπολης (Ιωαννίδου, 2015)

<sup>32</sup> Παραδείγματος χάριν, στο πλαίσιο του προγράμματος «Ερμής» ψηφιοποιήθηκε το σύνολο σχεδόν της αρχιτεκτονικής πολιτιστικής κληρονομιάς της Ερμούπολης της Σύρου. Συντάχθηκε κατάλογος των ιστορικών κατασκευών με περιγραφή των κινδύνων που απειλούν την κληρονομιά και των απαραίτητων επισκευών και ενισχύσεων που πρέπει να λάβουν χώρα.



(α)



(β)

Εικόνα 5-3: Ενόργανη παρακολούθηση μνημείων και τειχών Ακρόπολης (α) επιταχυνσιογράφος (β) αισθητήρας θερμοκρασίας (Ιωαννίδου, 2015)

#### ▪ Σεισμική μόνωση μνημείων και αγαλμάτων

Οι δύο κατηγορίες εφαρμογής σεισμικής μόνωσης ως προς τα στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς συνίστανται σε μόνωση του δομήματος αφενός και μόνωση μεμονωμένου εκθέματος αφετέρου. Η σεισμική μόνωση υλοποιείται με την τοποθέτηση εφεδράνων μεταξύ κατασκευής και εδάφους ή μεταξύ αντικειμένου και υπόβαθρου. Τα εφεδράνα στόχο έχουν την απομείωση της μεταδιδόμενης σεισμικής κίνησης και προτείνονται ως λύση σε περιπτώσεις κατασκευής νέων μουσείων ή επέμβασης επί υφισταμένων μνημείων, τα οποία αδυνατούν να ανταποκριθούν στις σεισμικές απαιτήσεις. Χάρη στην σεισμική μόνωση κατασκευών, οι παραμορφώσεις περιορίζονται στους σεισμικούς μονωτήρες, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι ούτως ώστε να μπορούν να τις παραλάβουν χωρίς λειτουργικές βλάβες, προσφέροντας υψηλά επίπεδα απόσβεσης, με αποτέλεσμα τον σημαντικό περιορισμό των απόλυτων επιταχύνσεων και των σχετικών μετακινήσεων ορόφων της ανωδομής, η οποία κινείται ως στερεό σώμα. Ταυτοχρόνως, προστατεύεται ευαίσθητος εξοπλισμός ή μουσειακές συλλογές που ενδεχομένως στεγάζει η κατασκευή.

Οι τύποι εφεδράνων σεισμικής μόνωσης διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 5-4, κάθε μία εκ των οποίων διαθέτει διαφορετικά γνωρίσματα, παρέχοντας διαφορετικά πλεονεκτήματα, και χρησιμοποιείται αναλόγως με τις απαιτήσεις κάθε περίπτωσης.

Η σεισμική μόνωση έχει εφαρμοστεί κυρίως στην Ιαπωνία, ιδιαίτερα μετά τον σεισμό του Kobe του 1995, στην Κίνα, την Ρωσία, την Ιταλία, τις ΗΠΑ, την Νέα Ζηλανδία και σπανιότερα στην Ελλάδα και την Κύπρο. Παρά το γεγονός ότι η μέθοδος έχει εφαρμοστεί σε αρκετές κατασκευές ανά τον κόσμο τα τελευταία χρόνια, τα αντίστοιχα παραδείγματα στον χώρο της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι ολιγάριθμα. Συγκεκριμένα παραδείγματα κατασκευών πολιτιστικής κληρονομιάς που έχουν μονωθεί σεισμικά αναφέρονται εν συντομία παρακάτω.

Το νέο Μουσείο της Ακρόπολης των Αθηνών είναι κατασκευασμένο επάνω σε ένα σύστημα σεισμικής μόνωσης (Εικόνα 5-5). Η απόφαση αυτή λήφθηκε δεδομένης της συνάθροισης κοινού για την οποία προοριζόταν η κατασκευή, καθώς και της ανυπολόγιστης ιστορικής αξίας των εκθεμάτων. Ο συμβατικός αντισεισμικός σχεδιασμός θα ήταν δύσκολο να επιτρέψει την ύπαρξη μεγάλων, ανοιχτών χώρων στο εσωτερικό για απρόσκοπτη θέα στο λόφο της Ακρόπολης, καθώς θα απατούσε την

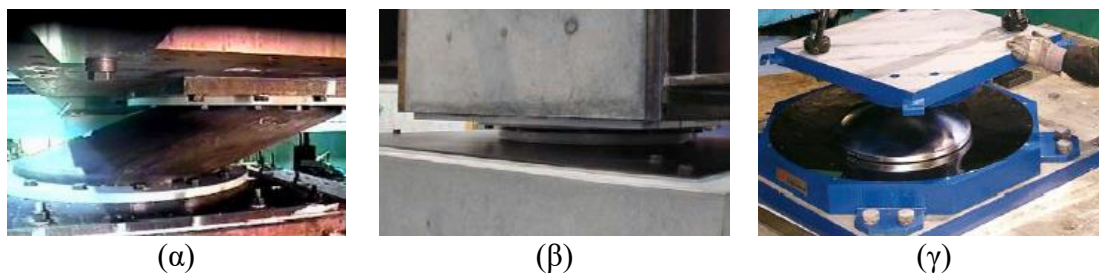
παρουσία κατακόρυφων φερόντων μελών μεγάλων διαστάσεων. Το σύστημα σεισμικής μόνωσης που εφαρμόστηκε περιλαμβάνει εφέδρανα ολίσθησης σε σφαιρική επιφάνεια σχεδιασμένα για την ανάληψη κατακόρυφου φορτίου ίσου με 16.000kN και επιτρέπουν οριζόντια μετακίνηση έως 25cm κατά την διάρκεια σεισμού.

Το Εθνικό Μουσείο Δυτικής Τέχνης του Τόκιο σχεδιάστηκε από τον Le Corbusier και κατασκευάστηκε το 1950 (Εικόνα 5-6). Η σεισμική μόνωση με ελαστομεταλλικά εφέδρανα προστέθηκε μεταγενέστερα, το 1998. Για την εγκατάστασή τους εκσκάφθηκε αρχικά η περιοχή γύρω από τα θεμέλια, σκυροδετήθηκαν επιπρόσθετες συνδετήριες δοκοί και ενισχύσεις κόμβων υποστυλωμάτων-θεμελίων και τοποθετήθηκαν μικροπάσσαλοι και γρύλοι ανύψωσης. Κατά την φάση ανύψωσης, πραγματοποιήθηκε περαιτέρω εκσκαφή και σκυροδέτηση δαπέδου, καθώς και νέου υπογείου, και τοποθετήθηκαν τα εφέδρανα κάτω από τα πέδιλα. Ακολούθησε η αποτόνωση των γρύλλων και η αποκοπή των πασσάλων.

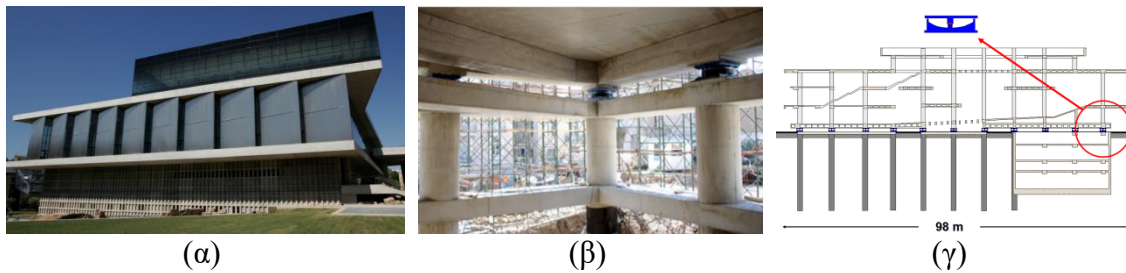
Το Δημαρχείο του San Francisco κατασκευάστηκε στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα (Εικόνα 5-7). Το 2000 το κτίριο μονώθηκε σεισμικά με την τοποθέτηση 530 εφεδράνων τα οποία ήταν σχεδιασμένα να μειώνουν τη σεισμική δύναμη και να επιτρέπουν οριζόντια μετακίνηση έως 65cm χωρίς λικνισμό. Για την εγκατάσταση των εφεδράνων μεταξύ των υποστυλωμάτων και της θεμελίωσης τους, η κατασκευή ανασηκώθηκε και αποκόπηκε τμήμα των υποστυλωμάτων (Iskhakov and Ribakov, 2013).

Το κτίριο της Βουλής της Νέας Ζηλανδίας (Εικόνα 5-8) βρίσκεται θεμελιωμένο σε περιοχή που απέχει προσεγγιστικώς 400m από μείζον ρήγμα. Το 1992 τοποθετήθηκαν 417 ελαστομεταλλικά εφέδρανα για την υλοποίηση της σεισμικής μόνωσης μεταξύ της κατασκευής και της θεμελίωσής της που επιτρέπουν οριζόντια μετακίνηση του κτιρίου έως 30cm κατά την διάρκεια σεισμού.

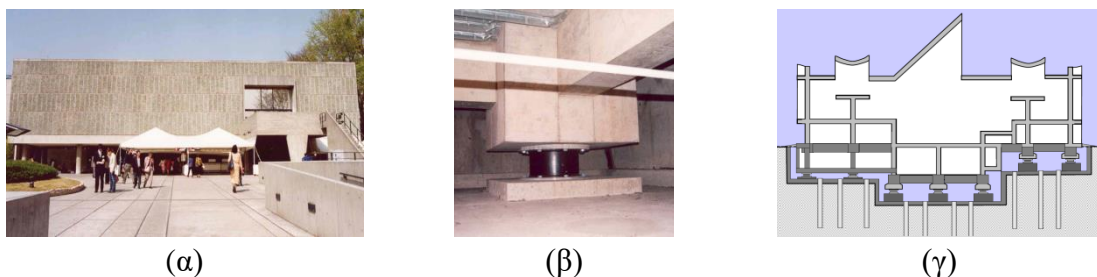
Η σεισμική μόνωση έχει βρει εφαρμογή και στην περίπτωση μουσειακών εκθεμάτων, συνήθως αγαλμάτων. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν ο Ερμής του Πραξιτέλους στο Μουσείο Αρχαίας Ολυμπίας στην Ελλάδα (Εικόνα 5-9), οι Πολεμιστές του Ριάτσε στο Εθνικό Μουσείο της Μεγάλης Ελλάδας στην Ιταλία και οι Πύλες της Κολάσεως του Rodin στο Εθνικό Μουσείο Σύγχρονης Τέχνης στο Τόκιο.



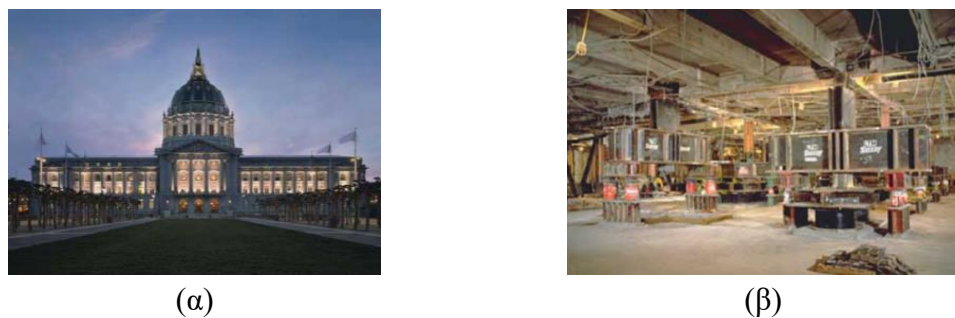
Εικόνα 5-4: Τύποι εφεδράνων (α) ελαστομεταλλικό με πυρήνα μολύβδου (β) ολισθήσεως (Κουμούσης και Γκαζέτας, 2007) (γ) ολισθήσεως σε σφαιρική επιφάνεια (Κωμοδρόμος, 2016)



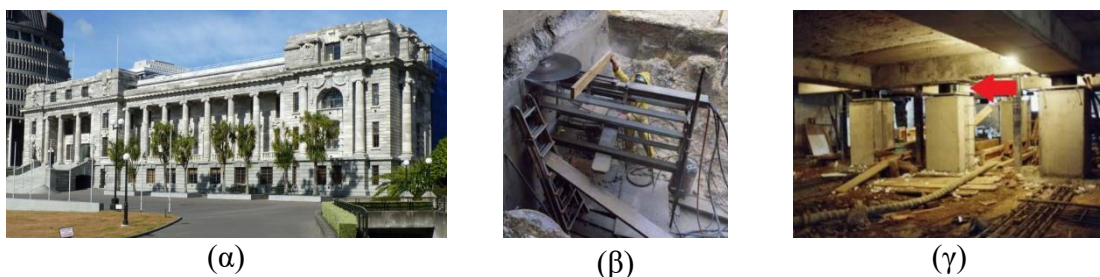
Εικόνα 5-5: (α) Μουσείο της Ακρόπολης (β) Εφέδρανα ολίσθησης σε σφαιρική επιφάνεια (γ) Σχηματική απεικόνιση διάταξης εφεδράνων στην τελική κατάσταση (Κουμούσης και Γκαζέτας, 2007)



Εικόνα 5-6: (α) Μουσείο Δυτικής Τέχνης του Τόκιο (β) Ελαστομεταλλικά εφέδρανα (γ) Σχηματική απεικόνιση διάταξης εφεδράνων στην τελική κατάσταση (Κουμούσης και Γκαζέτας, 2007)



Εικόνα 5-7: (α) Δημαρχείο του San Francisco (β) εγκατάσταση σεισμικών μονωτήρων (Iskhakov and Ribakov, 2013)



Εικόνα 5-8: (α) Βουλή της Νέας Ζηλανδίας (β) αποκοπή τμήματος υπάρχουσας θεμελίωσης (γ) τοποθέτηση ελαστομεταλλικών εφεδράνων (Parliamentary Research Paper, 2011)



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 5-9: (α)Μαρμάρινο άγαλμα του Ερμή του Πραξιτέλους (β) εγκατάσταση σεισμικής μόνωσης σε φρέαρ κάτω από το δάπεδο-χρήση εφεδράνων ολίσθησης σε σφαιρική επιφάνεια (γ) πλάκα έδρασης βάσης και αγάλματος με επαρκές διάστημα περιμετρικά για την διευθέτηση των πλευρικών μετατοπίσεων (Κουμούσης, 2007)

#### ▪ Αποθήκευση και διάθεση υλικών

Μία σχετικώς ανέξοδη και ευχερώς υλοποιήσιμη τακτική που θα μπορούσε να ακολουθήσει κάθε χώρα είναι η δημιουργία αποθηκών με κατάλληλα υλικά «πρώτων βοηθειών» (λ.χ. για υποστρώσεις κ.α.) για τις κατασκευές ιστορικών οικισμών, διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή σε περίπτωση ανάγκης. Μια τέτοια ενέργεια απαιτεί συντονισμό με τους αρμόδιους φορείς, όπως είναι η Πυροσβεστική, η Πολιτική Προστασία και οι Εθελοντές προκειμένου τα υλικά να αξιοποιηθούν σε περίπτωση σεισμού<sup>33</sup>.

#### ▪ Αποτίμηση σεισμικής επάρκειας μουσείων στεγαζόμενων σε μνημεία

Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, μία εκ των οποίων και η Ελλάδα, η αποτίμηση της σεισμικής επάρκειας μνημείων που στεγάζουν μουσεία μέχρι στιγμής δεν αποτελεί νομική υποχρέωση του κράτους. Ωστόσο, εξαιτίας της λειτουργικής φύσης των μουσειακών χώρων, η συνάθροιση κοινού είναι σημαντική. Συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερη η επισκεψιμότητα του χώρου, τόσο επιτείνεται η διακινδύνευση της ανθρώπινης ζωής. Οφείλει, επομένως, ο έλεγχος της σεισμικής επάρκειας να καταστεί δέσμευση, με συστηματική τήρηση, και να συνιστά προϋπόθεση για την έγκριση της λειτουργίας τους.

Στην περίπτωση κατά την οποία η αξιολόγηση της σεισμικής επάρκειας καταδεικνύει την ανάγκη διενέργειας εργασιών ιδιαίτερος επεμβατικού χαρακτήρα, η υπερβολική ενίσχυση θα μπορούσε πιθανώς να αποτραπεί προδιαγράφοντας αλλαγή χρήσης των κατασκευών ή μείωση της προσέλευσης κοινού με την θέσπιση, για παράδειγμα, ορίου αριθμού επισκεπτών που ταυτοχρόνως μπορούν να παρίστανται εντός του μνημείου<sup>34</sup>. Όμοια μέτρα μπορούν να ληφθούν και για άλλα μνημεία με συνεχή παρουσία πολυπληθών ομάδων, όπως οι Εκκλησίες.

<sup>33</sup> Από συνέντευξη με τον Ομότιμο Καθηγητή κ. Μ. Κορρέ στο πλαίσιο του Ερευνητικού Προγράμματος “ Study on Safeguarding Cultural Heritage from Natural and Man-Made Disasters ”.

<sup>34</sup> Ομοίως με την παραπάνω υποσημείωση.

#### ▪ Προστασία μουσειακών συλλογών

Μετά από έναν ισχυρό σεισμό είναι πολύ συχνή η εμφάνιση βλαβών σε μουσειακά εκθέματα, είτε λόγω δομικών βλαβών της ίδιας της κατασκευής του μουσείου, είτε εξαιτίας της ανεπάρκειας των προθηκών στις οποίες φυλάσσονται. Τα προβλήματα που προκύπτουν είναι δυσχερώς αναστρέψιμα καθώς η αποκατάσταση αγαλμάτων και άλλων εκθεμάτων που έχουν ενδεχομένως θρυμματιστεί μετά από μία πτώση είναι δύσκολη και χρονοβόρα. Η αποφυγή τέτοιων βλαβών μπορεί να επιτευχθεί με την τήρηση ορισμένων βασικών κανόνων για την έκθεση των αντικειμένων. Μερικές σχετικές προτάσεις παρατίθενται στην συνέχεια.

#### Βάση Προθηκών:

- ✓ κατασκευή προθηκών με επαρκείς διαστάσεις κάτοψης ή/και με αποθηκευτικό χώρο στο κάτω μέρος με σκοπό την μεταφορά του κέντρου βάρους προς τα κάτω για την αποφυγή ανατροπής (Εικόνα 5-11)
- ✓ εξασφάλιση σταθερότητας προθήκης μέσω καλής σύνδεσής της με το υποκείμενο δάπεδο ή τον τοίχο με χρήση ακρυλικών ή μεταλλικών στοιχείων (Εικόνα 5-14γ)

Τοποθέτηση Αντικειμένων επί Προθηκών, εντός Συρταριών και επί Ραφιών (Σεισμοί και Αρχαιότητες, ΥΠΠΟΑ, 2000):

- ✓ τοποθέτηση αντικειμένων επί προθηκών, σε δακτυλίους πολυαιθυλικού αφρού επάνω σε μη τοξική ξύλινη βάση
- ✓ διατήρηση επαρκούς απόστασης μεταξύ των προθηκών (Εικόνα 5-12)
- ✓ τοποθέτηση αντικειμένων εντός συρταριών με γυάλινη άνω επιφάνεια, επάνω σε πολυαιθυλικό αφρό για την αποφυγή οριζόντιων μετακινήσεων
- ✓ τοποθέτηση γυάλινων ή πλαστικών προστατευτικών πετασμάτων στις ελεύθερες παρειές των ραφιών και μεταξύ των εκθεμάτων
- ✓ στήριξη ελαφρών αντικειμένων με διαφανές τεχνητό νήμα

#### Καταγραφή Μετακινήσεων μετά από Σεισμό:

- ✓ καταγραφή του είδους της μετακίνησης των αντικειμένων και των προθηκών (ολίσθηση, ανατροπή) καθώς και του μεγέθους τους



Εικόνα 5-10: Δικνισμός, ανατροπή και θραύση μουσειακών εκθεμάτων στο Μουσείο Αργοστολίου μετά τους σεισμούς των 26 Ιανουαρίου και 3 Φεβρουαρίου 2014 (Σπυράκος, 2015b)



Εικόνα 5-11: Ανατροπή προθήκης στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο μετά τον σεισμό της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999. Παρατηρούνται οι μικρές διαστάσεις της έδρασης καθώς και η μικρή απόσταση της προθήκης από τις υπόλοιπες (Σεισμοί και Αρχαιότητες, 2000)



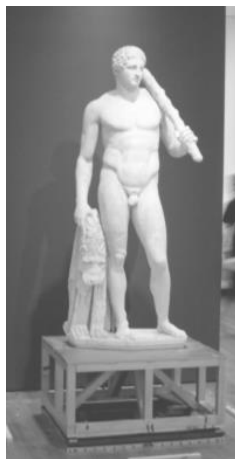
Εικόνα 5-12: Καταρρεύσεις προθηκών στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Λέσβου μετά τον σεισμό της 12<sup>ης</sup> Ιουνίου 2017 (Ενημερωτικό Σημείωμα Κλιμακίου ΟΑΣΠ, 2017)



Εικόνα 5-13: Αρχαιολογικό μουσείο της Κω πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) τον σεισμό της 21<sup>ης</sup> Ιουλίου 2017 (<http://www.kathimerini.gr/919833/article/epikairothta/ellada/to-moyseio-tis-kw-metraei-tis-plhges-toy-apo-to-seismo>)



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 5-14: Καλά παραδείγματα στήριξης εκθεμάτων (α) μονωτήρας μικρής κλίμακας τοποθετημένος κάτω από προθήκη του Μουσείου Getty (β) άγαλμα που εδράζεται σε κατασκευή αλουμινίου (WAAC Newsletter, 2007) (γ) στήριξη πήλινου αγγείου με συνδέσμους από ακριλικό υλικό (Σεισμοί και Αρχαιότητες, 2000)



Εκτός από τις πρακτικές συστάσεις για την ορθή τοποθέτηση των εκθεμάτων, προτείνεται και η τεκμηρίωση των μουσειακών συλλογών, δηλαδή η συγκέντρωση και καταγραφή πληροφοριών που αφορούν τα εκθέματα του μουσείου. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να καταστούν ζωτική σημασίας σε περίπτωση βλάβης των εκθεμάτων έπειτα από έναν σεισμό, προκειμένου αυτά να αποκατασταθούν προσεγγίζοντας όσο το δυνατόν περισσότερο την προτεραιά τους μορφή. Η τεκμηρίωση θα πρέπει να γίνεται συστηματικά με βάση κοινώς αποδεκτές προδιαγραφές, όπως αυτές έχουν συνταχθεί από εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς. Η καταγραφή του υπό εξέταση αντικειμένου σε κάθε περίπτωση χρειάζεται να περιλαμβάνει όσα από τα παρακάτω στοιχεία διατίθενται: Είδος αντικειμένου, όνομα, υλικό, τεχνική κατασκευής, χρονολογία κατασκευής, όνομα δημιουργού, διαστάσεις και βάρος, επιγραφές, τυχόν ιδιαιτερότητες (λ.χ. υπάρχουσες βλάβες), φωτογραφίες από πολλές οπτικές γωνίες και σε ορθές λήψεις με παρουσία κλίμακας πλησίον του αντικειμένου για την εκτίμηση των μεγεθών (UNESCO, 2007).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΛΙΘΟΚΤΙΣΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ

---

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα, αποδεικνύεται ότι η βασική έλλειψη εντοπίζεται στα προ των φυσικών καταστροφών μέτρα, τα οποία είναι απαραίτητα για την αποφυγή σημαντικών απωλειών στην πολιτιστική κληρονομιά. Η πρόληψη περιλαμβάνει μία σειρά πρακτικών μέτρων όπως την προσεισμική ενίσχυση μνημείων, την προσεισμική επιθεώρηση ιστορικών κατασκευών, την δημιουργία βάσεων δεδομένων, την ενοργάνωση κατασκευών και άλλων. Μεταξύ αυτών, πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η τεκμηρίωση της υφιστάμενης κατάστασης των μνημείων, και για την αποτίμηση και για την επιλογή κατάλληλων υλικών και τεχνικών επέμβασης. Τούτο έχει γίνει κατανοητό από την διεθνή κοινότητα, εξ ου και όσα ρυθμιστικά κείμενα διατίθενται μέχρι τώρα [π.χ. ISCARSAH<sup>35</sup>, ιταλικές προδιαγραφές (βλ. ενότητα 2.1.2), υπό σύνταξη ΚΑΔΕΤ<sup>36</sup> κ.α.] περιλαμβάνουν εκτεταμένες και συστηματικές προβλέψεις για την τεκμηρίωση του φέροντος οργανισμού. Ως συμβολή της ομάδας του Εργαστηρίου Ωπλισμένου Σκυροδέματος ΕΜΠ στο θέμα, αναφέρονται τρία παραδείγματα συμμετοχής της στην τεκμηρίωση ιστορικών λιθόκτιστων γεφυρών της Ελλάδας.

Η παρουσίαση των παραδειγμάτων επιλέχθηκε με σκοπό την ανάδειξη της αξίας και της χρησιμότητας της δομητικής τεκμηρίωσης ως μέτρου προετοιμασίας. Η δομητική τεκμηρίωση συνιστά την βάση για κάθε άλλη πρακτική εφαρμογή, καθώς από τα αποτελέσματά της:

- Λαμβάνονται όλες οι απαραίτητες αποφάσεις σχετικά με την αναγκαιότητα εφαρμογής άμεσων μέτρων επέμβασης
- Καθίσταται δυνατή η δημιουργία αξιόπιστου προσομοιώματος
- Είναι εφικτός ο προσδιορισμός των αδυναμιών της κατασκευής και των συνακόλουθων αναγκαίων επεμβάσεων
- Αποφασίζονται οι μέθοδοι των επεμβάσεων και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτές
- Είναι δυνατή η διατήρηση αρχείου της κατασκευής για μελλοντική αξιοποίηση (ιδιαιτέρως σε περιπτώσεις μεταγενέστερης σεισμικής καταπόνησης)

Για την ικανοποίηση του σκοπού αυτού, στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται τα παραδείγματα δομητικής τεκμηρίωσης για τις ακόλουθες γέφυρες:

---

<sup>35</sup>ISCARSAH: International Scientific Committee on the Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage. Ιδρύθηκε το 1996 από το Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων (ICOMOS) προκειμένου να λειτουργήσει ως δίκτυο επικοινωνίας για μηχανικούς ενασχολούμενους με την αποκατάσταση στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς.

<sup>36</sup> ΚΑΔΕΤ: Ελληνικό Σχέδιο Κανονισμού Αποτίμησης και Δομητικών Επεμβάσεων Τοιχοποιίας

- Γέφυρα της Κρεμαστής στην Λέσβο. Η τεκμηρίωση ολοκληρώθηκε τον Φεβρουάριο του 2010 και πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο πρόληψης, πριν την ανάκυψη σεισμού ή άλλης φυσικής καταστροφής.
- Γέφυρα της Πλάκας στην Περιφέρεια Ηπείρου. Η τεκμηρίωση ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο του 2016 και πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο ανάταξης, μετά την κατάρρευση της γέφυρας εξαιτίας υδραυλικών φορτίων.
- Γέφυρα της Κόνιτσας στην Περιφέρεια Ηπείρου. Η τεκμηρίωση βρίσκεται σε εξέλιξη και πραγματοποιείται σε επίπεδο πρόληψης, πριν την ανάκυψη σεισμού ή άλλης φυσικής καταστροφής.

Η παράθεση των στοιχείων των τριών περιπτώσεων δομείται ως εξής:

- Ενότητα 6.2: **Κατάδειξη των κοινών σημείων** μεταξύ της γέφυρας της Πλάκας και της γέφυρας της Κόνιτσας, όπως αυτά διαπιστώθηκαν από την αντίστοιχη δομητική τεκμηρίωση, με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων σε ό,τι αφορά την **χρησιμότητα της απόκτησης και σύγκρισης στοιχείων παραπλήσιων κατασκευών.**
- Ενότητα 6.3: Παρουσίαση των **περιεχομένων της πλήρους δομητικής τεκμηρίωσης** της γέφυρας της Κρεμαστής, με στόχο να **λειτουργήσει ως ένα από παράδειγμα** των απαραίτητων βημάτων.
- Ενότητα 6.4: **Σύγκριση των διαπιστώσεων** από τα τρία παραδείγματα, με στόχο την **εύρεση ομοιοτήτων και διαφορών στον τρόπο προσέγγισης** κάθε κατασκευής.

## 6.1 Εισαγωγή στην δομητική τεκμηρίωση γεφυρών

Οι ιστορικές γέφυρες αποτελούν μνημεία στενά συνδεδεμένα με το φυσικό περιβάλλον στο οποίο εντάσσονται και, πέραν της ιστορικής, εμβληματικής και αισθητικής τους αξίας, διαθέτουν επιπροσθέτως σημαντική χρηστική αξία, ενώ συνιστούν αντιπροσωπευτικό δείγμα των τεχνικών επιτευγμάτων της εποχής κατασκευής τους.

Το περιεχόμενο της δομητικής τεκμηρίωσης είναι κρίσιμο για τον έλεγχο της συμπεριφοράς των γεφυρών και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτήν εισέρχονται στον σχεδιασμό και στους υπολογισμούς που απαιτούνται για την προσομοίωση σε κατάλληλο λογισμικό. Αποτελεί, συνεπώς, την βάση για την συγκρότηση της συνολικής εικόνας της γέφυρας, την αναλυτική διερεύνηση, την μετέπειτα διατύπωση προτάσεων για την κατάλληλη μέθοδο αποκατάστασης και την χρήση συμβατών, από άποψη μηχανικών και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, υλικών της και την τελική εφαρμογή των προτάσεων αυτών.

Προτείνεται εν γένει η αξιοποίηση ενός συνδυασμού μεθόδων για την άντληση κατατοπιστικών στοιχείων της γεωμετρίας και της παθολογίας, του τρόπου δόμησης των επιμέρους περιοχών, της θέσης αφανών στοιχείων και της ποιότητας των χρησιμοποιηθέντων υλικών.

## 6.2 Το παράδειγμα των συγγενών γεφυρών της Πλάκας και της Κόνιτσας

Αναμφίβολα, η χρησιμότητα και ο σκοπός της δομητικής τεκμηρίωσης έγκειται στην εμβριθή κατανόηση της συμπεριφοράς των ιστορικών κατασκευών, η οποία αποτελεί προϋπόθεση για την διατύπωση προτάσεων επεμβάσεων. Άλλωστε, η απόκτηση όλων των στοιχείων της συνολικής εικόνας της κατασκευής στην λεπτομέρειά τους θα ήταν μάλλον αδύνατη εάν ο σεισμός, ή οποιαδήποτε άλλη καταστροφή, είχε προηγηθεί της προσπάθειας τεκμηρίωσης.

Εντούτοις, πολλές φορές, μία καταστροφή δύναται, τουλάχιστον, να οδηγήσει στην απόκτηση δυσεύρετων και αφανών στοιχείων που χαρακτηρίζουν μία μεμονωμένη κατασκευή - έως και έναν ολόκληρο ιστορικό οικισμό. Αυτό συνέβη στην περίπτωση της κατάρρευσης της ιστορικής γέφυρας της Πλάκας.

Μετά την καταστροφή της γέφυρας της Πλάκας την 1<sup>η</sup> Φεβρουαρίου 2015, λαμβάνοντας υπόψιν μια πληθώρα παραμέτρων, συντάχθηκε από μία ευρεία διεπιστημονική ομάδα 51 συγγραφέων, Καθηγητών του ΕΜΠ και Επιστημονικών Συνεργατών, η Έκθεση «Γεφύρι της Πλάκας: το έργο του ΕΜΠ για την αποκατάστασή του» με Επιστημονικό Υπεύθυνο τον κ. Ι. Γκόλια, Πρύτανη ΕΜΠ. Η παράθεση των αποτελεσμάτων στο πλαίσιο της Τεχνικής Έκθεσης διαρθρώνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξεταστούν όσο το δυνατόν περισσότεροι από τους παράγοντες που επηρεάζουν τις λαμβανόμενες αποφάσεις. Χάρης στο έργο αυτό, το θέμα της αποκατάστασης της ιστορικής γέφυρας αναδείχθηκε σε ένα κεντρικό ζήτημα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς της Ελλάδας, πέρα από τα όρια της Ηπείρου.



(α)



(β)

Εικόνα 6-1: Η γέφυρα της Πλάκας, όψη από κατάντη (α) πριν την κατάρρευση (β) μετά την κατάρρευση

Όπως αναφέρθηκε, σε περιπτώσεις καταστροφών είναι δυνατή η εν μέρει αντιστροφή των καταστρεπτικών συνεπειών σε «ευεργετικές» για την απόκτηση γνώσης και εμπειρίας. Στην προσεισμική επιθεώρηση και διερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης της ιστορικής λίθινης γέφυρας της Κόνιτσας καταδεικνύεται η σημασία των στοιχείων που είχαν αποκτηθεί από την μελέτη της γέφυρας της Πλάκας. Η μελέτη της γέφυρας της Κόνιτσας πραγματοποιείται στο πλαίσιο του Ερευνητικού Προγράμματος «Αποκατάσταση Πέτρινου Γεφυριού Κόνιτσας» με Επιστημονική Υπεύθυνη την κα. Ε. Βιντζηλαίου (Κύρια Ομάδα Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ: Β.

Παλιεράκη, Χ. Γιαννέλος, Β. Νικολοπούλου, Ε. Οικονομοπούλου, και Εξωτερικοί Συνεργάτες). Αποτελεί ένα πρόγραμμα που βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη, πρώτο μέρος του οποίου είναι η ολοκληρωμένη τεκμηρίωση του φέροντος οργανισμού της ιστορικής γέφυρας. Για την εξυπηρέτηση του σκοπού του πρώτου αυτού μέρους εξετάστηκαν και συνδυάστηκαν στοιχεία σχετικά με την ιστορία, την αρχιτεκτονική του μνημείου, τις παρατηρήσεις των επιθεωρήσεων και τα αποτελέσματα των επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών.



Εικόνα 6-2: Η γέφυρα της Κόνιτσας, όψη από ανάντη (λήψη του 2017)

Οι πληροφορίες που ακολουθούν στοχεύουν στην κατάδειξη κοινών σημείων μεταξύ των δύο κατασκευών. Το σύνολο των στοιχείων αντλούνται από το περιεχόμενο των αποτελεσμάτων των Ερευνητικών Προγραμμάτων και είναι προϊόν επί τόπου εργασίας και εργασίας γραφείου των αντίστοιχων ομάδων, αποτελώντας πνευματική ιδιοκτησία τους.

### 6.2.1 Κοινά στοιχεία των δύο γεφυρών

#### Ιστορικά

Πέραν της γεωγραφικής τους εγγύτητας (Εικόνα 6-3), και της κήρυξής τους ως μνημείων<sup>37</sup>, οι δύο γέφυρες παρουσιάζουν κοινά ιστορικά χαρακτηριστικά:

- Η κατασκευή της λιθόκτιστης γέφυρας της Πλάκας αποπερατώθηκε το 1866, με χρηματοδότηση του τραπεζίτη Ιωαννίνων Ιωάννη Λούλη και με τους πρωτομάστορες Ζιώγα Φρόντζο και Κώστα Μπέκα οι οποίοι εργάστηκαν ή συνεργάστηκαν και για την ανέγερση του γεφυριού της Κόνιτσας το 1869.
- Και στις δύο περιπτώσεις σημειώθηκε απόπειρα ανατίναξης των κατασκευών. Το 1913 ο Τζαβίτ πασάς επιχείρησε την ανατίναξη της γέφυρας της Κόνιτσας, η οποία απέτυχε να κατεδαφίσει εξολοκλήρου την κατασκευή, προκάλεσε ωστόσο σοβαρή βλάβη στην περιοχή του κλειδιού του τόξου (Εικόνα 6-5) που αποκαταστάθηκε με χύτευση σκυροδέματος όπου υπήρχε απώλεια αυθεντικού υλικού. Στην γέφυρα της Πλάκας, κατά την διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου παρουσιάστηκε ένα πολύπλοκο δίκτυο ρωγμών εξαιτίας της απόπειρας ανατίναξής της. Η πιο σοβαρή βλάβη τοποθετείται το 1944 με την διάνοιξη μιας οπής στο τόξο προς την πλευρά του ανατολικού βάθρου, η οποία προκλήθηκε είτε

<sup>37</sup> Το 1982 η γέφυρα της Κόνιτσας κηρύχθηκε ιστορικό διατηρητέο μνημείο (ΦΕΚ 628 Β/26-08-1982), δέκα χρόνια έπειτα από την γέφυρα της Πλάκας (ΦΕΚ-621/22-08-1972).

από οβίδα είτε από τοποθέτηση εκρηκτικών σε μια προσπάθεια στρατιωτικού χαρακτήρα με σκοπό την καταστροφή της (Εικόνα 6-4).

- Ο φέρων οργανισμός των δύο γεφυρών αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα της Ηπειρωτικής τεχνικής τοξωτών λιθόκτιστων γεφυρών των μέσων του 19<sup>ου</sup> αιώνα και χαρακτηρίζει τα μνημεία και από απόψεως αρχιτεκτονικής. Η γέφυρα της Πλάκας αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο μονότοξο γεφύρι που έχει κατασκευαστεί στο Ελλαδικό χώρο (μετά την γέφυρα του Κοράκου), ενώ την τρίτη θέση κατέχει η γέφυρα της Κόνιτσας.



Εικόνα 6-3: Τα σημαντικότερα γεφύρια του Αραχθού και του Αώου (Νούμερο 2: Γέφυρα Πλάκας, Νούμερο 6: Γέφυρα Κόνιτσας) (Πηγή: Νιτσιάκος, Β. – Αράπογλου, Μ., Τα ποτάμια της Ηπείρου, εκδ. Οδυσσέας, Αθήνα 2004)



Εικόνα 6-4: Βλάβες τόξου από την απόπειρα ανατίναξης της γέφυρας της Πλάκας το 1944 (Βιντζηλαίου, Γιαννέλος, 2015)



Εικόνα 6-5: Φωτογραφία Rhomaides-Zeit 1913: Διακρίνεται η βλάβη που προξένησε ο Τζαβίτ πασάς στο κεντρικό τμήμα του τόξου της Γέφυρας της Κόνιτσας

Τα κοινά ιστορικά στοιχεία δικαιολογούν σε μεγάλο μέρος και την ύπαρξη κοινών κατασκευαστικών χαρακτηριστικών, όπως αυτά περιγράφονται ακολούθως.

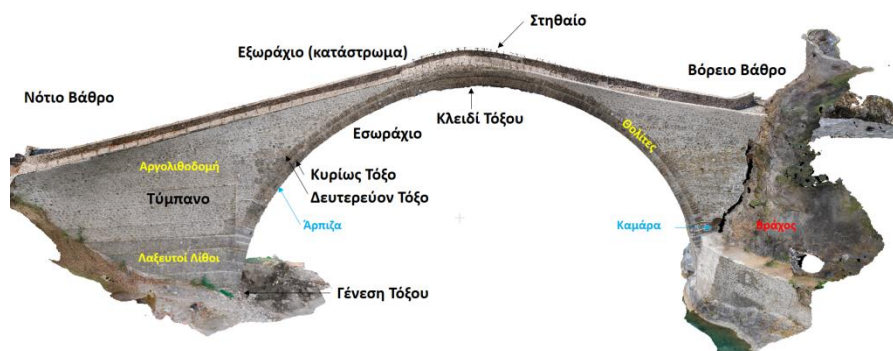
#### Εξωτερικά Μορφολογικά Στοιχεία

Κοινά χαρακτηριστικά των δύο γεφυρών αποτελούν:

- το παρόμοιο άνοιγμα τόξου (40m στην Πλάκα, 36,9m στην Κόνιτσα)

- η παραπλήσια εξωτερική δόμηση: γέφυρες δομημένες με ασβεστόλιθους οι οποίοι είχαν λάβει διαφορετική επεξεργασία για τα διάφορα τμήματα της κατασκευής (τύμπανα: αργοί και πλακοειδείς πελεκητοί, βάθρα: λαξευτοί, τόξα: πλακοειδείς πελεκητοί). (Εικόνα 6-7)
- η δόμηση του τοξωτού τμήματος σε δύο διακριτά επάλληλα τόξα, το πρωτεύον ή τόξο εσωραχίου και το δευτερεύον ή τόξο εξωραχίου ή επιβοηθητικό (στη γέφυρα της Κόνιτσας το πρωτεύον τόξο, αν και υπολείπεται σε διάμετρο εκείνου της γέφυρας της Πλάκας, έχει μεγαλύτερο πάχος -75 έως 85cm έναντι 65 έως 80cm-). (Εικόνα 6-8, Εικόνα 6-9)
- οι μεταβολές του πλάτους της διατομής του εσωραχίου σε συγκεκριμένα ύψη (7m στην Πλάκα, 8m στην Κόνιτσα). Το πλάτος του τόξου βαίνει μειούμενο προς την κορυφή (Εικόνα 6-11).
- η παρουσία διαμπερών εγκάρσιων μεταλλικών συνδέσμων (20 άρπιζες στην Πλάκα, 16 άρπιζες στην Κόνιτσα) (Εικόνα 6-12)

Είναι χαρακτηριστικό ότι στην γέφυρα της Κόνιτσας δεν έχει προβλεφθεί ανακουφιστικό άνοιγμα στο Νότιο βάθρο (Εικόνα 6-2 και Εικόνα 6-6), πιθανότατα λόγω της εκτίμησης της ροής του Αώου ως μη επικίνδυνης. Αντιθέτως, στην γέφυρα της Πλάκας οι ίδιοι πρωτομάστορες κατασκεύασαν δύο ανακουφιστικά ανοίγματα (Εικόνα 6-1α), λαμβάνοντας υπ' όψη τις σημαντικά κρισιμότερες υδραυλικές συνθήκες του Αράχθου.



Εικόνα 6-6: Ονοματολογία τμημάτων γέφυρας Κόνιτσας και επισήμανση βασικών στοιχείων επί του τρισδιάστατου αρχείου υψηλής ανάλυσης που προέκυψε από την φωτογραμμετρική αποτύπωση.



(α)



(β)

Εικόνα 6-7: Παραμερής δόμηση των τυμπάνων, των βάθρων και των τόξων των δύο γεφυρών (α) Πλάκα (β) Κόνιτσα





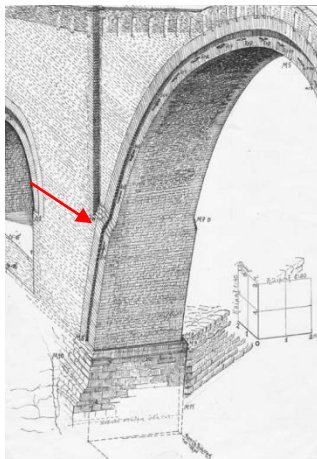
Εικόνα 6-8: Δόμηση με διπλό τόξο στην γέφυρα της Πλάκας



Εικόνα 6-9: Δόμηση με διπλό τόξο στην γέφυρα της Κόνιτσας.



Εικόνα 6-10: Τοπική αποκόλληση του διπλού τόξου από το τόμπανο στην γέφυρα της Πλάκας



Εικόνα 6-11: Σχηματική απεικόνιση του σημείου μεταβολής του πλάτους διατομής του εσωραχίου (σκαρίφημα: Μ. Κορρές, 2015)



Εικόνα 6-12: Μεταλλικό παρέμβλημα (άρπιζα) που συναντάται και στις δύο γέφυρες.

### Μορφολογικά Στοιχεία Εσωτερικής Κατάστασης

Από τις παρατηρήσεις που έλαβαν χώρα στην γέφυρα της Πλάκας μπόρεσαν να γίνουν εύλογες υποθέσεις για την εσωτερική κατάσταση της γέφυρας της Κόνιτσας. Σημαντικότερα ευρήματα αποτελούν:

- Η απόκτηση μιας εικόνας του πιθανού τρόπου δόμησης των προσβάσεων στην έννοια του πάχους τους: οι λίθοι της εσωτερικής πλήρωσης των τυμπάνων της γέφυρας της Πλάκας ήταν μικροί σε μέγεθος και ακανόνιστα διατεταγμένοι (Εικόνα 6-13).
- Η χρήση ξύλινων στοιχείων στην δόμηση της γέφυρας της Πλάκας, διαμορφωμένων σε επάλληλες εσχάρες, με πύκνωση στο πάχος του τόξου (Εικόνα 6-13 - Εικόνα 6-15), όπως αυτές αποτυπώνονται σχηματικά στο σκαρίφημα του κ. Μ. Κορρέ (Εικόνα 6-16). Από την παρατήρηση αυτή κατέστη εφικτή η κατανόηση της αντίστοιχης διάταξης των ξύλινων στοιχείων στην γέφυρα της Πλάκας. Αντιστοίχως, συνεπώς, στην γέφυρα της Κόνιτσας το κυρίως τόξο αλλά και το εσωράχιο διαθέτουν οπές ανά αποστάσεις οι οποίες σχετίζονται με την παρουσία ξύλινων στοιχείων στο σώμα της γέφυρας. Σε ότι αφορά τα ξύλινα στοιχεία τα οποία είτε είναι ορατά (ως παραμείνοντα ξύλινα στοιχεία ή ως οπές αποσαθρωμένων ξύλων), είτε εντοπίστηκαν μέσω των σαρώσεων ραντάρ (Εικόνα 6-17), φαίνεται ότι υπάρχει συστηματική διάταξή τους σε εσχάρες.



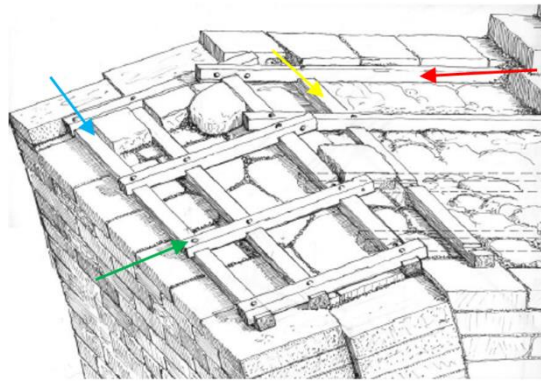
*Εικόνα 6-13: Το γέμισμα μεταξύ των τυμπάνων της γέφυρας της Πλάκας είναι δομημένο με μικρούς και μεσαίου μεγέθους λίθους, από ασβεστόλιθο ή ασβεστιτικό ψαμμίτη. Επιβεβαιώθηκε και η χρήση πωρόλιθων για το γέμισμα, με σκοπό την μείωση του ίδιου βάρους του γεμίσματος. Στην εικόνα επιπροσθέτως διακρίνονται οι οπές που αντιστοιχούν σε θέσεις ξύλινων στοιχείων.*



*Εικόνα 6-14: Εύρεση ξύλινων στοιχείων σε θραύσμα της γέφυρας της Πλάκας.*



Εικόνα 6-15: Οπές στο εσωράχιο και στην όψη του τόξου, ενδεικτικές των θέσεων ξύλινων στοιχείων στην γέφυρα της Κόνιτσας



Εικόνα 6-16: Σκαρίφημα (Μ. Κορρές, 2015) με τους τέσσερις διαφορετικούς προσανατολισμούς ξύλινων στοιχείων που συναντώνται στην γέφυρα της Πλάκας (μπλε: τοποθετημένα παράλληλα με την έννοια του πλάτους του εσωραχίου. Εντοπίστηκαν και στην γέφυρα της Κόνιτσας, από τις κατακόρυφες σαρώσεις στο εσωράχιο, πράσινο: κάθετα στο πλάτος του εσωραχίου. Εντοπίστηκαν και στην εξεταζόμενη γέφυρα από τις σαρώσεις κατά μήκος των τόξων, κόκκινο: τοποθετημένα οριζόντια ή ακτινωτά στο κύριο σώμα της γέφυρας. Εντοπίστηκαν και στην γέφυρα της Κόνιτσας από τις οριζόντιες και κατακόρυφες σαρώσεις στο κύριο σώμα της γέφυρας, κίτρινο: τοποθετημένα κάθετα στις όψεις της γέφυρας. Είναι οπτικά εμφανή επί του μνημείου).



Εικόνα 6-17: Τρισδιάστατη απεικόνιση γέφυρας Κόνιτσας (απεικονίζονται οι ξύλινες εσχάρες εσωραχίων, οι άρπιζες εσωραχίων, οι λίθοι και τα ξύλινα στοιχεία του σώματος της γέφυρας)

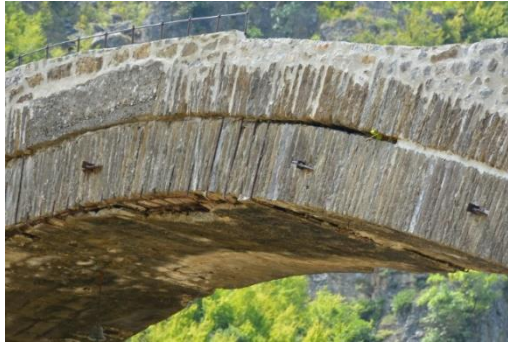
## 6.2.2 Η σημερινή κατάσταση της γέφυρας της Κόνιτσας

Από τα ιστορικά στοιχεία είναι γνωστό ότι η γέφυρα της Κόνιτσας έχει υποστεί πολυάριθμες δράσεις μέχρι σήμερα, με πιο έντονη την ανθρωπογενή δράση της απόπειρας ανατίναξης του 1913. Εξαιτίας αυτής προκλήθηκαν βλάβες στην περιοχή του κλειδιού, οι οποίες αποκαταστάθηκαν με χύτευση σκυροδέματος όπου υπήρχε απώλεια αυθεντικού υλικού. Στο κατάστρωμα έχει χρησιμοποιηθεί άοπλο σκυρόδεμα, ενώ στο εσωράχιο, έχει γίνει χρήση ωπλισμένου σκυροδέματος.

Οι κύριες βλάβες έχουν επέλθει εξαιτίας των μηχανισμών φθοράς εν χρόνω οι οποίοι αποδίδονται στις δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, στις αλλαγές των υδραυλικών συνθηκών αλλά και στην φυσική γήρανση της κατασκευής. Οι περισσότερες εξ αυτών είναι:

- Τμηματική αποκόλληση κυρίως και δευτερεύοντος τόξου (Εικόνα 6-18)

- Βλάβες ωπλισμένου σκυροδέματος (Εικόνα 6-19)
- Κατακόρυφες ρωγμές στα τύμπανα (Εικόνα 6-20)
- Ρηγματώσεις λίθων στα τόξα και αποκολλήσεις τμημάτων λίθων (Εικόνα 6-21)
- Λοξή ρηγματώση εσωραχίου νότιου βάθρου (Εικόνα 6-22)
- Αποκόλληση λίθων στην έδραση του βόρειου βάθρου (Εικόνα 6-23)



Εικόνα 6-18: Αποκόλληση τόξων στην κεντρική περιοχή του ανοίγματος, όπου έχει τοποθετηθεί «μανδύας» σκυροδέματος.



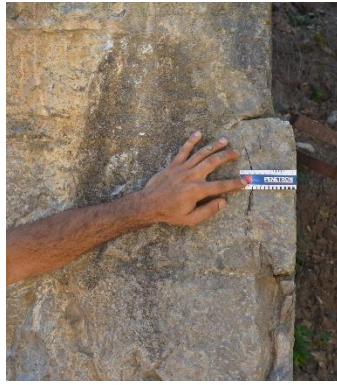
Εικόνα 6-19: «Μανδύας» σκυροδέματος με πάχος 10-12cm, απόλεια επικάλυψης και εκτεθειμένες εσχάρες, χρωματικές αλλοιώσεις και εξανθήσεις σκυροδέματος εξαιτίας διαβρωτικού περιβάλλοντος. Ο «μανδύας» αναρτάται επισφαλώς από το εσωράχιο χάρις σε μεταλλικούς αναβολείς, οι οποίοι εισέρχονται έως την διεπιφάνεια μεταξύ κυρίως και δευτερεύοντος τόξου.



Εικόνα 6-20: Κατακόρυφη ρωγμή στο κατάντη τύμπανο του Βόρειου βάθρου, όπως φαίνεται πριν το αρμολόγημα του 2015



Εικόνα 6-21: Κατάντη ακμή Νότιου βάθρου: ρηγματώση λίθων στη θέση συναρμογής κυρίως τόξου – βάθρου, δηλωτική της ανάπτυξης σημαντικών θλιπτικών τάσεων.



Εικόνα 6-22: Μέτρηση εύρους ρωγμών των λαξευτών λίθων σε βάθρο



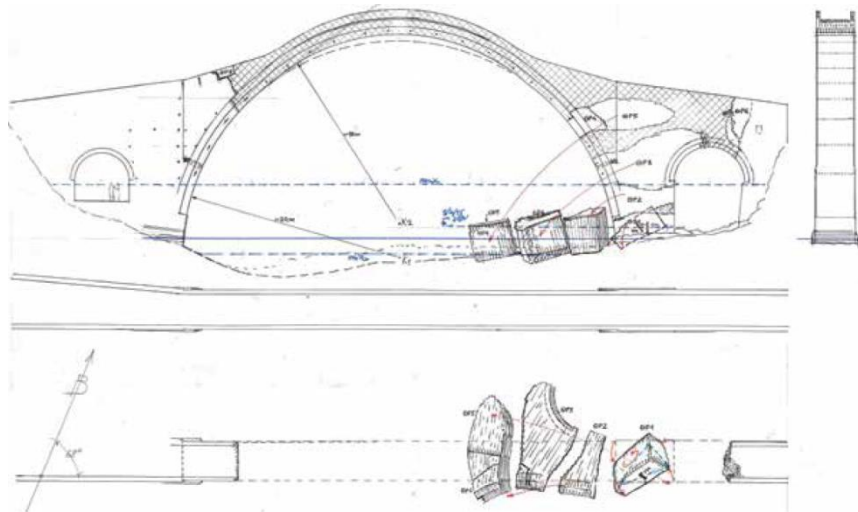
Εικόνα 6-23: Στάθμη έδρασης βόρειου βάθρου και αποκόλληση λίθων

### 6.2.3 Η κατάρρευση της γέφυρας της Πλάκας

Η συνύπαρξη μιας πληθώρας αιτιών προκάλεσε την κατάρρευση (Εικόνα 6-24) της γέφυρας:

- Υποσκαφή ανατολικού μεσοβάθρου και αστοχία βάθρου (Εικόνα 6-25), όπως τεκμαίρεται από την στατική ανάλυση και από την διερεύνηση γεωλογικών χαρακτηριστικών
- Ρηγματώσεις και μικρομετακινήσεις σε διάφορα σημεία του τόξου (Εικόνα 6-26)
- Διαλυτική δράση ομβρίων εξαιτίας πλημμελούς στεγάνωσης του καταστρώματος (Εικόνα 6-27)
- Βλάβη από ρίψη οβίδας κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο (Εικόνα 6-4)
- Εκκεντρότητα γραμμής πιέσεων στο τόξο εξαιτίας των παραμορφώσεων

Όμως, ο παράγοντας ο οποίος θεωρείται καταλυτικός και ο τελικώς υπεύθυνος για την κατάρρευση δεν σχετίζεται με σχεδιαστικά ελαττώματα ούτε ανεπαρκή στατική λειτουργία, αλλά με την παντελή έλλειψη συντήρησης της γέφυρας για ενάμιση αιώνα.



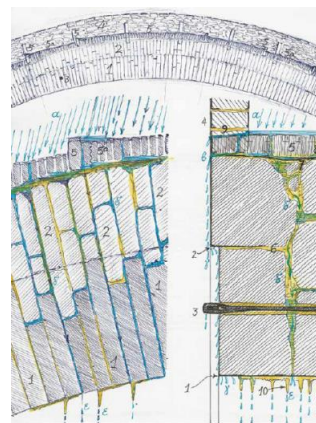
Εικόνα 6-24: Σχηματική απεικόνιση της γέφυρας της Πλάκας μετά την μερική κατάρρευση. Διαγραμμισμένα είναι τα τμήματα τα οποία κατέρρευσαν στο κεντρικό τόξο, το ανατολικό μεσόβαθρο και το ανατολικό ανακουφιστικό άνοιγμα, μη διαγραμμισμένα είναι τα ιστάμενα τμήματα του δυτικού βάθρου. Σημειώνονται και τα αναγνωρισμένα ογκοτεμάχια σε θέσεις πτώσης (σκαρίφημα: Μ. Κορρές, 2015).



Εικόνα 6-25: Έντονη διάβρωση βάθρου και υποσκαφή της θεμελίωσης (φωτογραφικό αρχείο ΕΜΠ)



Εικόνα 6-26: Βλάβη στο εσωράχιο του κυρίως τόξου, λήψη του 1995



Εικόνα 6-27: Σχηματική απεικόνιση της νέτιας διάβρωσης της λιθοδομής (Σκαρίφημα: Μ. Κορρές 2015)

#### 6.2.4 Συμπεράσματα από την σύγκριση

Οι ωφέλειες που αποκτώνται από την παραπάνω σύγκριση μπορούν να συνοψιστούν σε τρία βασικά συμπερασματικά σχόλια:

- Χάρης στην δομητική τεκμηρίωση ενός μνημείου μπορεί να **επιταχυνθεί** η διαδικασία τεκμηρίωσης παρεμφερών μνημείων και να **διευκολυνθεί** σημαντικά η **ερμηνεία** αντίστοιχων ιδιοτυπιών, βλαβών και χαρακτηριστικών της εσωτερικής κατάστασης.
- Η αντιμετώπιση των κατασκευών ως **ενοτήτων** και η αξιοποίηση των συμπερασμάτων που εξάγονται από μία κατασκευή για άλλες παραπλήσιες **διευκολύνει** την **λήψη** των απαραίτητων **αποφάσεων** για επεμβάσεις.
- Η συλλογή κοινών στοιχείων από κατασκευές που τεκμηριωμένα παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά όχι μόνο εξωτερικής μορφολογίας αλλά και εσωτερικής κατάστασης μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για την ανάπτυξη **πρότυπων μελετών για παρόμοιες κατασκευές** που μελλοντικά θα αντιμετωπίσουν την ανάγκη επεμβάσεων.

### 6.3 Η Γέφυρα της Κρεμαστής στην Λέσβο

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα λεπτομερές παράδειγμα προσεισμικής επιθεώρησης και διερεύνησης της υφιστάμενης κατάστασης ιστορικής λίθινης γέφυρας.

Συγκεκριμένα, παρατίθεται ένα τμήμα των αποτελεσμάτων που προέκυψαν στο πλαίσιο της εκπόνησης του Ερευνητικού Προγράμματος «Τεκμηρίωση, Αποτίμηση και Προτάσεις Επέμβασης για την Συντήρηση του Μεσαιωνικού Γεφυριού Κρεμαστής» με Επιστημονική Υπεύθυνη την κα. Ε. Βιντζηλαίου (Ομάδα Πολιτικών Μηχανικών: Α. Παπαθανασίου, Α. Ζαγκότσης, Α.-Α. Μανωλεδάκη, Χ.-Ε. Αδάμη και Β. Παλιεράκη, Τεχνίτης: Δ. Πατσέλης). Το πρόγραμμα ολοκληρώθηκε τον Φεβρουάριο του 2010 και θεωρήθηκε καινοτόμο, καθώς διενεργήθηκε σε μία περίοδο κατά την οποία το θέμα της διαφύλαξης των ιστορικών γεφυρών δεν είχε ακόμα αναδειχθεί στην Ελλάδα ως πρωτεύον.

Η γέφυρα αποτελεί σημείο αναφοράς για το νησί. Ως εκ τούτου, ο δήμος έσπευσε να εξασφαλίσει την προστασία του αναθέτοντας το πρόγραμμα στο ΕΜΠ. Σκοπός του προγράμματος ήταν η ολοκληρωμένη τεκμηρίωση του φέροντος οργανισμού της ιστορικής γέφυρας, η υπολογιστική διερεύνηση και, τελικώς, η διατύπωση σαφών προτάσεων προσεισμικών επεμβάσεων. Για την εξυπηρέτηση του σκοπού εξετάστηκαν και συνδυάστηκαν στοιχεία σχετικά με την ιστορία, την αρχιτεκτονική του μνημείου, τις παρατηρήσεις των επιθεωρήσεων και τα αποτελέσματα των επί τόπου και των εργαστηριακών δοκιμών.

Το σύνολο των στοιχείων τα οποία ακολουθούν αντλούνται από το περιεχόμενο των αποτελεσμάτων του Ερευνητικού Προγράμματος και είναι προϊόν επί τόπου εργασίας και εργασίας γραφείου της ομάδας που προαναφέρθηκε, αποτελώντας πνευματική ιδιοκτησία της.



Εικόνα 6-28: Γέφυρα της Κρεμαστής Λέσβου

### 6.3.1 Περιεχόμενα δομητικής τεκμηρίωσης

#### 6.3.1.1 Γενικά Γεωγραφικά και Ιστορικά Στοιχεία

##### Σκοπός:

Η ιστορική τεκμηρίωση πραγματοποιείται για την απόκτηση στοιχείων που μπορούν να συνδεθούν με θέματα που αφορούν την κατασκευή (προγενέστεροι σεισμοί ή άλλες φυσικές ή ανθρωπογενείς δράσεις που έχουν επηρεάσει την κατασκευή, χρονολογία δόμησης και τεχνικές που σχετίζονται με αυτήν, διαφορετικές κατασκευαστικές φάσεις, παρουσία προγενέστερων επεμβάσεων, διαθέσιμα υλικά εκάστοτε περιοχής, χρήση κατασκευής κ.α.), επιτρέποντας μία πιο σφαιρική ερμηνεία των παρατηρήσεων.

##### Ενδεικτικά Αποτελέσματα:

Η Γέφυρα της Κρεμαστής βρίσκεται στην Λέσβο, περίπου 3km βορειοδυτικά του οικισμού της Αγίας Παρασκευής. Η κατασκευή είναι τοξωτή και η ανέγερσή της χρονολογείται μεταξύ 1355-1462, εξ ου και ο χαρακτηρισμός της ως μεσαιωνικής. Θεωρείται ότι η γέφυρα εξυπηρέτούσε τις εμπορικές και στρατιωτικές ανάγκες των Γατελούζων, οι οποίοι κατείχαν την κυριαρχία του νησιού.

#### 6.3.1.2 Περιγραφή κατασκευής

##### Σκοπός:

Η αρχιτεκτονική περιγραφή καθώς και η λεπτομερής καταγραφή της παθολογίας καθιστούν γνωστά όλα εκείνα τα στοιχεία που συνθέτουν την υφιστάμενη κατάσταση της γέφυρας, προκειμένου αυτή να μπορεί να προσομοιωθεί με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια εν συνεχεία και να καταστούν διακριτές οι περιοχές που χρήζουν επέμβασης. Η αρχιτεκτονική περιγραφή και η παθολογία περιλαμβάνουν τις πληροφορίες οι οποίες μπορούν να γίνουν αντιληπτές οπτικώς επιτόπου, από παρατήρηση φωτογραφιών υψηλής ανάλυσης, με χρήση απλών μετρητικών μεθόδων (νήμα στάθμης, μετροταινία κ.α.) και μικρής κλίμακας επιτόπου διερευνητικών τομών.

##### Ενδεικτικά Αποτελέσματα:

Ο άξονας της μονότοξης λίθινης γέφυρας έχει προσανατολισμό Νοτιοανατολικό-Βορειοδυτικό, το ύψος της είναι περίπου ίσο με 8,50m και το άνοιγμα στην βάση της



11,50m. Τα στοιχεία των οποίων η δόμηση εξετάζεται προσεκτικά και αποτυπώνεται φωτογραφικά είναι το τόξο, τα βάθρα, οι προσβάσεις και το κατάστρωμα. Πιο συγκεκριμένα, για το τόξο καταγράφονται η γεωμετρική του χάραξη, οι διαστάσεις του, ο τύπος των λίθων που έχουν χρησιμοποιηθεί και η παρουσία σφηνών. Για τα βάθρα περιγράφεται το είδος και το μέγεθος των λίθων που έχουν χρησιμοποιηθεί για την δόμησή τους και η κατάσταση της έδρασής τους καθώς και η παρατήρηση και προσπάθεια αξιολόγησης τυχόν διαφορών. Οι προσβάσεις της γέφυρας είναι δομημένες με δύο πρακτικώς παράλληλους τοίχους (τύμπανα) μεταξύ των οποίων τοποθετείται γέμισμα. Το είδος του γεμίσματος (λιθορριπή/συμπαγής δομή) διαπιστώνεται με την διάνοιξη αναγνωριστικών τομών του καταστρώματος. Για την δόμηση των τυμπάνων δεν χρησιμοποιούνται ίδιοι λίθοι σε όλη την έκτασή τους, αλλά μεγαλύτερου μεγέθους και λαξευτοί στο κάτω μέρος. Δεν υφίστανται ιστορικά στοιχεία που να επιβεβαιώνουν την ύπαρξη διαφορετικών κατασκευαστικών φάσεων στο μνημείο.



*Εικόνα 6-29: Δόμηση του τόξου με λαξευτούς λίθους*



*Εικόνα 6-30: Ύπαρξη ενδιάμεσων στρώσεων με πλακοειδείς λίθους και χρήση ημιλαξευτών λίθων πλησίον του τόξου στο κάτω μέρος της κατασκευής*

### **6.3.1.3 Παθολογία κατασκευής**

#### Ενδεικτικά Αποτελέσματα:

Και σε αυτήν την περίπτωση καταγράφονται όλες οι βλάβες που σχετίζονται με το τόξο, τα βάθρα, τις προσβάσεις και το κατάστρωμα. Συγκεκριμένα, για το τόξο καταγράφονται εκτός επιπέδου μετακινήσεις, αλλοιώσεις των λίθων εξαιτίας της υδατοπερατότητας του καταστρώματος, περιοχές διάβρωσης κονιάματος, ρηγματώσεις και τοπικές αποκόλλσεις λίθων. Στα βάθρα εξετάζεται η αποκόλληση λίθων, η παρουσία τοπικής υποσκαφής, η τοπική ανύψωση του βραχώδους υποβάθρου, οι κατακόρυφες ρωγμές των λίθων και η χρήση τσιμεντοκονιάματος μεταγενέστερης επέμβασης. Τέλος, για τις προσβάσεις ελέγχεται η απόκλισή τους από την κατακορυφότητα και επιχειρείται η σύνδεση των αποτελεσμάτων με τον τρόπο δόμησής τους κατά την έννοια του πάχους τους. Ακόμα, καταγράφεται το βάθος έκπλυσης του κονιάματος και η ανάπτυξη βλάστησης σε ορισμένες περιοχές.



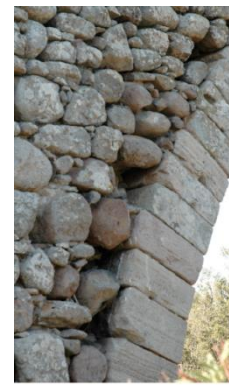
Εικόνα 6-31: Εκτός επιπέδου μετάθεση του τόξου



Εικόνα 6-32: Ρωγμές, αποκολλήσεις και χρωματικές αλλοιώσεις σε λίθους του τόξου



Εικόνα 6-33: Δυτικό βάθρο: τοπική ανύψωση βραχώδους υποβάθρου



Εικόνα 6-34: Αποκόλληση λίθων στην επιφάνεια που συναρμολοξει το τόξο με το τύμπανο

### 6.3.2 Περιεχόμενα διερευνήσεων

#### Σκοπός:

Για την εύρεση στοιχείων της δόμησης τα οποία είναι αφανή και δεν μπορούν να αντληθούν από επιτόπου επιθεωρήσεις, χρησιμοποιούνται εν γένει μη καταστρεπτικές και ελάχιστα καταστρεπτικές μέθοδοι, για την ορθή εφαρμογή ερμηνεία των οποίων απαιτείται εξειδίκευση και εξοικείωση. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η εφαρμογή της ενδοσκόπησης σε στοχευμένα σημεία της κατασκευής στοχεύει στην απόκτηση στοιχείων της εσωτερικής της κατάστασης, αντιπροσωπευτικών του συνόλου. Εν γένει εφαρμόζονται επιπροσθέτως οι μέθοδοι του ραντάρ, της κρουσιμέτρησης, της θερμογραφίας των υπερήχων και άλλες.

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας και των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών δόμησης απαιτούνται δειγματοληψίες και υποβολή των δειγμάτων σε εργαστηριακές δοκιμές, προκειμένου να εκτιμηθούν οι αντοχές των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί στα επιμέρους τμήματα της κατασκευής, οι οποίες μετέπειτα θα εισαχθούν ως δεδομένα για την ανάλυση του προσομοιώματος.

Για την επιλογή των κατάλληλων τύπων εκτίμησης αντοχών λαμβάνεται υπόψιν ο τρόπος δόμησης των διακριτών τμημάτων της κατασκευής, όπως αυτός διαπιστώνεται από τις επιτόπου παρατηρήσεις και διερευνήσεις.

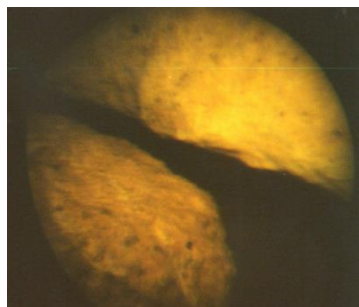
### 6.3.2.1 Αποτελέσματα επιτόπου διερεύνησης με ενδοσκόπιο

#### Ενδεικτικά Αποτελέσματα:

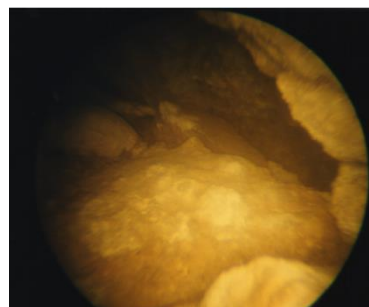
Πραγματοποιήθηκαν ενδοσκοπήσεις στις προσβάσεις και στα βάθρα της γέφυρας, στις περιπτώσεις που ήταν εφικτή η πρόσβαση, απουσία ικριωμάτων. Αξιοποιήθηκαν υφιστάμενες οπές της τοιχοποιίας για την οπτική επιθεώρηση και διερεύνηση της εσωτερικής κατάστασης στα αντίστοιχα σημεία. Οι παρατηρήσεις εν γένει επιβεβαιώνουν τον τρόπο δόμησης των προσβάσεων, όπως αυτός περιγράφεται στην ενότητα 6.3.1.2.



Εικόνα 6-35: Παράδειγμα ενδοσκόπησης σε υπάρχουσα οπή σε πρόσβαση



(α)



(β)

Εικόνα 6-36: Ενδοσκοπήσεις σε υπάρχουσες οπές αργολιθοδομής πρόσβασης (α) λήψη με το πλάγιο στέλεχος: κάτω αριστερά διακρίνεται ευχερώς το πέρας του λίθου (β) λήψη με το ευθύ στέλεχος: εντοπισμός κονιάματος

### 6.3.2.2 Δειγματοληψία και αποτελέσματα δοκιμών δειγμάτων

#### Ενδεικτικά Αποτελέσματα:

Κατά την επίσκεψη εργασίας πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία λίθων και κονιαμάτων από διάφορες θέσεις που διαμορφώθηκαν αναλόγως, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι αντίστοιχες δοκιμές. Η δειγματοληψία περιορίστηκε στις ευχερώς προσβάσιμες περιοχές της γέφυρας, καθώς δεν διατίθεντο ικριώματα. Τα δείγματα λίθων υποβλήθηκαν σε δοκιμή μονοαξονικής θλίψης, ενώ τα δείγματα κονιαμάτων υποβλήθηκαν σε δοκιμή άμεσου εφελκυσμού με την μέθοδο των θραυσμάτων.



(α)

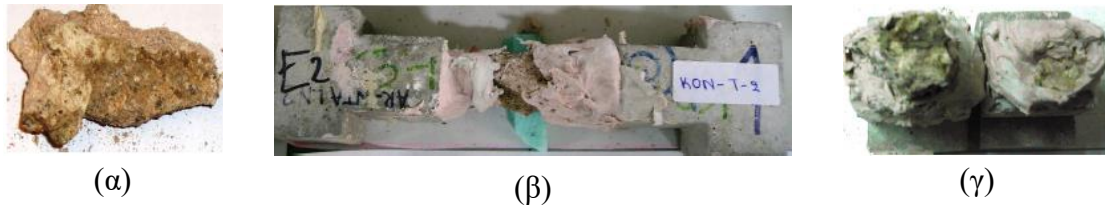


(β)



(γ)

Εικόνα 6-37: Λίθος τυμπάνου (α) αρχική κατάσταση, μετά την δειγματοληψία (β) σε κατάσταση διαμόρφωσης δοκιμών στο εργαστήριο, αμέσως πριν την δοκιμή μονοαξονικής θλίψης (γ) μετά την δοκιμή θλίψης



Εικόνα 6-38: Κονίαμα τόξου (α) αρχική κατάσταση, μετά την δειγματοληψία (β) σε κατάσταση διαμόρφωσης δοκιμίου στο εργαστήριο, αμέσως πριν την δοκιμή εφελκυσμού (γ) μετά την δοκιμή εφελκυσμού, όπου διαφαίνεται η επιφάνεια θραύσης.

Για τους υπολογισμούς των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας (θλιπτική αντοχή, μέτρο ελαστικότητας) λαμβάνονται υπόψιν (α) τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών και (β) ο τρόπος δόμησης της τοιχοποιίας, όπως αυτός διαπιστώθηκε από έναν συνδυασμό παρατηρήσεων και μεθόδων.

### 6.3.3 Στοιχεία της αναλυτικής διερεύνησης

Όλα τα βήματα της δομητικής τεκμηρίωσης συντελούνται προς την κατεύθυνση της δημιουργίας ενός αξιόπιστου προσομοιώματος το οποίο θα μπορεί να ερμηνεύσει τις υπάρχουσες βλάβες. Σημειώνεται ότι η μόρφωση του προσομοιώματος διευκολύνθηκε χάρις στην λεπτομερή τοπογραφική αποτύπωση της κατασκευής.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων, οι οποίες στόχευσαν στον προσδιορισμό της συμπεριφοράς της κατασκευής υπό κατακόρυφα και υπό σεισμικά φορτία, στην ερμηνεία των υφιστάμενων βλαβών, στην εκτίμηση περιθωρίων ασφαλείας έναντι μελλοντικής σεισμικής καταπόνησης και στην διερεύνηση της ανάγκης ενίσχυσης περιοχών αδυναμίας.

#### Ενδεικτικά Αποτελέσματα:

Συμπερασματικά, από την ανάλυση προκύπτει ότι για μία ευρεία κλίμακα σεισμών, μικρού έως μετρίου μεγέθους, δεν αναμένονται σημαντικές βλάβες που να καθιστούν επιτακτική την ανάγκη λήψης πρόσθετων μέτρων για την προστασία της γέφυρας έναντι σεισμού. Εντούτοις, για το σεισμό σχεδιασμού βάσει του ΕΑΚ 2000, οι βλάβες που αναμένονται είναι μεγαλύτερες. Σε συνδυασμό και με την παθολογία της γέφυρας, εκτιμάται ότι πιο ευάλωτη είναι η περιοχή της κλείδας.

### 6.3.4 Προτάσεις επεμβάσεων

Χάρις στα συμπεράσματα που αποκτήθηκαν από τις επιθεωρήσεις και τις επιτόπου και εργαστηριακές δοκιμές κατέστη δυνατή η ανάλυση ενός αξιόπιστου προσομοιώματος, καταλήγοντας στην διατύπωση προτάσεων επέμβασης, λαμβανομένου υπόψιν του μνημειακού χαρακτήρα της κατασκευής.

#### Ενδεικτικά Αποτελέσματα:

Η γενική εικόνα που παρουσιάζει η κατασκευή είναι ικανοποιητική, ιδιαίτως εάν συνεκτιμηθούν οι παράγοντες της ηλικίας αλλά και της σεισμικής καταπόνησης που έχει υποστεί. Οι κυριότερες φθορές αφορούν την επιφάνεια των λίθων και το κονίαμα δόμησης και οι κυριότεροι παράγοντες στους οποίους αποδίδονται είναι η απουσία συντήρησης και η παρουσία υγρασίας εξαιτίας της έλλειψης στεγάνωσης.

Οι προτεινόμενες ενέργειες περιλαμβάνουν:

- Καταπολέμηση της προσβολής της κατασκευής από την υγρασία με στεγάνωση του καταστρώματος.
- Απομάκρυνση βλάστησης.
- Αποκατάσταση εξωτερικής επιφάνειας τυμπάνων
- Εφαρμογή ενεμάτων κατάλληλης σύνθεσης σε διάφορες περιοχές της κατασκευής

#### 6.4 Διαπιστώσεις από την σύγκριση των τριών παραδειγμάτων

Όπως κατέστη φανερό από τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν, η μελέτη μεγάλων κατηγοριών κατασκευών -όπως οι γέφυρες- ως ενότητων αποδεικνύεται εξαιρετικά τελεσφόρα, χάρις στα κοινά χαρακτηριστικά των κατασκευών.

Επιχειρώντας μία σύγκριση των όμοιων γνωρισμάτων που μπορούν να διαπιστωθούν σε τρεις διαφορετικές κατασκευές της ίδιας ενότητας (τοξωτές λιθόκτιστες γέφυρες διέλευσης πεζών), παρουσιάζονται τα ακόλουθα στοιχεία.

- Και στις τρεις περιπτώσεις τηρούνται οι **βασικές αρχές δόμησης**. Για την μεταφορά των υπερκείμενων φορτίων στην θεμελίωση, τα βάθρα και το χαμηλότερο τμήμα των προσβάσεων είναι προσεκτικά δομημένα με χρήση λαξευτών λίθων μεσαίων ή μεγάλων διαστάσεων (Εικόνα 6-39).



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 6-39: Δόμηση των βάθρων και του κατώτερου μέρους των τυμπάνων με λαξευτούς λίθους (α) γέφυρα Κρεμαστής (β) γέφυρα Πλάκας (γ) γέφυρα Κόνιτσας

- Και στις τρεις περιπτώσεις το **πλάτος του καταστρώματος**<sup>38</sup> είναι **παραπλήσιο**, παρά τις αρκετά διαφορετικές υπόλοιπες διαστάσεις των κατασκευών, καθώς πρόκειται για γέφυρες διέλευσης πεζών.

	πλάτος καταστρώματος στην περιοχή του κλειδιού	μήκος γεφύρωσης	καθαρό άνοιγμα τόξου
Γέφυρα Κρεμαστής	3,0m	32,0m	11,5m
Γέφυρα Πλάκας	3,2m	50,0m	40,0m <sup>39</sup>
Γέφυρα Κόνιτσας	2,9m	60,5m	36,9m

- Και στις τρεις περιπτώσεις παρατηρήθηκε **έλλειψη συστηματικής συντήρησης**. Μάλιστα, στην γέφυρα της Κρεμαστής και στην γέφυρα της Πλάκας διαπιστώθηκε η ανάπτυξη **βλάστησης** σε περιοχές των τυμπάνων (Εικόνα 6-40, Εικόνα 6-41).



Εικόνα 6-40: Βλάστηση στο ανώτερο τμήμα τυμπάνου της γέφυρας της Κρεμαστής



Εικόνα 6-41: Ανάπτυξη βλάστησης στο άνω μέρος των τυμπάνων, στο στηθαίο και στο κατάστρωμα της γέφυρας της Πλάκας

- Και στις τρεις περιπτώσεις παρατηρήθηκε η **παρουσία ρηγματωμένων λίθων**, είτε στο **τόξο** (γέφυρες Κρεμαστής και Πλάκας-Εικόνα 6-42) είτε στα **βάθρα** (γέφυρες Κρεμαστής και Κόνιτσας-Εικόνα 6-43).



(α)

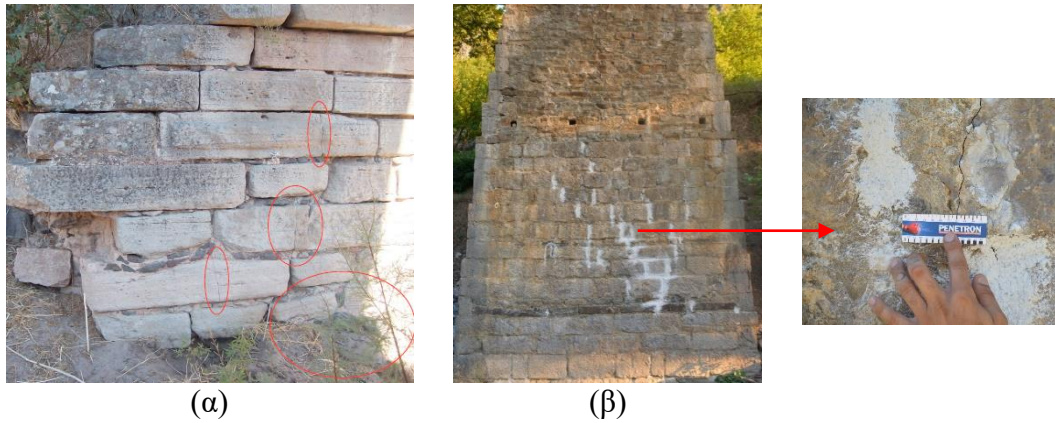
Εικόνα 6-42: Ρηγμάτωση λίθων τόξου γέφυρας (α) Κρεμαστής (β) Πλάκας



(β)

<sup>38</sup> Στα ηπειρωτικά γεφύρια (Πλάκας, Κόνιτσας) παρατηρείται βαθμιαία διαπλάτυνση στα βάθρα.

<sup>39</sup> Άνοιγμα κεντρικού τόξου



Εικόνα 6-43: Ρηγματώση λίθων βάθρου γέφυρας (α) Κρεμαστής (β)Κόνιτσας

- Έλλειψη στεγανότητας καταστρώματος στις γέφυρες της Κρεμαστής και της Πλάκας (Εικόνα 6-44, Εικόνα 6-45).



Εικόνα 6-44: Ρωγμές, αποκολλήσεις και χρωματικές αλλοιώσεις σε λίθους του τόξου της γέφυρας της Κρεμαστής



Εικόνα 6-45: Ύετια διαλυτική δράση εντός της λιθοδομής της γέφυρας της Πλάκας-χρωματικές αλλοιώσεις και εκροή υδάτων από διάφορα σημεία της κατασκευής

- Υποσκαφή θεμελίου σε τοπική (γέφυρα Κρεμαστής-Εικόνα 6-46) ή μεγάλη (γέφυρα Πλάκας-Εικόνα 6-47) κλίμακα.

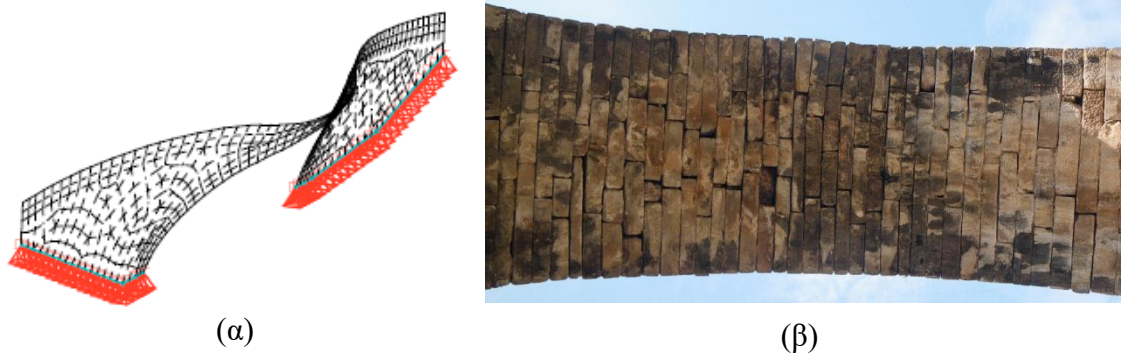


Εικόνα 6-46: Υποσκαφή και τοπική ανύψωση βραχώδους υποβάθρου στο δυτικό βάθρο της γέφυρας της Κρεμαστής

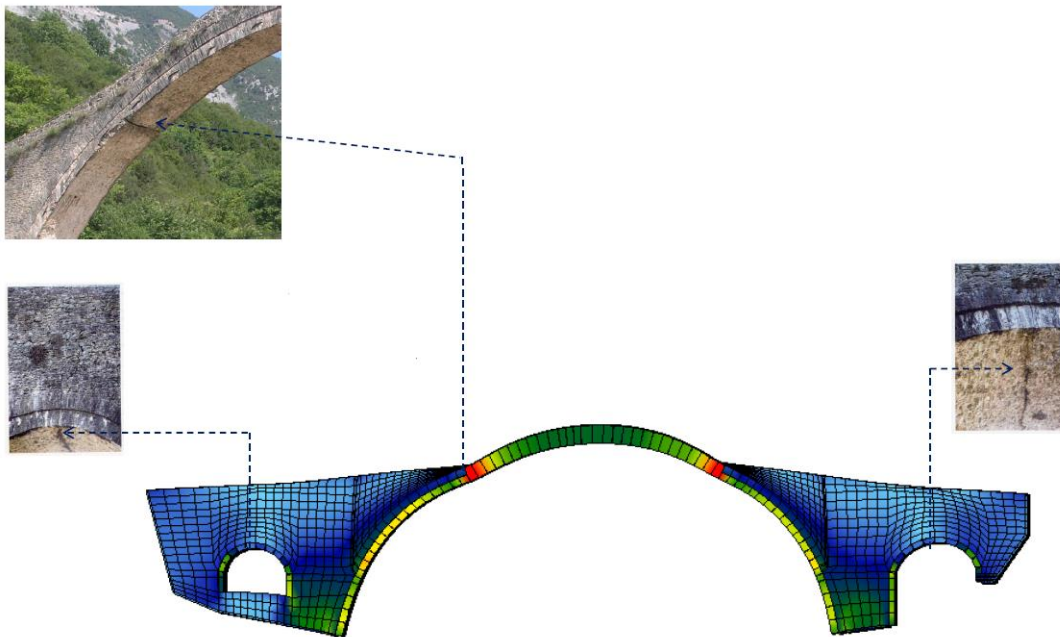


Εικόνα 6-47: Έντονη διάβρωση βάθρου και υποσκαφή της θεμελίωσης της γέφυρας της Πλάκας (φωτογραφικό αρχείο ΕΜΠ)

- **Ερμηνεία υπαρχουσών βλαβών** μέσω δημιουργίας αξιόπιστου **προσομοιώματος** για τις γέφυρες της Κρεμαστής (Εικόνα 6-48) και της Πλάκας (Εικόνα 6-49) (σημειώνεται ότι το ερευνητικό πρόγραμμα για την γέφυρα της Κόνιτσας βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη).



Εικόνα 6-48: Γέφυρα Κρεμαστής: Η εκτός επιπέδου κάμψη του τόξου έχει ως συνέπεια την ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων στην κλείδα. Η διαπίστωση αυτή, καθώς και (α) η παραμορφωμένη μορφή του φορέα συνάδουν με τις (β) βλάβες (ρηγμάτωση λίθων, εκτός επιπέδου μετακίνηση του τόξου) οι οποίες έχουν εμφανιστεί στο εσωράχιο της γέφυρας, στην περιοχή πλησίον της κορυφής.



Εικόνα 6-49: Γέφυρα Πλάκας: επιτυχής ερμηνεία υπαρχουσών βλαβών (ρωγμές στο εσωράχιο του κεντρικού τόκου και των ανακουφιστικών ανοιγμάτων) στο προσομοίωμα, υπό το ίδιο βάρος της κατασκευής (Βιντζηλαίου, Γιαννέλος, 2015).



Πέραν των ομοιοτήτων, αναμφισβήτητα αρκετές διαφορές μπορούν να εντοπιστούν στα γνωρίσματα των γεφυρών:

<b>Παράγοντας Επιρροής</b>	<b>Διαφοροποίηση</b>	<b>Στοιχεία από τα οποία αντλείται</b>
Χρονολογία Κατασκευής	Ενδεχομένως διαφορετική δομητική τυπολογία	Ιστορικά στοιχεία
Πρωτομάστορες	Ενδεχομένως διαφορετικός τρόπος δόμησης	Ιστορικά στοιχεία
Μορφολογία Εξωτερικής Κατάστασης	Τρόπος δόμησης (διαστάσεις, χρησιμοποιούμενα υλικά) επιμέρους τμημάτων: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Τυμπάνων</li> <li>▪ Βάθρων</li> <li>▪ Τόξου</li> <li>▪ Καταστρώματος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Αρχιτεκτονική περιγραφή</li> <li>▪ Περιγραφή παθολογίας</li> </ul>
Μορφολογία Εσωτερικής Κατάστασης	Τρόπος δόμησης τοιχοποιίας στα επιμέρους τμήματα	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Επιτόπου διερευνήσεις</li> <li>▪ Εργαστηριακές διερευνήσεις</li> </ul>
Γεωγραφική Θέση	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Γεφύρωση διαφορετικού ανοίγματος</li> <li>▪ Διαφορετική διαθεσιμότητα υλικών</li> <li>▪ Ύπαρξη ή μη ξύλινων στοιχείων (λ.χ. στην γέφυρα της Κρεμαστής που βρίσκεται σε νησί δεν παρατηρείται η ύπαρξη ξύλινων στοιχείων εν αντιθέσει με τις γέφυρες της Πλάκας και της Κόνιτσας που βρίσκονται στην ηπειρωτική Ελλάδα)</li> <li>▪ Ροή ποταμού (λ.χ. διαφορετικές συνθήκες ροής μεταξύ Αραχθου- γέφυρα Πλάκας- και Αώου- γέφυρα Κόνιτσας)</li> <li>▪ Σεισμικότητα περιοχής</li> <li>▪ Ενδεχόμενες αλλαγές χρήσης γέφυρας</li> <li>▪ Ανθρωπογενείς επιβλαβείς δράσεις (λ.χ. προσπάθεια ανατίναξης, ελλιπής συντήρηση κ.α.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ιστορικά στοιχεία</li> <li>▪ Αρχιτεκτονική περιγραφή</li> <li>▪ Περιγραφή παθολογίας</li> <li>▪ Επιτόπου διερευνήσεις</li> <li>▪ Εργαστηριακές διερευνήσεις</li> </ul>

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι εργασίες που έλαβαν χώρα σε κάθε περίπτωση για την δομητική τεκμηρίωση, πριν από το στάδιο της στατικής διερεύνησης:

Εργασία	Γέφυρα Κρεμαστής	Γέφυρα Πλάκας	Γέφυρα Κόνιτσας
Ιστορική Τεκμηρίωση	✓	✓	✓
Τοπογραφική αποτύπωση	✓	✓	✓
Φωτογραμμετρική αποτύπωση	✗	✓	✓
Περιγραφή κατασκευής	✓	✓	✓
Παθολογία κατασκευής	✓	✓	✓
Διάνοιξη διερευνητικών τομών	✓	✗	✗
Επιτόπου διερευνήσεις:			
<i>Ραντάρ</i>	✗	✗	✓
<i>Ενδοσκόπηση</i>	✓	✗	✓
<i>Κρουσιμέτρηση</i>	✗	✗	✓
Δειγματοληψία:			
<i>Λίθων</i>	✓	✓	✗
<i>Κονιαμάτων</i>	✓	✓	✓
Γεωλογική τεκμηρίωση	✗	✓	✓
Υδρολογική διερεύνηση	✗	✓	✗
Εκτίμηση σεισμικής επικινδυνότητας	✗	✓	✗

Είναι φανερό ότι οι περιπτώσεις που εξετάστηκαν έχουν προσεγγιστεί παρόμοια, αλλά όχι πανομοιότυπα. Σε καθεμία περίπτωση διαφοροποιούνται ελαφρώς οι πραγματοποιούμενες ενέργειες για την αποτελεσματική δομητική τεκμηρίωση (λ.χ. στην γέφυρα της Πλάκας δεν απαιτήθηκαν διερευνητικές τομές και επιτόπου διερευνήσεις με μη καταστρεπτικές μεθόδους, καθώς όλα τα στοιχεία της εσωτερικής κατάστασης ήταν διαθέσιμα εξαιτίας της κατάρρευσης). Σημειώνεται ότι τα στοιχεία που βρίσκονται σε κάθε περίπτωση (λ.χ. ευρήματα από την γέφυρα της Κρεμαστής, η οποία τεκμηριώθηκε χρονολογικά πρώτη) χρησιμεύουν για κάθε επόμενη διερεύνηση και η εύρεση στοιχείων αντιπροσωπευτικών μίας συγκεκριμένης δομητικής τυπολογίας (λ.χ. συγκέντρωση στοιχείων από την γέφυρα της Πλάκας για τα ηπειρωτικά γεφύρια) τροφοδοτεί την έρευνα για παρόμοιες κατασκευές (λ.χ. γέφυρα Κόνιτσας).

Υπενθυμίζεται ότι κάθε κατασκευή παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και εξειδικευμένα στοιχεία παθολογίας, γεγονός που οδηγεί στην άποψη ότι δεν υπάρχει πανάκεια για τα μνημεία και η ανάγκη αντιμετώπισης καθενός μνημείου ως ξεχωριστού εξακολουθεί πάντα να υφίσταται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας υπήρξε η εντόπιση των υπαρχουσών πρωτοβουλιών για την διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς, η διαπίστωση ανεπαρκειών και η ανάπτυξη προτάσεων που καθιστούν σαφείς τις απαραίτητες ενέργειες που χρειάζεται να τεθούν μελλοντικά σε εφαρμογή για την αποτελεσματικότερη προστασία των απτών στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς. Μια ανασκόπηση των παρατηρήσεων και των αποτελεσμάτων επιχειρείται σε αυτό το συμπερασματικό κεφάλαιο.

Όπως παρουσιάστηκε αρχικά, μεγάλη πρόοδος έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια με την δράση παγκόσμιων οργανισμών διατήρησης πολιτιστικής κληρονομιάς και με την πραγματοποίηση ποικίλων προγραμμάτων, ευρωπαϊκών και εθνικών. Τονίζεται ότι, παρότι έχουν πραγματοποιηθεί αρκετά βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση, δεν έχουν εφαρμοστεί οι αντίστοιχες ενέργειες από τα κράτη-μέλη της Ευρώπης, γεγονός που συνιστά την κυριότερη ανεπάρκεια. Σημαντικά κενά εξακολουθούν να υπάρχουν, τόσο σε γνωσιακό όσο και σε διαχειριστικό επίπεδο, σε όλες τις σειсмоγενείς χώρες της Ευρώπης. Τα σημαντικότερα κενά είναι η ανεπαρκής επιστημονική γνώση σε θέματα επεμβάσεων, υλικών και εκτίμησης μηχανικών χαρακτηριστικών σε ιστορικές κατασκευές, η ελλιπής εκπαίδευση, η έλλειψη προσεισμικού συστηματικού ελέγχου, η μη συστηματοποιημένη κατηγοριοποίηση μνημείων, η απουσία κανονιστικών κειμένων για τις επεμβάσεις, καθώς και η έλλειψη κινήτρων προς του ιδιώτες.

Οι προηγούμενες παρατηρήσεις ενισχύθηκαν και από την ανάλυση περιστατικών μεγάλων σεισμών στην Ευρώπη (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Πορτογαλία), για τα οποία μελετήθηκαν οι δράσεις προετοιμασίας, άμεσης αντίδρασης και ανάταξης και επισημάνθηκαν οι κύριες κατασκευαστικές βλάβες που παρατηρήθηκαν στις ιστορικές κατασκευές. Όπως έγινε κατανοητό, σε όλες τις περιπτώσεις βασικότερο παράγοντα της καταστροφής αποτέλεσε το γεγονός της έλλειψης μέτρων προετοιμασίας, διαχειριστικού αλλά και κατασκευαστικού χαρακτήρα. Αποδείχθηκε ότι κατασκευές χωρίς τήρηση των βασικών κανόνων δόμησης οδηγήθηκαν σε μερικές ή ολικές καταρρεύσεις, ενώ η εφαρμογή αυθαίρετων επεμβάσεων επιδείνωσε, σε πολλές περιπτώσεις, την απόκριση των κατασκευών. Μία κύρια αιτία της έλλειψης ετοιμότητας εντοπίστηκε στην απουσία συντήρησης ως αποτέλεσμα της εγκατάλειψης των ιδιωτικών ιστορικών κατασκευών. Πάντως, στις περιορισμένου αριθμού κατασκευές όπου είχαν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα πριν τον σεισμό, οι βλάβες ήταν εμφανώς λιγότερες.

Σε κάθε περίπτωση, η εμπειρία που αποκτήθηκε από την εκτίμηση των προκυπτουσών βλαβών και των αιτιών που τις προκάλεσαν αποτελούν πολύ σημαντικό εργαλείο για την μελλοντική αντιμετώπιση των θεμάτων που ανακύπτουν σε ιστορικές κατασκευές, πληγείσες από σεισμό.

Με αυτά τα δεδομένα, συντάχθηκαν προτάσεις με αποδέκτες ευρωπαϊκούς αλλά και εθνικούς φορείς -οι οποίες συγκεφαλαιώνονται παρακάτω- και παρουσιάστηκαν συνοπτικά παραδείγματα πραγματοποιηθέντων ερευνητικών προγραμμάτων σε

ιστορικές λιθόκτιστες γέφυρες της Ελλάδας, ώστε να διαφανεί η σημασία προώθησης παρόμοιων εγχειρημάτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Αναφορικά με τις προτάσεις που παρουσιάστηκαν, αυτές προϋποθέτουν την συντονισμένη ευρωπαϊκή δράση και αναδεικνύουν την σημασία της. Πρωταρχικό βήμα για την ανάληψη δράσης θεωρείται η συνειδητοποίηση των επιπτώσεων του σεισμού στο δομημένο πολιτιστικό απόθεμα σε ευρωπαϊκό επίπεδο και η ενίσχυση τεσσάρων βασικών πυλώνων για την άρση των ανεπαρκειών: εκπαίδευση, έρευνα, πιλοτικές εφαρμογές, σύνταξη κανονιστικών κειμένων. Η θέση στέρεων ευρωπαϊκών θεμελίων επί του ζητήματος και η διαχείριση των απαραίτητων οικονομικών πόρων προς αυτή την κατεύθυνση είναι αυτές που θα επιτρέψουν την εύρυθμη λειτουργία και σε εθνικό και, συνακόλουθα, τοπικό επίπεδο.

Δεδομένου ότι σε ευρωπαϊκό επίπεδο:

- ✓ αναγνωρίζονται τα όρια της διατιθέμενης γνώσης και επιχειρείται η διεύρυνσή τους
- ✓ δίνεται προτεραιότητα στην εκπαίδευση των επαγγελματιών (Μηχανικών, Αρχαιολόγων, Συντηρητών, Εργαζόμενων σε θέσεις ευθύνης) των οποίων το αντικείμενο σχετίζεται με την πολιτιστική κληρονομιά άμεσα ή έμμεσα, αλλά και στην επαγρύπνηση του κοινού και των ιδιοκτητών πολιτιστικών κατασκευών
- ✓ χρηματοδοτούνται συγκεκριμένες πιλοτικές εφαρμογές που μπορούν να λειτουργήσουν ως άριστο παράδειγμα σε σειсмоγενείς χώρες και των οποίων τα συμπεράσματα και διδάγματα μπορούν να λάβουν γενικό χαρακτήρα
- ✓ συγκροτούνται ομάδες καταρτισμένων επιστημόνων για την σύνταξη κανονισμών που ορίζουν τον σχεδιασμό των επεμβάσεων σε ιστορικές κατασκευές και διαθέτουν πανευρωπαϊκή ισχύ

διευκολύνεται ο συντονισμός εκ μέρους των κρατών-μελών των απαραίτητων εθνικών ενεργειών, οι οποίες θα μπορούσαν να καταταχθούν σε:

- ✓ εκπαίδευση των Μηχανικών, των εργαζομένων και του κοινού μέσω των δομών των εθνικών εκπαιδευτικών συστημάτων, αλλά και μέσω ενημερωτικών σεμιναρίων
- ✓ προσεισμική επιθεώρηση κατασκευών από τις αρμόδιες Τεχνικές Υπηρεσίες, στο πλαίσιο των οποίων πρέπει να επιζητείται η καταγραφή όλων εκείνων των στοιχείων που μπορούν να διαφωτίσουν για την κατάσταση της κατασκευής και τους ενδεχόμενους κινδύνους που μπορεί μελλοντικά να κληθεί να αντιμετωπίσει
- ✓ θέσπιση σαφούς συστήματος κατηγοριοποίησης των στοιχείων του πολιτιστικού αποθέματος με παράλληλη διευκόλυνση λήψης των σχετικών αποφάσεων για τις ενέργειες συντήρησης που κάθε μνημείο χρειάζεται
- ✓ ορισμό κατευθυντήριων γραμμών από την αρμόδια αρχή κάθε κράτους-μέλους για την ανάληψη έργων σχετικών με αποκατάσταση κατασκευών πολιτιστικής κληρονομιάς από ιδιώτες

- ✓ χορήγηση οικονομικών και φορολογικών κινήτρων προς τους ιδιοκτήτες ιστορικών κτιρίων για την ουσιαστική ενασχόληση με αυτά και την πραγματοποίηση των απαραίτητων ενεργειών συντήρησης ή αποκατάστασης

Συνεπώς, αναπτύσσοντας τα εφόδια για μια απρόσκοπτη εφαρμογή των χρειαζόμενων πρακτικών δράσεων, και πάντα με γνώμονα την προσεισμική έκφανση της διαφύλαξης, οι πρακτικές ενέργειες θα μπορούσαν να είναι:

- ✓ η δομητική τεκμηρίωση τουλάχιστον των σπουδαιότερων μνημείων κάθε κράτους, σε ορισμένα βήματα και από ειδικευμένους Μηχανικούς και η ασφαλής φύλαξη των αρχείων σε ψηφιακή μορφή
- ✓ ο προσδιορισμός του επιπέδου σεισμικού κινδύνου που διατρέχει η εκάστοτε μνημειακή κατασκευή ή ιστορικό σύνολο και ο καθορισμός χρονικών ορίων μετά την πάροδο των οποίων η σεισμική επικινδυνότητα θα υπόκειται σε επανεξέταση
- ✓ ακολούθως, η επιλογή της κατάλληλης, αξιόπιστης, μεθόδου ανάλυσης και η εισαγωγή ρεαλιστικών τιμών παραμέτρων που προκύπτουν από την διενέργεια των σχετικών δοκιμών
- ✓ έπειτα, η λήψη απόφασης για την πλέον δόκιμη μέθοδο επέμβασης, μικρής έως μεγάλης κλίμακας, με τήρηση των βασικών αρχών επεμβάσεων
- ✓ τέλος, η παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας των πραγματοποιηθεισών ενεργειών

Πέραν, όμως, των ενεργειών που λαμβάνουν χώρα προληπτικά, ο συντονισμός των ενεργειών που πρέπει να πραγματοποιούνται αμέσως μετά από έναν σεισμό πρέπει φυσικά να έχουν ως προτεραιότητα την διάσωση της ανθρώπινης ζωής. Η διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς χρειάζεται να αποτελεί αντικείμενο ομάδων ειδικά διαμορφωμένων για αυτή την αποστολή. Σε αυτό μπορεί να συμβάλει:

- ✓ η πρόνοια σε θέματα πολεοδομικού σχεδιασμού, για την ευχερή πρόσβαση στην πληγείσα περιοχή και την ασφαλή εκκένωσή της
- ✓ η παρουσία εργαζομένων που έχουν λάβει ειδική εκπαίδευση μέσω τακτικών ασκήσεων ετοιμότητας
- ✓ η διενέργεια άμεσων μετασεισμικών επιθεωρήσεων με συμπλήρωση λεπτομερών δελτίων καταγραφής
- ✓ η ύπαρξη αποθηκευμένων διαθέσιμων υλικών «πρώτων βοηθειών» για τις κατασκευές

Τέλος, η διαδικασία της ανάταξης μετά από έναν σημαντικό σεισμό μπορεί να διαρκέσει μεγάλο χρονικό διάστημα και η αποτελεσματικότητά της συναρτάται και με τις αντιδράσεις αμέσως μετά τον σεισμό. Σε αυτήν την φάση λαμβάνουν χώρα οι εργασίες αποκατάστασης και σε αυτές χρησιμεύουν όλα τα αποκτηθέντα διδάγματα από τις προσεισμικές μελέτες.

Συμπερασματικά, για την επίτευξη όλων των παραπάνω, ένας μεγάλος αριθμός φορέων οφείλουν να αναλάβουν ταυτόχρονη και συντονισμένη δράση:

- ✓ Ευρωπαϊκοί φορείς
- ✓ Εθνικά αρμόδια όργανα (Υπουργεία, Αστυνομία, Πυροσβεστική, Πολιτική Προστασία)
- ✓ Πανεπιστημιακή κοινότητα
- ✓ Λειτουργικά όργανα κάθε κράτους-μέλους (οργανισμοί, ινστιτούτα κ.α.)

Σε κάθε περίπτωση αποτελεί αρμοδιότητα κάθε κράτους-μέλους η συγκρότηση ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης καταστροφών για τα μνημεία του και σύμφωνα με τις ανάγκες του, σε σύμπνοια με τις ευρωπαϊκές γραμμές. Το σχέδιο οφείλει:

- ✓ να προβλέπει τις καταστάσεις οι οποίες είναι πιθανό να ανακύψουν
- ✓ να περιλαμβάνει όλες τις χρονικές φάσεις (ετοιμότητα, δράση αμέσως μετά, ανάταξη)
- ✓ να ορίζει συγκεκριμένα άτομα, κατέχοντα τις αντίστοιχες αρμοδιότητες, ώστε να αναλαμβάνουν δράση μέσω συγκεκριμένων ενεργειών

Μακροπρόθεσμα είναι αναγκαίο να αξιολογείται και το ίδιο το σχέδιο διαχείρισης αντιμετώπισης σεισμικού κινδύνου.

### **Πρόταση επί πλέον έρευνας**

Το ευρύτερο θέμα της διαφύλαξης της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι ανεξάντλητο, από την άποψη ότι δύναται να εξεταστεί από πολλές διαφορετικές σκοπιές και να γίνει αντικείμενο έρευνας εμπειρισματομένων εκτενών μελετών. Ένα πεδίο που θεωρείται ότι προσφέρεται προς ενδελεχή διερεύνηση είναι αυτό του οικονομικού κόστους των εργασιών. Στο πλαίσιο του παρόντος κειμένου δεν έγινε αναφορά σε θέματα κόστους προσεισμικών επεμβάσεων, αλλά ούτε και μετασεισμικών αποκαταστάσεων. Είναι, όμως, γεγονός ότι, όπως έχει αποδειχθεί εδώ και πολλές δεκαετίες κατά τις οποίες έχουν συμβεί καταστροφικοί σεισμοί παγκοσμίως, η πρόληψη είναι συμφέρουσα και προτιμητέα και από την οικονομική άποψη. Άλλωστε, ακόμα και οι οικονομικά εύρωστες χώρες δεν παύουν να αντιμετωπίζουν οικονομικές δυσκολίες. Προκειμένου να διερευνηθεί διεξοδικότερα η υπερίσχυση των προσεισμικών έναντι των μετασεισμικών δράσεων από την οικονομική σκοπιά, διατυπώνεται η πρόταση για μια αναλυτική μελέτη συγκεκριμένου παραδείγματος ιστορικής κατασκευής, στην οποία θα μπορούσαν να κοστολογηθούν με σχετική ακρίβεια οι αντίστοιχες εργασίες πριν και μετά τον σεισμό, ώστε να διαφανούν παραστατικά τα αποτελέσματα της σύγκρισης. Βέβαια, σε ρεαλιστικές συνθήκες πέραν του κόστους των αποκαταστάσεων των δομικών βλαβών, το πρόσθετο κόστος διακοπής των οικονομικών δραστηριοτήτων είναι μεγάλο και δεν μπορεί να αγνοηθεί. Ωστόσο η ποσοτικοποίηση των έμμεσων αυτών απωλειών είναι δύσκολη καθώς υπεισέρχονται παράγοντες όχι μόνο χρηματοοικονομικοί, μα και κοινωνικοί.

### Ξενόγλωσσες Δημοσιεύσεις σε Επιστημονικά Περιοδικά:

- 1) Augenti, N. and Parisi, F. "Learning from construction failures due to the 2009 L'Aquila, Italy, earthquake." *Journal of Performance of Constructed Facilities* 24.6 (2010): 536-555.
- 2) Basset-Salom, L., and Guardiola-Villora, A. "Seismic performance of masonry residential buildings in Lorca's city centre, after the 11th May 2011 earthquake." *Bulletin of earthquake engineering* 12.5 (2014): 2027-2048.
- 3) Fagundes, C., Bento, R. and Cattari, S. "On the seismic response of buildings in aggregate: Analysis of a typical masonry building from Azores". *Structures* Vol. 10, Elsevier (2017): 184-196.
- 4) Fiorentino, G., Forte, A., Pagano, E., Sabetta, F., Baggio, C., Lavorato, D., ... & Santini, S. "Damage patterns in the town of Amatrice after August 24th 2016 Central Italy earthquakes." *Bulletin of Earthquake Engineering* (2017): 1-25.
- 5) Gutscher, M. A., Baptista, M. A., and Miranda, J. M. "The Gibraltar Arc seismogenic zone (part 2): constraints on a shallow east dipping fault plane source for the 1755 Lisbon earthquake provided by tsunami modeling and seismic intensity." *Tectonophysics*, 426(1-2), (2006): 153-166.
- 6) Iskhakov, I., and Ribakov, Y. "Using seismic isolation systems for retrofitting historic buildings." *WIT Transactions on State-of-the-art in Science and Engineering* 62 (2013).
- 7) Kaplan, H., Bilgin, H., Yilmaz, S., Binici, H., and Öztas, A. "Structural damages of L'Aquila (Italy) earthquake." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 10.3 (2010): 499.
- 8) Lanzo, G., Di Capua, G., Kayen, R. E., Kieffer, D. S., Buton, E., Biscontin, G., ... & d'Onofrio, A. "Seismological and geotechnical aspects of the Mw= 6.3 l'Aquila earthquake in central Italy on 6 April 2009." *ISSMGE International Journal of Geoenvironment Case Histories*, 1(4) (2010): 206-339.
- 9) Modena, C., et al. "Cultural heritage buildings and the Abruzzo earthquake: performance and post-earthquake actions." *Advanced Materials Research*. Vol. 133. Trans Tech Publications (2010).
- 10) Papadimitriou, P., Tselentis, G. A., Voulgaris, N., Kouskouna, V., Lagios, E., Kassaras, I., ... & Karakonstantis, A. "Preliminary report on the Lesvos 12 June 2017 Mw= 6.3 earthquake." <https://www.researchgate.net/publication/318793049>
- 11) Parisi, Fulvio, and Augenti, Nicola. "Earthquake damages to cultural heritage constructions and simplified assessment of artworks." *Engineering Failure Analysis* 34 (2013): 735-760.
- 12) Quest, W. G., Azzaro, R., Tertulliani, A., Bernardini, F., Camassi, R., Del Mese, S., ... & Pessina, V. "The 24 August 2016 Amatrice earthquake: macroseismic survey in the damage area and EMS intensity assessment." *Annals of Geophysics* 59 (2016).

- 13) Romão, X., Costa, A. A., Paupério, E., Rodrigues, H., Vicente, R., Varum, H. and Costa, A. "Field observations and interpretation of the structural performance of constructions after the 11 May 2011 Lorca earthquake." *Engineering Failure Analysis* 34 (2013): 670-692.

#### **Πρακτικά Συνεδρίων:**

- 14) Bento, R., Cardoso, R. and Lopes, M. "Earthquake resistant structures of Portuguese old 'pombalino' buildings." 13th World Conference on Earthquake Engineering, Paper. No. 918, 2004.
- 15) Feriche, M., Vidal, F., Alguacil, G., Aranda, C., Pérez-Muelas, J., Navarro, M., Lemme, A. "Performance of cultural heritage of Lorca (Spain) during the two small earthquakes of May 11th, 2011." *Proceeding of the 15<sup>th</sup> world conference on earthquake engineering*, Lisbon, Portugal. 2012.
- 16) Formisano, A., Chieffo N., Mosoarca M. "Probabilistic damage scenario: a case study in Amatrice affected by the 2016 seismic sequence." *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Protection of Historical Constructions*, 2017.
- 17) GEER Association. "Engineering Reconnaissance Following the August 24, 2016 M6.0 Central Italy Earthquake." *Proceedings 16<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, 2017.
- 18) Kouris, L. A., Borg M., Indirli, R. P. "The L'Aquila earthquake, April 6th, 2009: A review of seismic damage mechanisms." *Proceedings of the Final Conference of COST Action C26, Urban Habitat Constructions Under Catastrophic Events*, 2010.
- 19) Lekkas, E. et al. "Factors controlling the distribution of building damage in the traditional Vrissa settlement induced by the 2017 June 12, Mw 6.3 Lesvos (Northeastern Aegean Sea, Greece) earthquake.", 8<sup>th</sup> International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archeoseismology (PATA), New Zealand, 13 – 16 November 2017.
- 20) Γκανασούλης, Γ. «Παραδοσιακοί οικισμοί και κτίρια - Προβλήματα θεσμικού πλαισίου και εφαρμογής πολιτικών προστασίας» Συνέδριο «Περιβάλλον – Δημόσιες Συμβάσεις», Ναύπλιο, 10 - 12 Οκτωβρίου 2014.
- 21) Σπυράκος, Κ. «Σύγχρονες Προσεγγίσεις για την Αντισεισμική Προστασία Κτισμάτων Πολιτιστικής Κληρονομιάς - Ανασκόπηση – Πρόταση» 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Αναστηλώσεων, Θεσσαλονίκη, 26-28 Νοεμβρίου 2015 (2015a).

#### **Συγγράμματα:**

- 22) Filion, P. and Sands, G. "Cities at Risk: Planning for and Recovering from Natural Disasters," Routledge, 2016
- 23) Kozák, J. and Čermák, V. "The illustrated history of natural disasters," Dordrecht: Springer, 2010
- 24) Βέρρας Δ., Βιντζηλαίου Ε., Τριανταφύλλου Α., «Αποτίμηση Σεισμικών Βλαβών, Επισκευές και Ενισχύσεις Παραδοσιακών και Μνημειακών Κτιρίων», Τόμος Β,



Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Πάτρα 2004.

- 25) Βιντζηλαίου Ε., «Σημειώσεις για το Μάθημα Μηχανικής της Τοιχοποιίας», ΕΜΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005
- 26) Νιτσιάκος, Β. – Αράπογλου, Μ., «Τα ποτάμια της Ηπείρου», Εκδόσεις Οδυσσέας, Αθήνα 2004.
- 27) Πολυτεχνική Σχολή ΑΠΘ, «30 χρόνια μετά τον σεισμό της Θεσσαλονίκης: Μνήμες και Προοπτική», Θεσσαλονίκη, Μάιος 2008.

#### **Ηλεκτρονικά Εγχειρίδια:**

- 28) Grimaz, S. (coord.), Cavriani, M., Mannino, E., Munaro, L., Belizzi, M., Bolognese, C., Caciolai, M., D'Odorico, A., Maiolo, A., Ponticelli, L., Barazza, F., Malisan, P., Moretti, A. "Vademecum STOP: Shoring Templates and Operating Procedures for the Support of Buildings Damaged by Earthquakes." Italian Fire Service, Ministry of Interior, Rome, 2010.
- 29) NARPIMED (Natural Risk Prevention in Mediterranean countries), "Manual for natural risk prevention in the euromediterranean region: hypothesis and experience by NARPIMED project", Civil Protection Financial Instrument, 2008.
- 30) UNESCO, "Preserving and restoring monuments and historic buildings", Paris, 1972.
- 31) Western Association for Art Conservation (WAAC) Newsletter, "Protecting Collections in the J. Paul Getty Museum from Earthquake Damage", Volume 29 Number 3, 2007.
- 32) Συνεργασία ΟΑΣΠ, EUR-OPA, Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόληψης και Πρόγνωσης Σεισμών, Επιστημονικός Υπεύθυνος: Ι.Ψυχάρης, «Προσεισμικός Έλεγχος Μνημείων», Αθήνα, 2016.

#### **Έντυπα Εγχειρίδια:**

- 33) UNESCO «Τεκμηρίωση Μουσειακών Συλλογών», Εγχειρίδιο Προστασίας Πολιτιστικής Κληρονομιάς, Γαλλία, 2007 (Ελληνική απόδοση: Ελληνικό Τμήμα ICOM, 2011).
- 34) Διεύθυνση Συντήρησης Αρχαιοτήτων, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, «Σεισμοί και Αρχαιότητες: Προληπτικά και Πρώτα Σωστικά Μέτρα», Αθήνα, 2000.
- 35) Ελληνικό Τμήμα ICOM, «Εγχειρίδιο Φύλαξης Μουσείων και Αρχαιολογικών Χώρων», Αθήνα, 2014.
- 36) Κυπριακή Δημοκρατία (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, Υπουργείο Εσωτερικών) σε συνεργασία με την Ελληνική Δημοκρατία (Διεύθυνση Τεκμηρίωσης και Προστασίας Πολιτιστικών Αγαθών, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού) «Λεξικό Βασικών Όρων Πολιτιστικής Κληρονομιάς», Κύπρος, 2010.
- 37) ΟΑΣΠ «Προσχέδιο Ρυθμιστικού Πλαισίου για τις Δομητικές Επεμβάσεις και την Αντσεισμική Προστασία των Μνημείων», Αθήνα, 2010.

### **Παρουσιάσεις:**

- 38) Combescure, D., Nistico, N., The French Earthquake Engineering Association, "A field investigation to consolidate the prevention and crisis management national policies in France", Rome, Italian Civil Protection Department (DPC), 2017.
- 39) Monaco M., "Masonry Buildings: Key Aspects for the Seismic Assessment", Παρουσίαση στο ΕΜΠ, προσκεκλημένη ομιλήτρια, Αθήνα, 2017.
- 40) Βιντζηλαίου Ε., Γιαννέλος Χ., «Αποτίμηση της Υπάρχουσας Κατάστασης– Παθολογία, Ερμηνεία Βλαβών, Προηγούμενες Επεμβάσεις–Επισκευές, Μηχανικά χαρακτηριστικά υλικών», 2015.
- 41) Ιωαννίδου Μ., «Θεωρητικές αρχές και μεθοδολογία των αναστηλωτικών επεμβάσεων στα μνημεία της Ακρόπολης», Παρουσίαση στο πλαίσιο μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών Διαχείρισης Μνημείων, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2015.
- 42) Κουμούσης Β. και Γκαζέτας Γ., «Η σεισμική μόνωση σε αρχαία και σύγχρονα μνημεία», Παρουσίαση στο Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα, 2007.
- 43) Κουμούσης Β., «Σεισμική Μόνωση Αγάλματος Ερμή του Πραξιτέλη στο Νέο Μουσείο της Αρχαίας Ολυμπίας», 2007.
- 44) Κωμοδρόμος Π., «Εισαγωγή στην Σεισμική Μόνωση», Παρουσίαση στο πλαίσιο του μαθήματος Προχωρημένη Ανάλυση Κατασκευών με Η/Υ, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λευκωσία, 2016.
- 45) Σέξτος Α., Βιντζηλαίου Ε., Ψυχάρης Ι., Φραγκιαδάκης Μ., «Αποστολή του ETAM κατά την σεισμική ακολουθία της κεντρικής Ιταλίας», Ημερίδα ETAM στο ΕΜΠ, Αθήνα, 2017.
- 46) Σπυράκος Κ., «Προηγμένες τεχνολογίες επεμβάσεων και αποκαταστάσεων μνημείων», Παρουσίαση στην Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείου Κρήτης, Χανιά, 2015 (2015b).

### **Τεχνικές Εκθέσεις:**

- 47) «Αποκατάσταση Πέτρινου Γεφυριού Κόνιτσας», Επιστημονική Υπεύθυνη: Βιντζηλαίου Ε., Αθήνα 2017- (τρέχον πρόγραμμα).
- 48) «Γεφύρι της Πλάκας: το έργο του ΕΜΠ για την αποκατάστασή του», Επιστημονικός Υπεύθυνος: Γκόλιας Ι., Αθήνα 2015.
- 49) «Συνοπτική τεχνική έκθεση για τις βλάβες και το δομικό σύστημα των κτιρίων στο Πλωμάρι και την Βρίσα της Λέσβου μετά τον σεισμό της 12<sup>ης</sup> Ιουνίου 2017 και τους μετασεισμούς», Εθελοντική Επιστημονική Ομάδα ΕΜΠ (Διοργανώτρια Σχολή: Αρχιτεκτόνων), Αθήνα, 2017.
- 50) «Τεκμηρίωση, Αποτίμηση και Προτάσεις Επέμβασης για την Συντήρηση του Μεσαιωνικού Γεφυριού Κρεμαστής», Επιστημονική Υπεύθυνη: Βιντζηλαίου Ε., Αθήνα, 2010.

### **Ενημερωτικά Σημειώματα:**

51) New Zealand Parliamentary Research Paper, "The earth may move, but Parliament stays put", Wellington, 2011.

52) Ενημερωτικό Σημείωμα Κλιμακίου του ΟΑΣΠ, 12/06/2017 «Σεισμός στην Λέσβο

53) Ενημερωτικό Σημείωμα Κλιμακίου του ΟΑΣΠ, 21/07/2017 «Σεισμός στην Κω»

### **Νόμοι:**

54) Νόμος 3028/2002: <https://www.forin.gr/laws/law/2795/gia-thn-prostastia-twn-arxaiothtwn-kai-en-genei-ths-politistikhs-klhronomias#!/?article=9638>

55) Νόμος 4067/2012:

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=5nRUKLGIL8E%3D&tabid=506&language=el-GR>

### **Ηλεκτρονικές Πηγές Πληροφοριών:**

56) <http://whc.unesco.org/archive/1996/whc-96-conf201-inf21e.pdf>

57) <http://whc.unesco.org/archive/convention-en.pdf>

58) <http://www.air-worldwide.com/Publications/AIR-Currents/From-1755-to-Today%E2%80%9494Reassessing-Lisbon%E2%80%99s-Earthquake-Risk/>

59) <http://www.heritageportal.eu/Resources/EU-Countries/>

60) <http://www.mosteirojeronimos.gov.pt/en/index.php?s=white&pid=220&identificador=>

61) <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/en/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/70502>

62) <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=382>

<http://nomosphysis.org.gr/13961/prostasia-diatiriteon-ktirion-kai-synolon-provlimata-diaxeirisis-kai-anagkaies-anadiarthroseis/>

63) <https://www.youtube.com/watch?v=FGhv6zcBPxQ>

### **Ηλεκτρονικές Πηγές Φωτογραφιών:**

64) <http://observador.pt/especiais/se-lisboa-abanar-cai-como-amatrice/>

65) [http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id\\_site=263&gallery=1&index=13&maxrows=12](http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id_site=263&gallery=1&index=13&maxrows=12)

66) [http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id\\_site=379&gallery=1&maxrows=42](http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id_site=379&gallery=1&maxrows=42)

67) [http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id\\_site=394&gallery=1&maxrows=66](http://whc.unesco.org/?cid=31&l=en&id_site=394&gallery=1&maxrows=66)

68) <http://whc.unesco.org/en/interactive-map/>

69) <http://www.emdat.be/classification>

70) <http://www.emsc-csem.org>

71) <http://www.ingv.it/it/>

72) <http://www.kastra.eu/castlegr.php?kastro=rodoscity>

73) <http://www.kathimerini.gr/919833/article/epikairothta/ellada/to-moyseio-ths-kw-metraei-tis-plhges-toy-apo-to-seismo>

74) <http://www.lavocedinyork.com>

75) <http://www.michiganstumb.com/news/world/article/Lost-heritage-Quake-deals-blow-to-Italy-s-art-9190060.php#photo-10843229>

- 76) <http://www.nydailynews.com/news/world/earthquake-italy-tears-historic-church-basilica-article-1.2766021>
- 77) <http://www.ourplaceworldheritage.com/custom.cfm?action=WHsite&whsiteid=206#>)
- 78) [http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index\\_region.php?rid=3](http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index_region.php?rid=3)
- 79) <http://www.sagradafamilia.org/en/>
- 80) <http://www.telegraph.co.uk/travel/maps-and-graphics/Mapped-Which-countries-have-the-most-World-Heritage-Sites/>
- 81) <https://danilo.blog/2017/05/11/aquila-zona-rossa/>
- 82) <https://gruporesa.com/en/puente-romano-de-cordoba/>
- 83) [https://murciatoday.com/the-iglesia-de-santiago-in-lorca\\_123190-a.html#leftcol](https://murciatoday.com/the-iglesia-de-santiago-in-lorca_123190-a.html#leftcol)
- 84) <https://news.artnet.com/art-world/devastation-cultural-heritage-italy-earthquake-621044>
- 85) <https://theculturetrip.com/europe/portugal/articles/most-impressive-buildings-in-lisbon/>
- 86) <https://www.cnbc.com/2015/11/04/romes-trevi-fountain-reopens-after-24m-restoration.html>
- 87) <https://www.cntraveler.com/story/how-italys-monuments-are-getting-a-makeover>
- 88) <https://www.lorca.es/concejaliasyservicios/concejaliasyservicios.asp?id=1547>
- 89) <https://www.publico.pt/2014/03/08/ciencia/noticia/memorias-do-sismo-de-1980-nos-aco-res-reunidas-num-site-1627466>
- 90) <https://www.theguardian.com/world/2016/aug/24/before-and-after-pictures-of-italian-towns-devastated-by-deadly-earthquake>
- 91) [https://www.tripadvisor.co.za/LocationPhotoDirectLink-g187508-d553841-i172884947-Cathedral\\_of\\_Santiago\\_de\\_Compostela-Santiago\\_de\\_Compostela\\_Province\\_of\\_A\\_.html](https://www.tripadvisor.co.za/LocationPhotoDirectLink-g187508-d553841-i172884947-Cathedral_of_Santiago_de_Compostela-Santiago_de_Compostela_Province_of_A_.html)

### 9.1 Πρωτοβουλίες για την Διαχείριση Κινδύνων Καταστροφών-Δράσεις Πρόληψης

#### Πρωτοβουλίες ΕΕ

- Vatavali F., 2003. Earthquakes in Europe National, international and European policy for the prevention and mitigation of seismic disaster, European Commission, Directorate General Environment, Unit D3: Civil Protection.
- European Parliament, 2007. Protecting the Cultural Heritage from Natural Disasters.
- European Commission, 2010. Commission Staff Working Paper: Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management.

#### Δράσεις UNESCO

- UNESCO, 1972. Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage.
- UNESCO, 1972. Preserving and Restoring Monuments and Historic Buildings.
- UNESCO, 2007. Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage.
- UNESCO, 2007. Disaster Preparedness and Mitigation.
- UNESCO, 2008. International Workshop on Disaster Risk Reduction at World Heritage Properties, Proceedings, Olympia, Greece.
- UNESCO, 2008. Risk Preparedness for Cultural Heritage.

#### Δράσεις ICOMOS

- ICOMOS, 2007. Heritage at Risk, Special Edition, Cultural Heritage and Natural Disasters Risk Preparedness and the Limits of Prevention.
- World Report on Monuments and Sites in Danger

Εκδόσεις:

- ✓ 2006-2007
- ✓ 2008-2010
- ✓ 2011-2013

#### Δράσεις ICCROM

- Feilden B., 1987. Between Two Earthquakes: Cultural Property in Seismic Zones, ICCROM- Getty Conservation Institute, 1987.
- Jokilehto J., 2011. ICCROM and the Conservation of Cultural Heritage: A history of the Organization's first 50 years, 1959-2009. ICCROM Conservation Studies 11, ICCROM, Rome.

- ICCROM, World Heritage Centre for the International Disaster Reduction Conference (IDRC), 2006. Integrating traditional knowledge systems and concern for cultural and natural heritage into risk management strategies, Proceedings from the special session organized by ICCROM and the World Heritage Centre for the International Disaster Reduction Conference (IDRC), Davos, Switzerland, 31 August 2006.
- Stovel H., 1998. Risk Preparedness: A Management Manual for World Cultural Heritage, ICCROM, Rome 1998.
- Jigyasu R., Arora V., 2013. Disaster Risk Management of Cultural Heritage in Urban Areas – training guide, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan, Reserch Center for Disaster Mitigation for Urban Cultural Heritage.

#### Δράσεις συνεργασίας μεταξύ UNESCO- WORLD HERITAGE CONVENTION- ICOMOS- ICCROM- IUCN

- UNESCO- WORLD HERITAGE CONVENTION-ICOMOS- ICCROM- IUCN, 2010. World Heritage Resource Manual: Managing Disaster Risks for World Heritage, ISBN 978-92-3-104165-5.
- UNESCO, ICCROM, ICOMOS, IUCN, 2013. World Heritage Resource Manual: Managing Cultural World Heritage, Published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, France, ISBN 978-92-3-001223-6.

#### Άλλες σχετικές δημοσιεύσεις

- Meier H. R., Petzet M., Will T., 2008. Cultural Heritage and Natural Disasters: Risk Preparedness and the Limits of Prevention, Heritage at Risk Special Edition 2007, ICOMOS, ISBN 978-3-940046-64-2.
- Regione Molise – Servizio per la Protezione Civile, Herimed, CNR – ITC, IAGPDS, Municipality of Kalivia, 2008.
- Manual for Natural Risk Prevention in the Euromediterranean Region: Hypothesis and Experience by NARPIMED Project (NATURAL Risk Prevention In MEDiterranean countries).
- Civil Protection Operational Guidebook, School of Civil Protection, Europa, IOM-OIM. Published within the context of the EU Programme on “Prevention, Preparedness and Response to man-made and natural Disasters in the ENPI East Region” (PPRD East), 2010-2014
- Gountromichou C., Manousaki M., Doga A. and Lekkas E., 2014. Seismic Disaster Preparedness Policy in Risk Management Planning – Greece, Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Istanbul.
- Indirli M., Forni M., Martelli A., Spadoni B., Clemente P., De Canio G., Carpani B., 2001. Further New Projects in Italy for the Development of Innovative Techniques for the Seismic Protection of Cultural Heritage, 7th International Seminar on Seismic Isolation, Passive Energy Dissipation and Active Control of Vibrations of Structures Assisi, Italy, October 2-5.

- Indirli M., Bertocchi A., Cami R., Procaccio A., Ongoing Research Projects at ENEA and Pilot Applications for the Seismic Protection of Cultural Heritage. Proc. of the 3rd World Conference on Structural Control, Como, 7-12 April 2002.
- Indirli M., Clemente P., Spadoni B., Cami R., Speranza E., Mucciarella M., Pistola F., 2005. Seismic protection of historical centers using innovative techniques, with focus on San Giuliano di Puglia after the 2002 Molise earthquake, Structural Analysis of Historical Constructions.

## 9.2 Πίνακας Πραγματοποιηθέντων Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων για την Πολιτιστική Κληρονομιά

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΣ
INTERREG Central Europe project, Risk assessment and sustainable protection of Cultural Heritage in changing environment – <b>ProteCHt2Save</b> (2017-2020)	Κλιματική Αλλαγή
H2020 Heritage Resilience Against CLimate Events on Site – <b>HERACLES</b> (2016-2019)	Κλιματική Αλλαγή
H2020 Safeguarding cultural heritage through Technical and Organisational Resources Management – <b>STORM</b> (2016-2019)	Κλιματική Αλλαγή
<b>UNDERWATER EXPLORER FOR FLOODED MINES – UNEXMIN</b> (2016-2019)	Πλημμύρα
<b>JPI-CH PROTection of European Cultural HEritage from GeO-hazards – Prothego</b> (2015-2018)	Γεωλογικοί Κίνδυνοι
<b>H2020 Flood Risk Assessment and mitigation for Masonry Arch Bridges-FRAMAB</b> (2015-2017) IRSES - Marie Curie Action "International Research Staff Exchange Scheme", FP7 Cultural and Natural Heritage in Arctic and Sub-Antarctic Regions for a Cross-Cultural and Sustainable Valorisation Process and Tourism Development: Siberia, Lapland and Patagonia – <b>POLARIS</b> (2013-2017)	Πλημμύρα Κλιματική Αλλαγή
FP7 Building Capacity for a Centre of Excellence for EO based monitoring of Natural Disasters – <b>BEYOND</b> (2013-2016)	Κλιματική Αλλαγή – Πλημμύρα
FP7 Economics of climate change adaptation in Europe – <b>ECONADAPT</b> (2013-2016)	Κλιματική Αλλαγή
FP7 Strengthening And Redesigning European FLOOD risk practices Towards appropriate and resilient flood risk governance arrangements – <b>STARFLOOD</b> (2012-2016)	Πλημμύρα
FP7 <b>WeSenseIt</b> : Citizen Observatory of Water (2012-2016)	Πλημμύρα
FP7 SYstem for Digitization and Diagnosis in ART Applications – <b>SYDDARTA</b> (2011-2014)	Ατμοσφαιρική Ρύπανση
FP7 Nano-systems for the conservation of immovable and moveable polymaterial Cultural Heritage in a changing environment – <b>NANOMATCH</b> (2011-2014)	Ατμοσφαιρική Ρύπανση
LIFE Program - Adapting to Climate Change in Time ( <b>ACT</b> ) (2010-2012)	Κλιματική Αλλαγή
FP7 Performance-based approach to the earthquake protection of cultural heritage in European and Mediterranean countries – <b>PERPETUATE</b> (2010-2012)	Σεισμός
FP7 NEW INTEGRATED KNOWLEDGE BASED APPROACHES TO THE PROTECTION OF CULTURAL HERITAGE FROM EARTHQUAKE-INDUCED RISK – <b>NIKER</b> (2010-2012)	Σεισμός
Collaborative Project in the Cooperation programme of the FP7 - <b>SHARE</b>	Σεισμός
FP7 Climate for Culture Project – <b>CfC</b> (2009-2014)	Κλιματική Αλλαγή



ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ		ΚΙΝΔΥΝΟΣ
FP 7 Fire Detection and Management through a Multi-Sensor Network for the Protection of Cultural Heritage Areas from the Risk of Fire and Extreme Weather Conditions – <b>FIRESENSE</b> (2009-2013)		Πυρκαγιά – Ακραία καιρικά φαινόμενα
FP7 <b>IMproving Preparedness and Risk maNagement</b> for flash floods and debris flow events – <b>IMPRINTS</b> (2009-2012)		Πλημμύρα
FP7 European Cultural Heritage Identity Card - <b>EU CHIC</b> (2009-2012)		Κλιματική Αλλαγή
FP7 <b>UrbanFlood</b> (2009-2012)		Πλημμύρα
FP7 Strategies for the protection of shipwrecks in the Baltic Sea against forthcoming attack by wood degrading marine borers. A synthesis and information project based on the effects of climatic changes – <b>WRECKPROTECT</b> (2009-2011)		Κλιματική Αλλαγή
FP7 Technologies and Tools to prioritize assessment and diagnosis of air pollution impact on immovable and movable Cultural Heritage – <b>TeACH</b> (2008-2012)		Ατμοσφαιρική Ρύπανση
Identity and Conflict, Cultural Heritage and the re-construction of identities after conflict – <b>CRIC</b> (2008-2012)		Ένοπλη Σύρραξη
INTERREG IIIC Sud, Patrimoine et prévention des risques naturels - <b>NOÉ Project</b> (2007-2013)		Κλιματική Αλλαγή
FP7 Cultural Heritage Protection against flood - <b>CHEF project</b> (2007-2010)		Πλημμύρα
FP6 Integrated Flood Risk Analysis and Management Methodologies – <b>DISFLOOD</b> (2004-2009)		Πλημμύρα
FP6 Seismic Protection of Historical Buildings by Reversible Mixed Technologies- <b>PROHITECH</b> (2004-2008)		Σεισμός
Under the JRC Enlargement action within the FP6 “Management of Natural and Technological Risks”		Διάφοροι Κίνδυνοι
FP6 <b>Noah’s Ark Project</b> (2004-2007)		Κλιματική Αλλαγή - Ατμοσφαιρική Ρύπανση
FP6 Risk Mitigation for Earthquakes and Landslides – <b>LESSLOSS</b> (2004-2007)		Γεωλογικοί Κίνδυνοι
FP6 : <b>Specific Support to Policy</b> (2003-07)		Ατμοσφαιρική Ρύπανση
<b>COST</b> Action C17: Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings (2002-06)		Πυρκαγιά
FP5 Fire risk evaluation to european cultural heritage: quantification of priorities and optimisation of fire protection strategies – <b>FIRE-TECH</b> (2002-2005)		Πυρκαγιά
The potential benefits of fire safety engineering in the European union – <b>BeneFEU</b> - EC contract EDT/01/503480 (2001-2002)		Πυρκαγιά
FP5 Advanced Research Centre for Cultural Heritage Interdisciplinary Projects – <b>ARCCHIP</b> (2000-2004)		Ατμοσφαιρική Ρύπανση
Environment and Sustainable Development FP5: <b>Key action City of tomorrow and cultural heritage</b> (1999-2002)		Ατμοσφαιρική Ρύπανση
<b>IGCP-425</b> Landslide Assessment and Mitigation for Cultural Heritage Sites and other Locations of High Societal Value (since 1998)		Κατολισθήσεις
Environment and climate programme FP4 - 1st phase Technologies to protect and rehabilitate the European cultural heritage (1994-1998)		Ατμοσφαιρική Ρύπανση
Environmental program FP3 – 1st and 2nd phases Environmental protection and conservation of the European cultural heritage (1991-1994)		Ατμοσφαιρική Ρύπανση
<b>STEP</b> program FP2: Protection and conservation of the European cultural heritage (1989-1992)		Ατμοσφαιρική Ρύπανση
FP1: EU Funded Projects on the “Effects of air pollution on historic buildings” (1986-1990)		Ατμοσφαιρική Ρύπανση