



ΗΜΕΡΙΔΑ, Θεσσαλονίκη 2/7/2014

“Εμπειρίες και διδάγματα από τους σεισμούς της Κεφαλονιάς 2014”

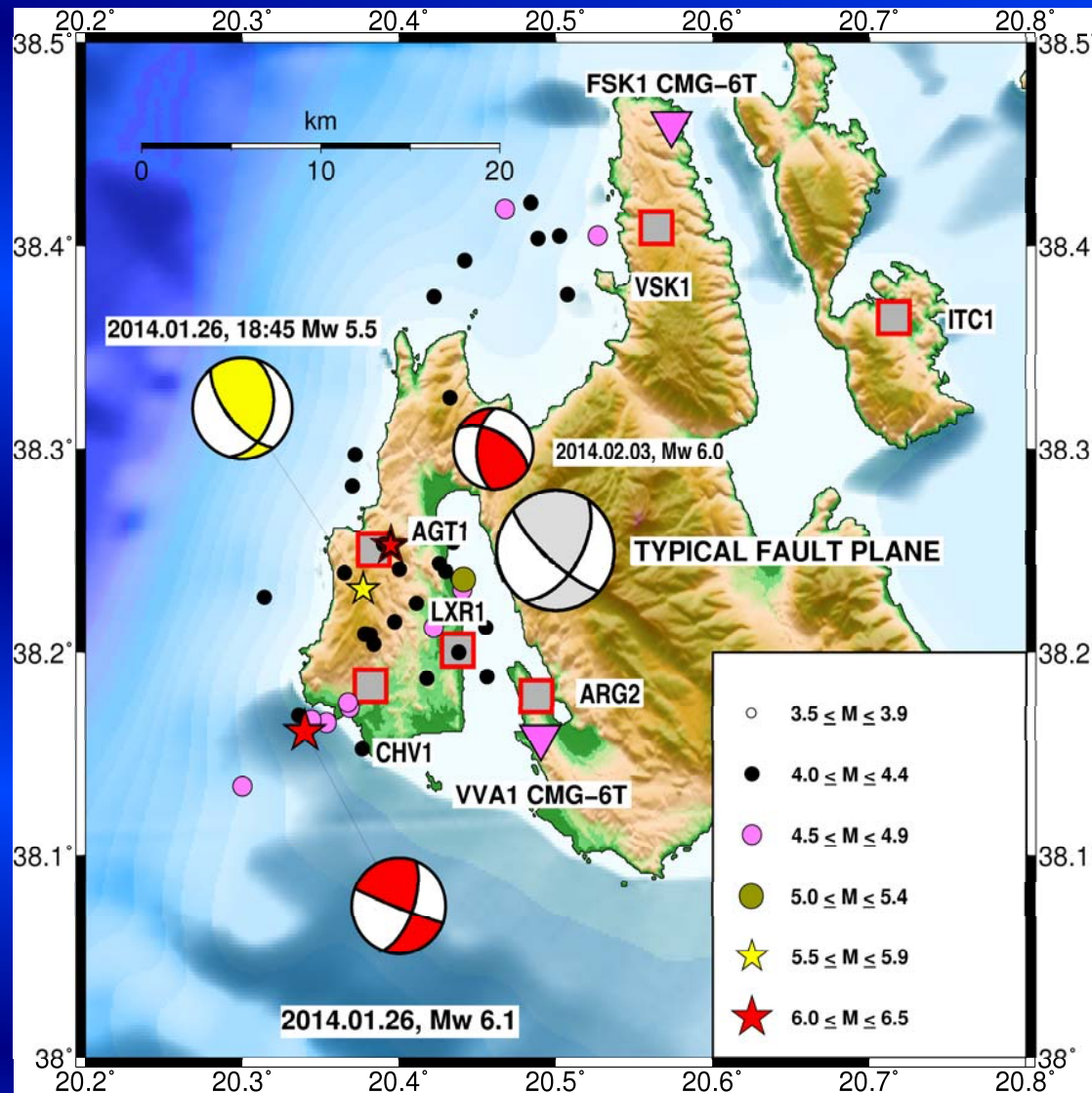
“Συμπεριφορά Ιστορικών Κτιρίων και Μνημείων”

Σαλονικιός Θωμάς, Κύριος Ερευνητής, Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ

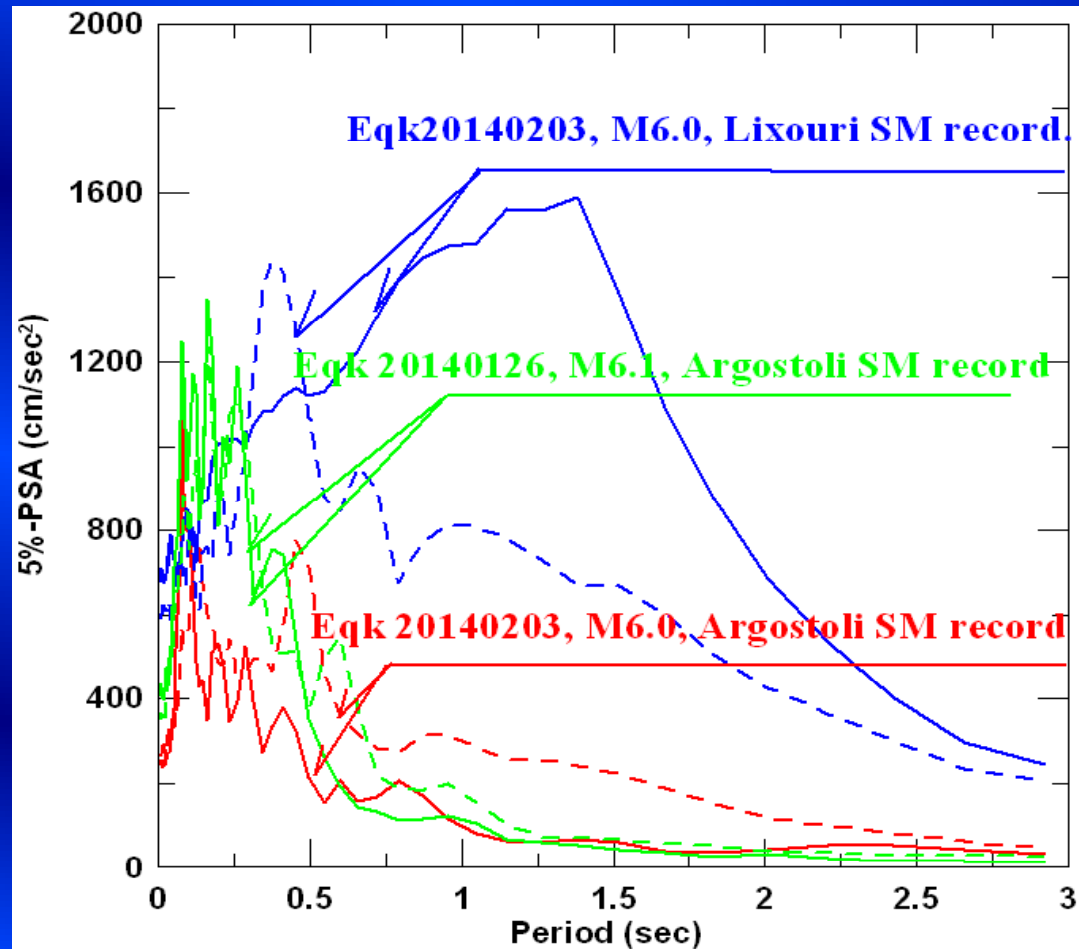
Λεκίδης Βασίλης, Διευθυντής Ερευνών, Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ

Καρακώστας Χρήστος, Διευθυντής Ερευνών, Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ

Μορφίδης Κωνσταντίνος, Εντεταλμένος Ερευνητής, Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ



Επίκεντρα των δύο σεισμών που έπληξαν την Κεφαλονιά στις 26/1/2014 και 3/2/2014 (Δνση Τεχνικής Σεισμολογίας, Μ.Ε. ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ)



Φάσματα απόκρισης επιταχύνσεων των οριζοντίων συνιστωσών των σεισμών. Πράσινη γραμμή, σεισμός 26/1/2014, καταγραφή στο Αργοστόλι. Μπλε γραμμή, σεισμός 3/2/2014, καταγραφή Ληξούρι. Κόκκινη γραμμή, σεισμός 3/2/2014, καταγραφή Αργοστόλι.

Τύποι Μνημείων

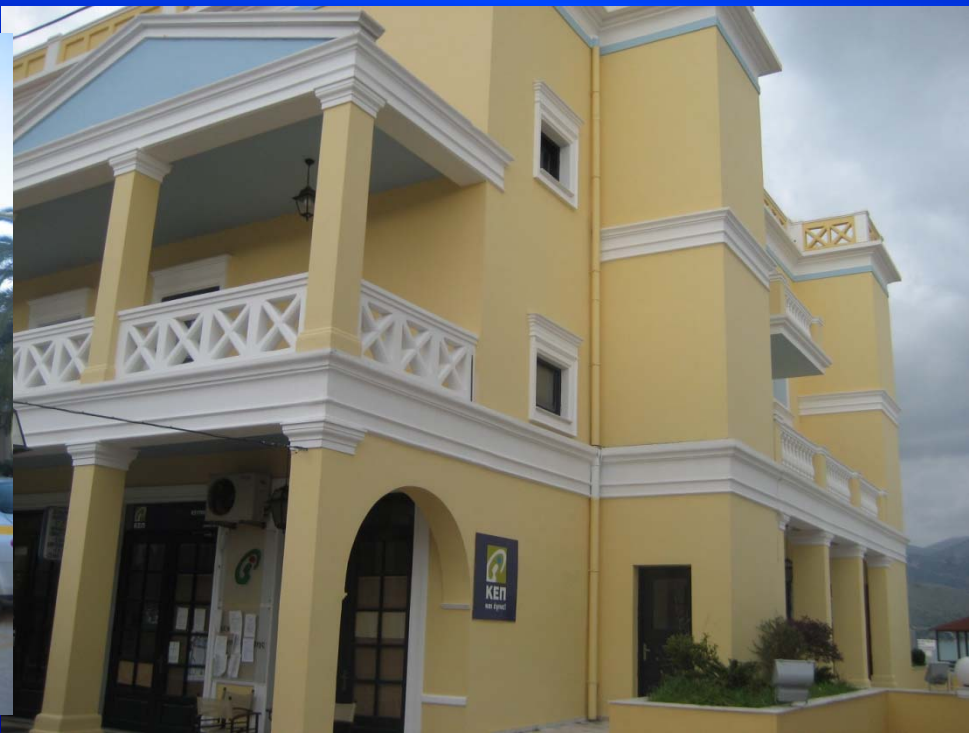
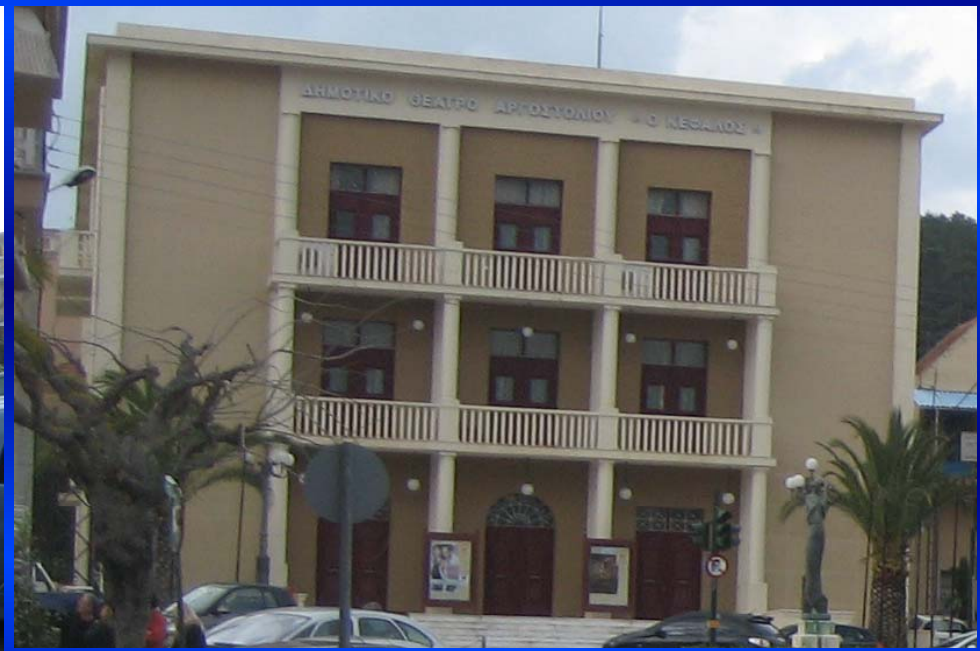
• **Μνημεία από οπλισμένο σκυρόδεμα:** Τέτοια κτίρια βρίσκονται στο Αργοστόλι και στο Ληξούρι. Κατασκευάστηκαν από το 1953 και έπειτα. Τα κτίρια αυτά είναι κυρίως διοικητικής χρήσης και Μουσεία. Έχουν αρκετούς οπλισμούς στα στοιχεία σκυροδέματος και ορισμένα από αυτά διαθέτουν και τοιχώματα.

• **Μνημειακές κατασκευές και άλλα κτίρια πολιτιστικής κληρονομιάς από φέρουσα τοιχοποιία:** Τα κτίρια αυτά έχουν λειτουργία ως Ναοί ή ως εκπαιδευτήρια (σε οικισμούς κυρίως) και είναι μονώροφα ή διώροφα. Τα κτίρια αυτά είναι δομημένα κυρίως με βάση παραδοσιακές αντισεισμικές τεχνικές.

Τύποι Μνημείων

•Μνημεία από οπλισμένο σκυρόδεμα: Τέτοια κτίρια βρίσκονται στο Αργαστόλι και στο Ληξούρι. Κατασκευάστηκαν από το 1953 και έπειτα. Τα κτίρια αυτά είναι κυρίως διοικητικής χρήσης και Μουσεία. Έχουν αρκετούς οπλισμούς στα στοιχεία σκυροδέματος και ορισμένα από αυτά διαθέτουν και τοιχώματα.

•Μνημειακές κατασκευές και άλλα κτίρια πολιτιστικής κληρονομιάς από φέρουσα τοιχοποιία: Τα κτίρια αυτά έχουν λειτουργία ως Ναοί ή ως εκπαιδευτήρια (σε οικισμούς κυρίως) και είναι μονώροφα ή διώροφα. Τα κτίρια αυτά είναι δομημένα κυρίως με βάση παραδοσιακές αντισεισμικές τεχνικές.



Τύποι Μνημείων

• **Μνημεία από οπλισμένο σκυρόδεμα:** Τέτοια κτίρια βρίσκονται στο Αργοστόλι και στο Ληξούρι. Κατασκευάστηκαν από το 1953 και έπειτα. Τα κτίρια αυτά είναι κυρίως διοικητικής χρήσης και Μουσεία. Έχουν αρκετούς οπλισμούς στα στοιχεία σκυροδέματος και ορισμένα από αυτά διαθέτουν και τοιχώματα.

• **Μνημειακές κατασκευές και άλλα κτίρια πολιτιστικής κληρονομιάς από φέρουσα τοιχοποιία:** Τα κτίρια αυτά έχουν λειτουργία ως Ναοί ή ως εκπαιδευτήρια (σε οικισμούς κυρίως) και είναι μονώροφα ή διώροφα. Τα κτίρια αυτά είναι δομημένα κυρίως με βάση παραδοσιακές αντισεισμικές τεχνικές.

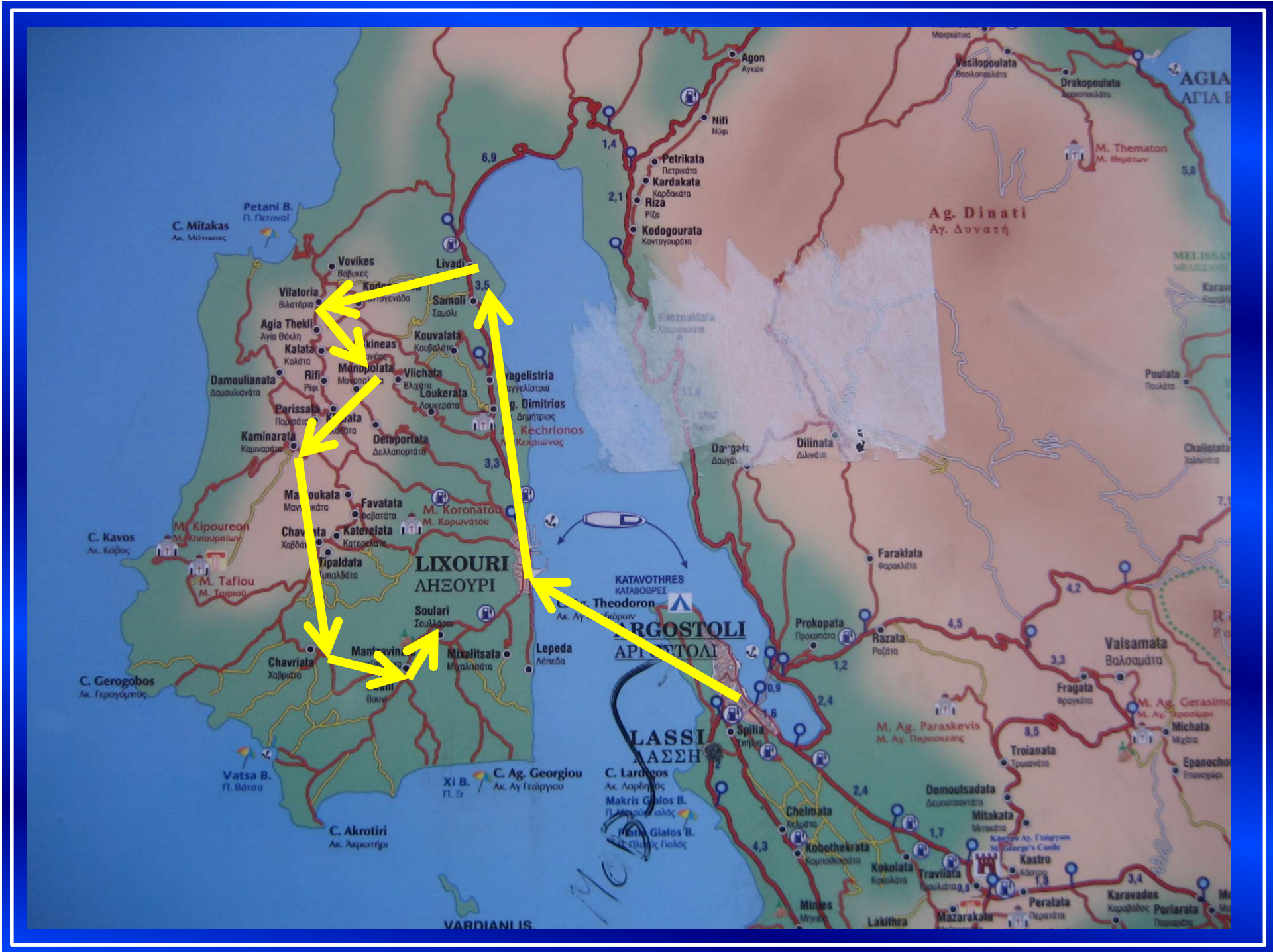
Τύποι Μνημείων

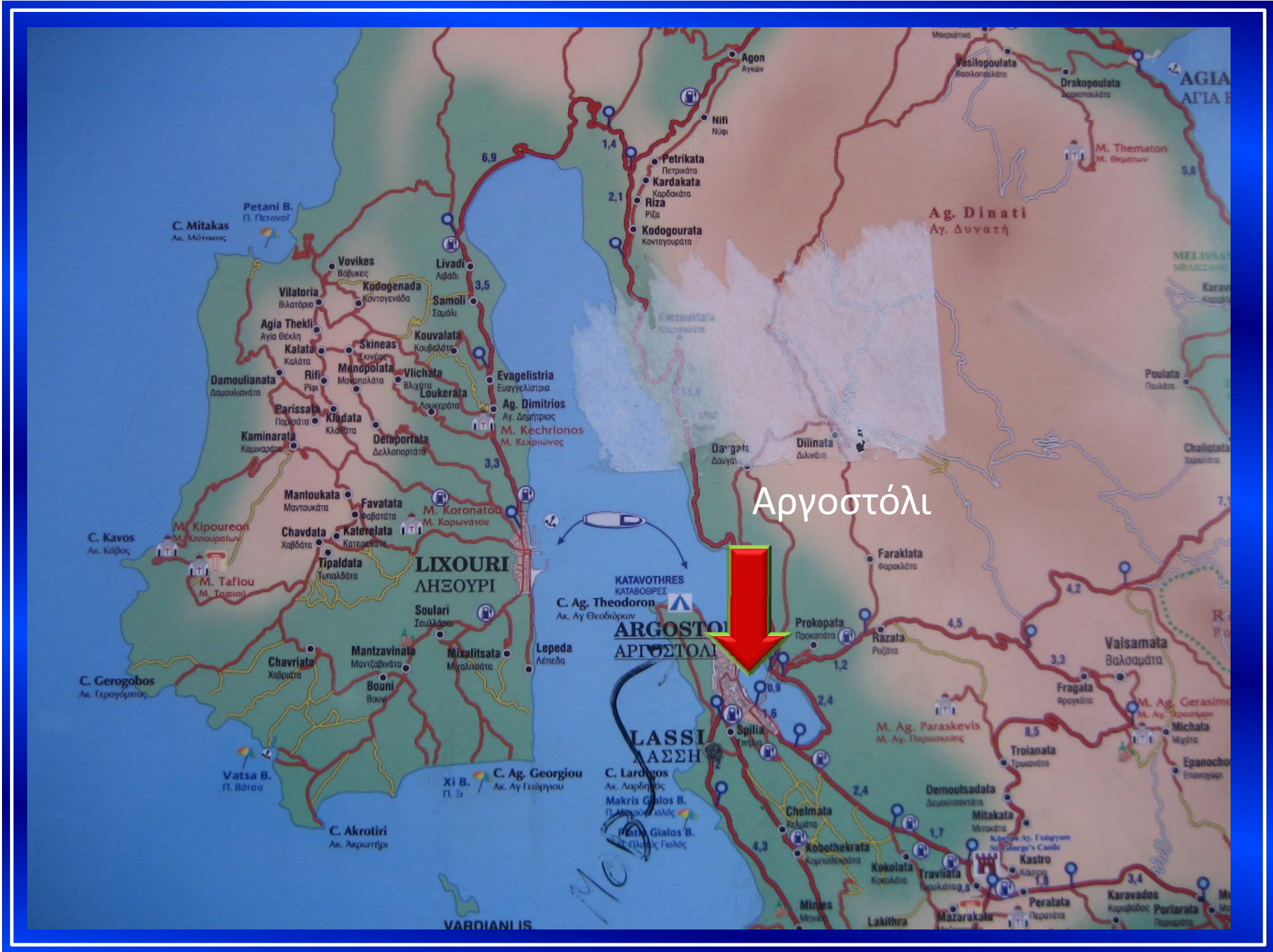
• **Μνημεία από οπλισμένο σκυρόδεμα:** Τέτοια κτίρια βρίσκονται στο Αργοστόλι και στο Ληξούρι. Κατασκευάστηκαν από το 1953 και έπειτα. Τα κτίρια αυτά είναι κυρίως διοικητικής χρήσης και Μουσεία. Έχουν αρκετούς οπλισμούς στα στοιχεία σκυροδέματος και ορισμένα από αυτά διαθέτουν και τοιχώματα.

• **Μνημειακές κατασκευές και άλλα κτίρια πολιτιστικής κληρονομιάς από φέρουσα τοιχοποιία:** Τα κτίρια αυτά έχουν λειτουργία ως Ναοί ή ως εκπαιδευτήρια (σε οικισμούς κυρίως) και είναι μονώροφα ή διώροφα. Είναι δομημένα κυρίως με βάση παραδοσιακές αντισεισμικές τεχνικές.









Αργοστόλι



140





Κατασκευή κωδωνοστασίων σε απόσταση από τον κυρίως Ναό. Σε περίπτωση επαφής, αναμένονται βλάβες από το σημείο επαφής προς το εξέχον τμήμα του κωδωνοστασίου.

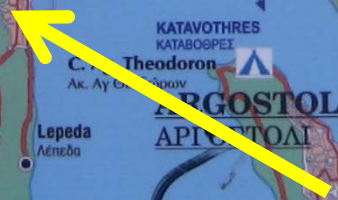


Αρχαιολογικό μουσείο Αργοστολίου.
Ανάδειξη προβλημάτων που
προϋπήρχαν.



Δικαστικό Μέγαρο στο Αργοστόλι.
Ρηγματώσεις στο εσωτερικό και
έναρξη αποκαταστάσεων.

Ληξούρι







Δημαρχείο στο Ληξούρι. Βλάβες με απώλεια επιχρίσματος σε τοιχοποιία εσωτερικά. Απώλεια επικάλυψης οπλισμών σε στοιχείο υποστυλώματος. Πτώσεις επίπλων.



ID	Building	Location	No. of Stories	Structural Type	Year of Construction	Design Code	Damage (visual observation)
1	Hospital "Mantzavinateio"	Lixouri	2	Reinforced Concrete (RC)	1937 / 1952	N/A	Minor
2	Hospital	Argostoli	2		N/A	N/A	Negligible
3	Town Hall	Lixouri	2		1968	1959	Minor
4	County Court	Argostoli	2		1962	1959	Minor
5	County Court	Lixouri	4		1979	1959	Negligible
6	Tax Office	Argostoli	4		1994	1985	Negligible
7	Tax Office	Lixouri	3		2000	1995	Negligible
8	Port Authority (main/auxiliary)	Argostoli	2		1960	1959	Minor/Moderate
9	Public Realty Office	Argostoli	4		1999	1995	Negligible
10	Naval Academy (administrative)	Argostoli	3		1973	1959	Minor
11	Archaeological Museum	Argostoli	2		1957 / 2000	N/A	Moderate
12	Archaeological Museum	Lixouri	2		N/A	N/A	Negligible
13	Prefectural Division of Ionian Islands	Argostoli	3		1957	RC1954	Minor
14	Airport Terminal	Argostoli	2		N/A	N/A	Minor
15	Police Station	Argostoli	3		>2000	2000	None

Δημόσια κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Κατασκευή μετά το 1954. Ορισμένα είναι χαρακτηρισμένα ως μνημεία. Δύο κτίρια με βλάβες μέσης στάθμης, τα υπόλοιπα με ασήμαντες έως ελάχιστες βλάβες.

Άγιος Δημήτριος,
Λιβιάδι





Ναός, στον Άγιο Δημήτριο. Συχνά εμφανιζόμενη βλάβη μετακίνησης κεραμιδιών.

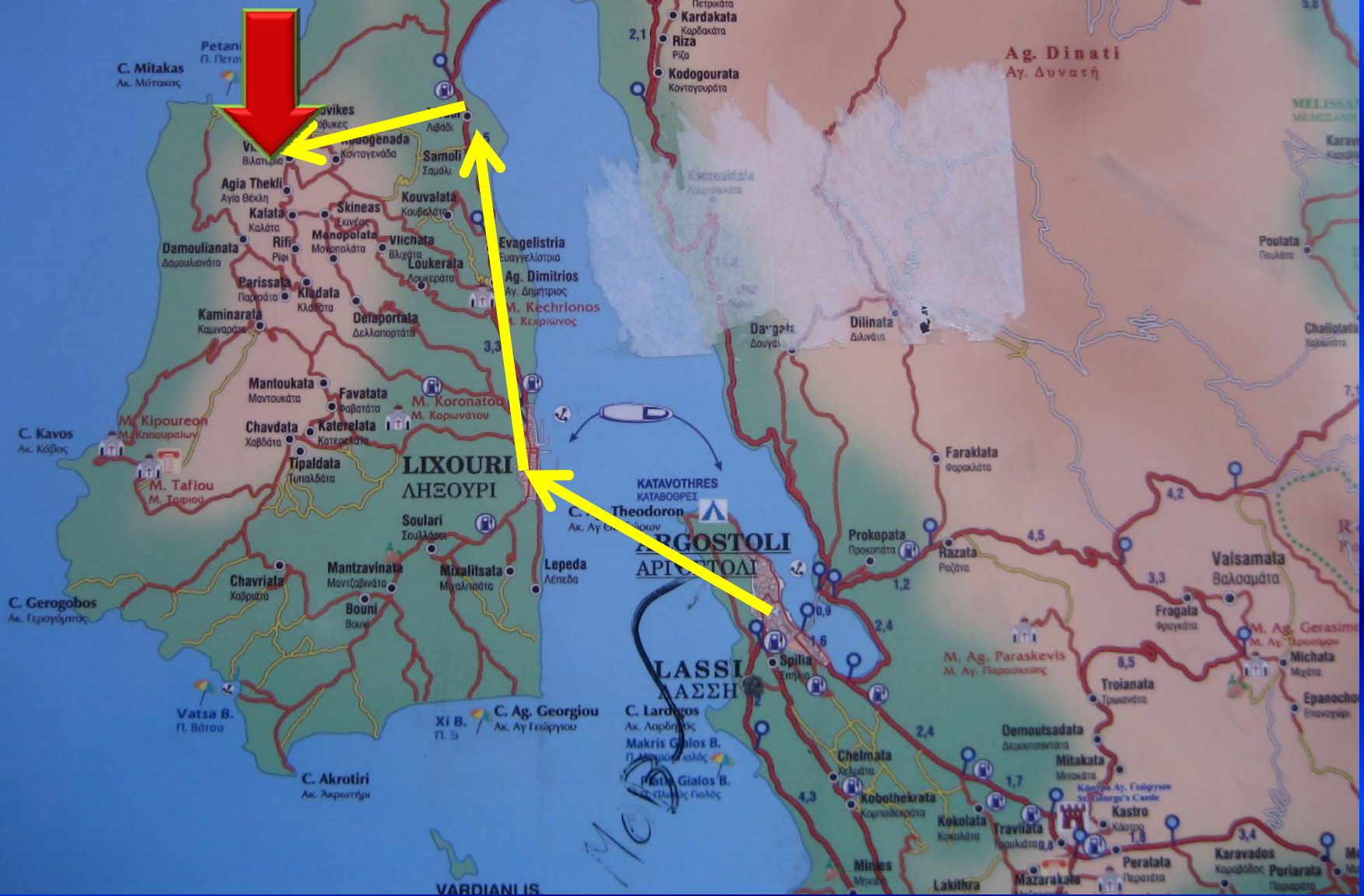


Κτίριο στο Λιβάδι. Αστοχίες σε δομικά στοιχεία από φέρουσα τοιχοποιία.



Μερική κατάρρευση κτιρίου πολιτιστικής κληρονομιάς στο Λιβιάδι. Κατασκευή 17^{ος} αιώνας. Το κτίριο είχε βλάβες στους σεισμούς του 1953, οι οποίες είχαν επισκευαστεί.

Βιλατόρια, Αγία Θέκλη

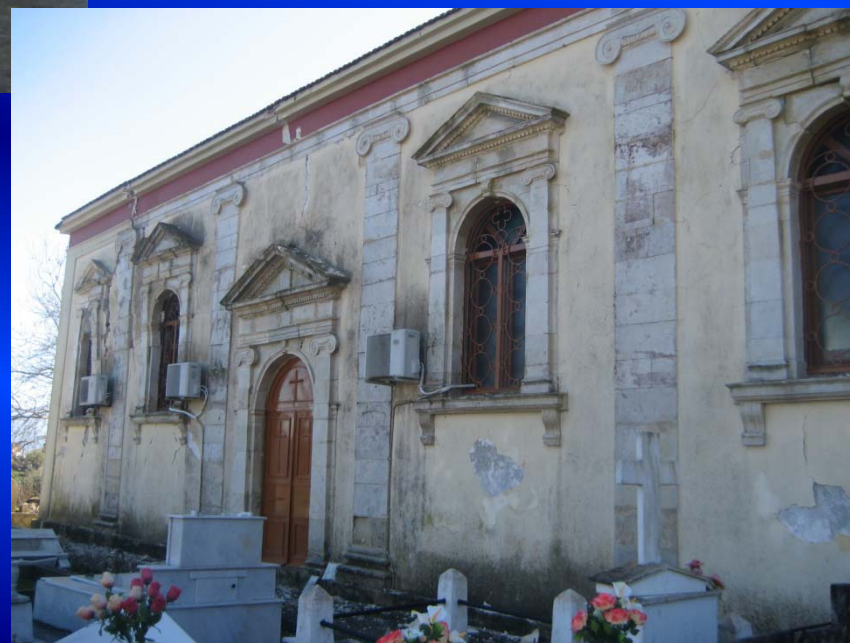




Ναός στη Βιλατόρια. Κατακόρυφες, κυρίως ρωγμές σε φέρουσες λιθοδομές. Το κωδωνοστάσιο κατέρρευσε στον δεύτερο σεισμό.



Ναός στην Αγία Θέκλα. Κατακόρυφες, κυρίως ρωγμές σε φέρουσες λιθοδομές. Κατά τον δεύτερο σεισμό επιδεινώθηκαν τα ρήγματα που δημιουργήθηκαν κατά τον δεύτερο σεισμό.





Ναός στην Αγία Θέκλα. Πτώση της μετώπης στο άκρο της δίριχτης στέγης. Στοιχεία του φέροντος οργανισμού από σπλισμένο σκυρόδεμα. Μετακινήσεις κεράμων.



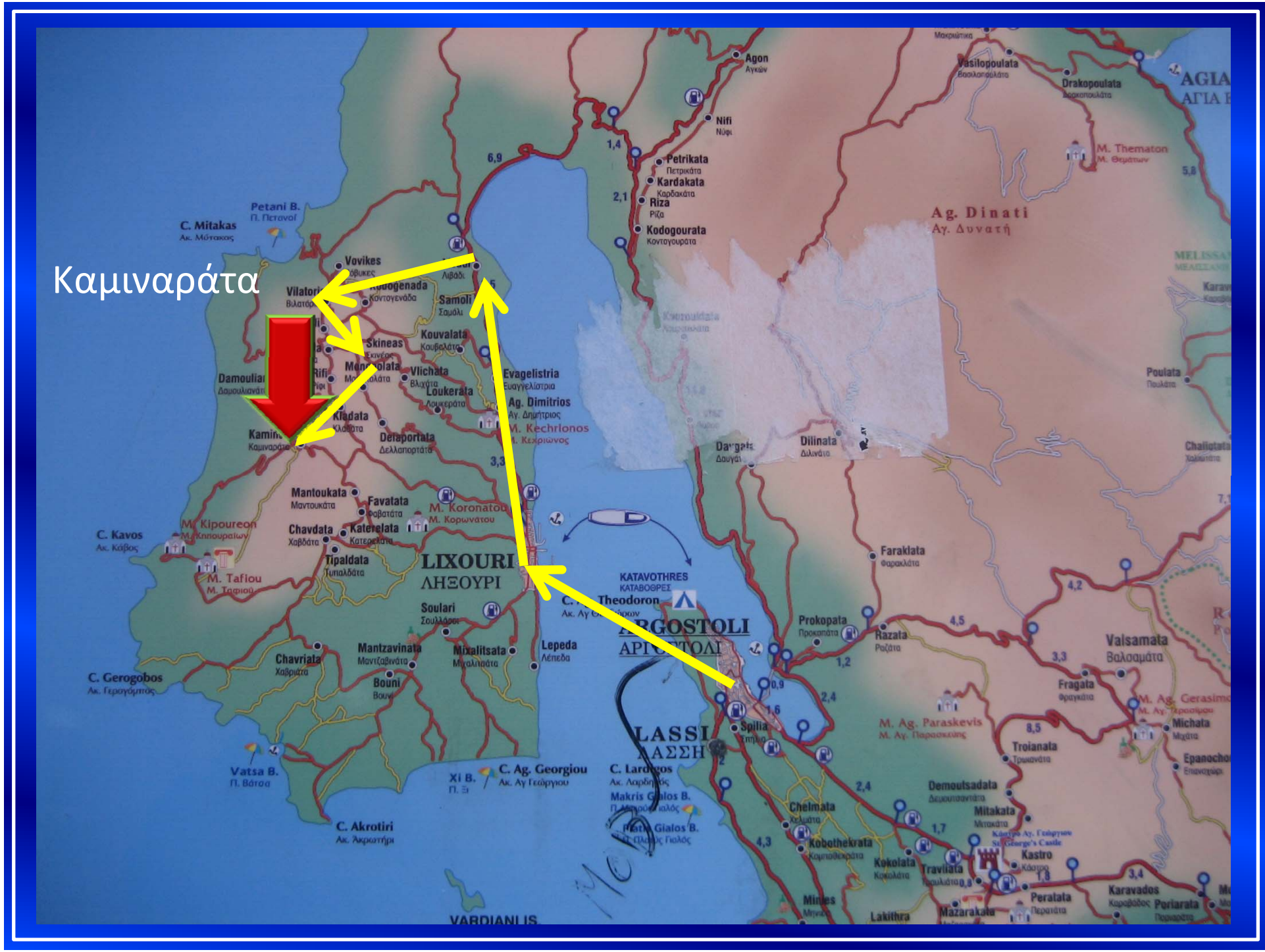
Μονοπολάτα





Ναός από φέρουσα τοιχοποιία στα Μονοπολάτα. Μετακινήσεις κεράμων. Διάνοιξη παλαιότερων ρωγμών σε πεσσό κτιρίου, από φέρουσα λιθοδομή.

Καμινάρατα

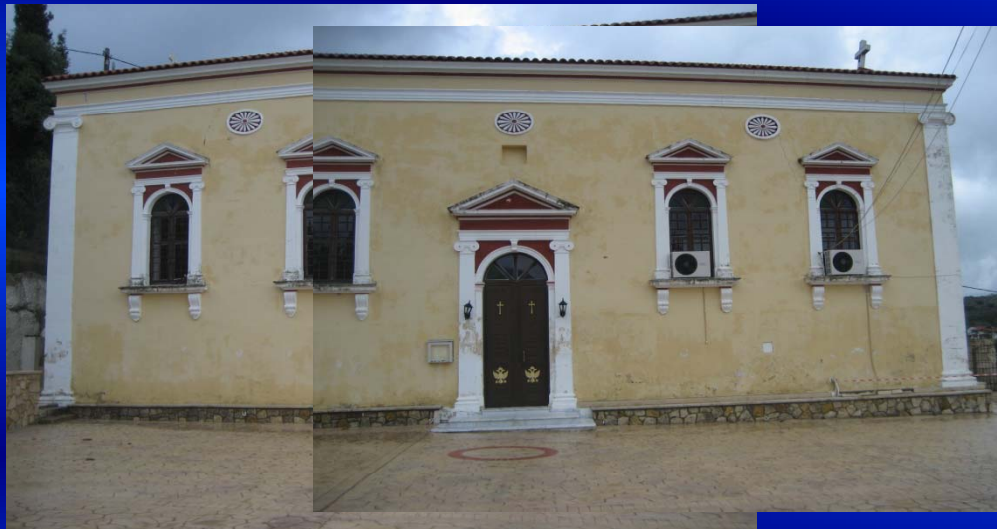




Κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία στα Καμιναράτα. Διπλανά κτίρια. Αστοχία των πεσσών σε κτίριο από λιθοδομή με ξύλινη στέγη. Κτίριο από λιθοδομή με σενάζ οπλισμένου σκυροδέματος χωρίς βλάβες.



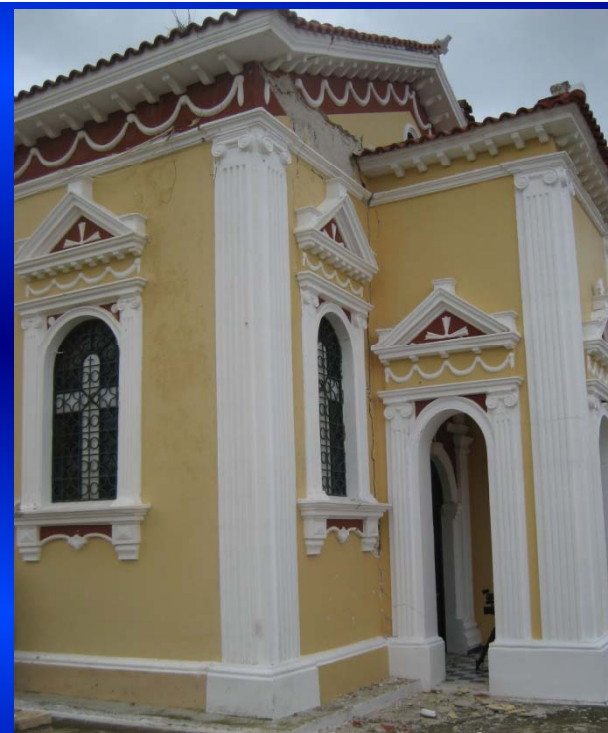
Χαβριάτα, Βουνί
Μαντζαβινάτα



Ναός στα Χαβριάτα. Παρόμοιες ζημιές στους δύο σεισμούς.
Πτώση μετώπης της δίκλινης στέγης κατά τον δεύτερο σεισμό.



Ναός στα Χαβριάτα. Διαγώνια ρήγματα σε πεσσούς και τοπική αποδιοργάνωση της λιθοδομής.



Ναός στα Μαντζαβινάτα. Παρόμοιες ζημιές στους δύο σεισμούς. Αστοχία λιθόκτιστου τοίχου αντιστήριξης.

GEER/EERI/ATC Cephalonia, Greece 2014
Report Version 1



(c)

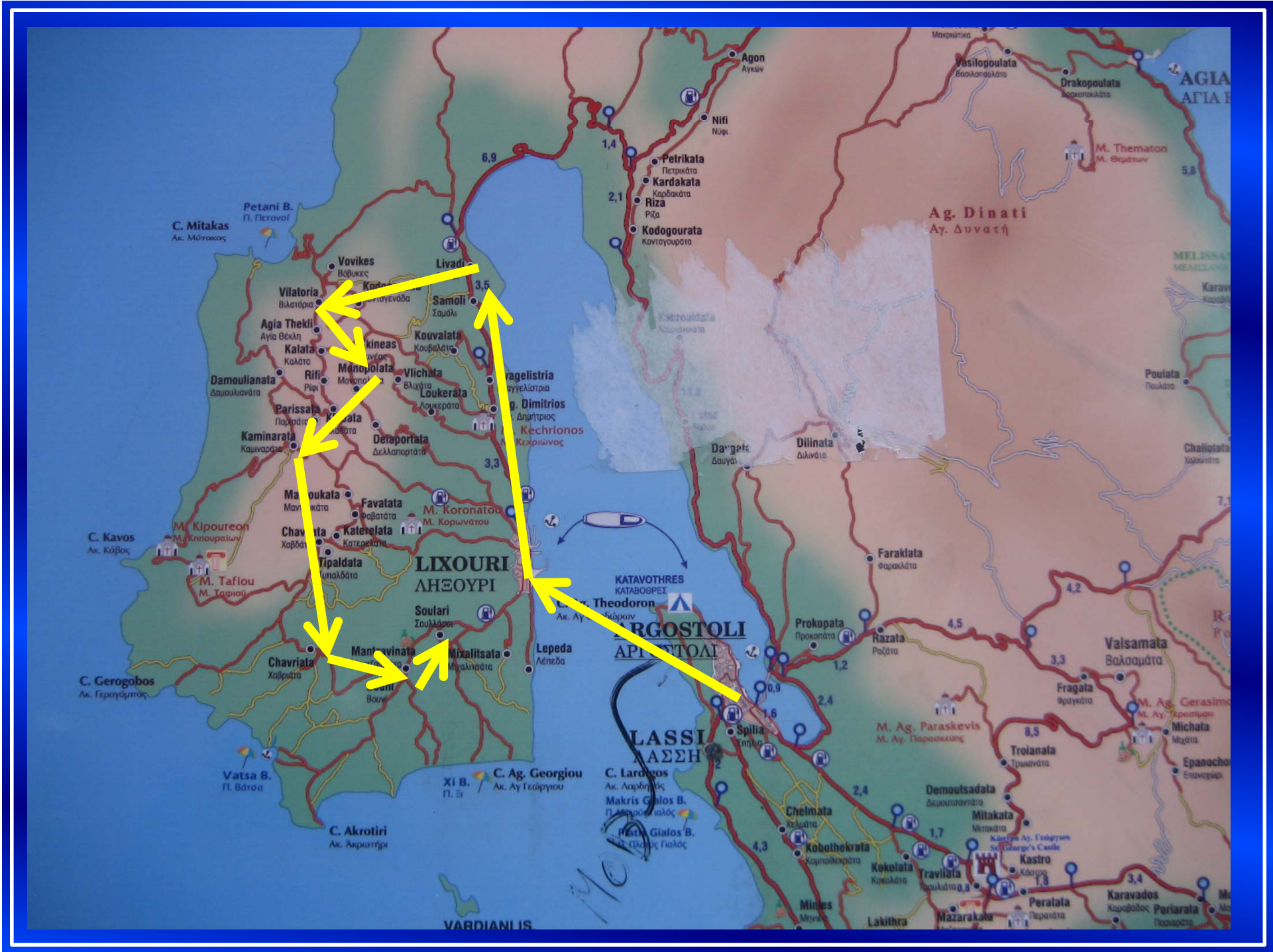


Ναός στο Βουνί. Κατά τον δεύτερο σεισμό διευρύνθηκαν ρηγματώσεις που προκάλεσε ο πρώτος σεισμός.

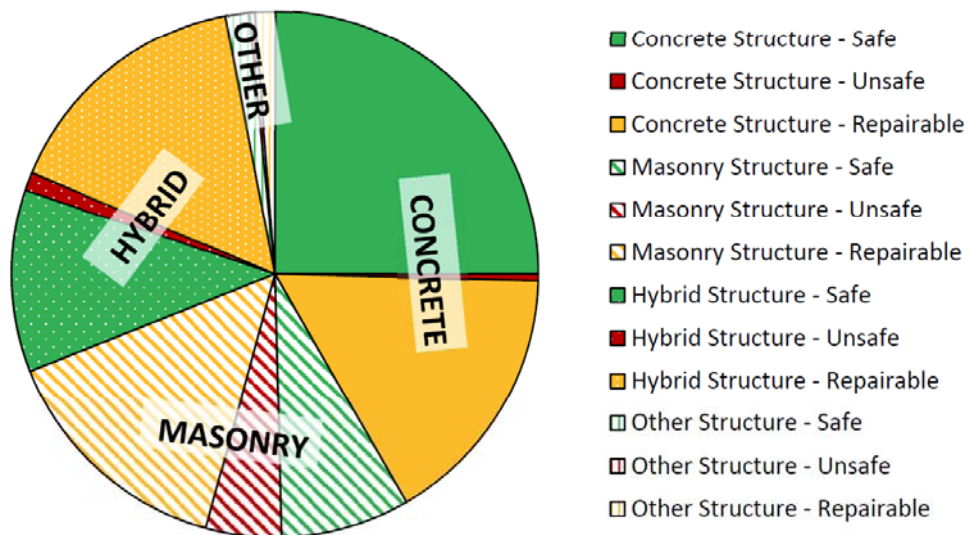


Figure 11.8.13. (a) Collapse of RC belfry top due to column failure ($38^{\circ}14'32.25''\text{N}$, $20^{\circ}28'26.40''\text{E}$); (b) Detail of deformed rebars.

Αστοχία κωδωνοστασίου οπλισμένου σκυροδέματος. Βλάβες σε υποστυλώματα. Η κατάρρευση αποφεύχθηκε λόγω της λειτουργίας των οπλισμών ως ελκυστήρες.



Detailed Assessment



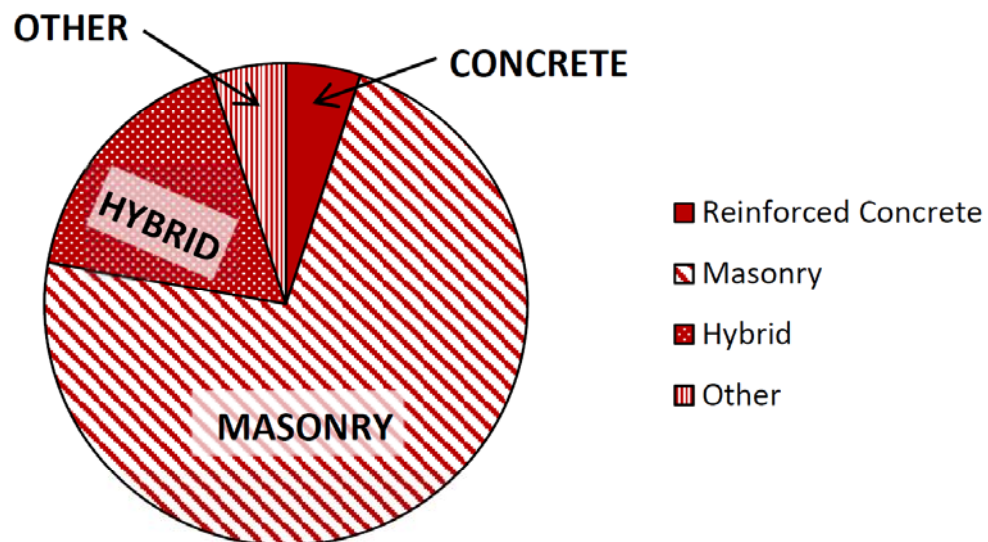
Κατάταξη Φ.Ο. κτιρίων μετά από τον επανέλεγχο.

Το 27% είναι κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία.

Από αυτά το 29% χαρακτ. πράσινα
Το 54% κίτρινα και το 17% κόκκινα.

GEER/EERI/ATC Cephalonia, Greece 2014
Report Version 1

Red buildings



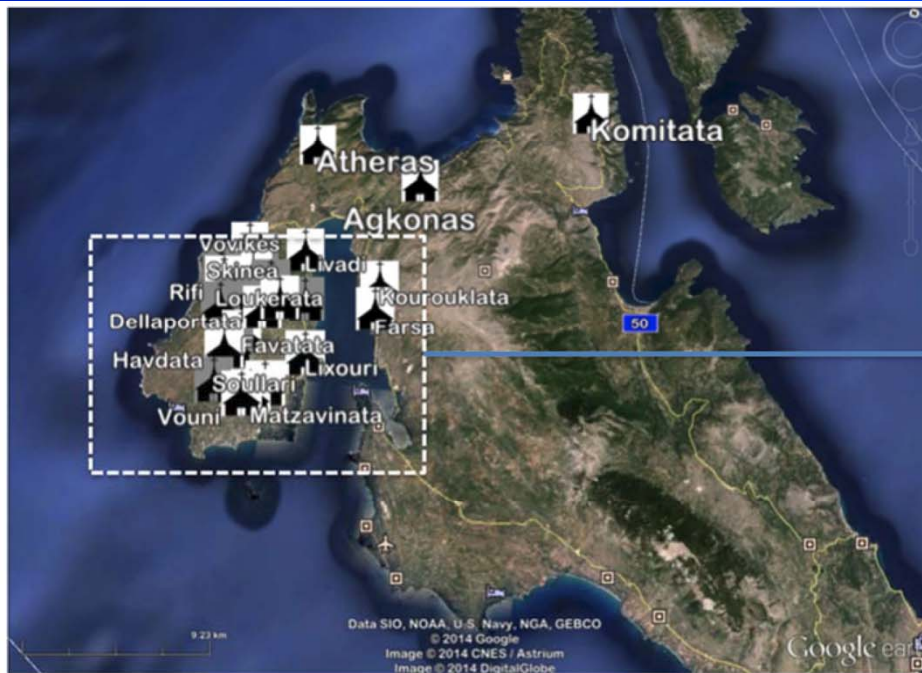
Φέροντας οργανισμός των 180 κτιρίων που χαρακτηρίστηκαν ως κόκκινα.

5% Οπλισμένο σκυρόδεμα.

73% φέρουσα τοιχοποιία.

17% υβριδικός τύπος από οπλισμένο σκυρόδεμα και φέρουσα τοιχοποιία.

5% άλλος τύπος.



Θέσεις ναών που ελέγχθηκαν από τα συνεργεία αυτοψιών.

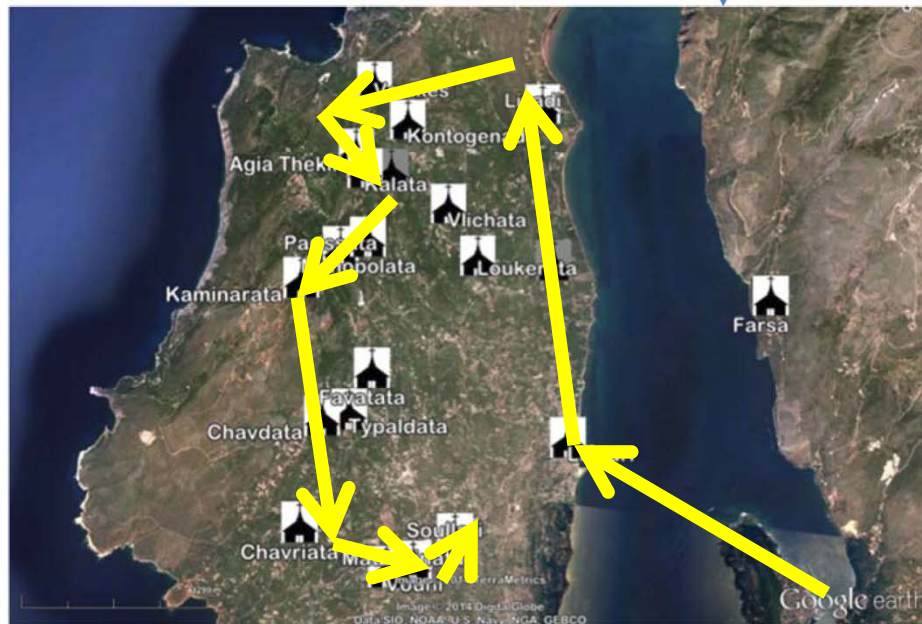


Table 11.8.1. Cephalonia Orthodox Churches, including name, location, century of construction and repair, Category of Load Bearing (LB) system and Degree of Damage (DD) from the 2014 events.

ID	Name	Location	Century of Construction / Repair	LB Category	DD
1	The Virgin Mary	Chavriata	17 / 20	4	DDRC3
2	Apostles	Havdata	19	2	DDURM3
3	Birth of Virgin	Tipaldata	20	6	DDRC2
4	Aghios Ioannis Prodromos	Favatata	19 / 20	5	DDRC3
5	Aghios Athanasios	Favatata	20	6	DDRC3
6	The Virgin Mary	Kechrionas	17 / 20	4	DDRC3
7	Aghia Paraskevi	Monopolata	19 / 20	4	DDRC3
8	Aghios Constantinos	Monopolata	19	2	DDURM4
9	The Virgin Mary of Rongoi	Monopolata	17	1	DDURM3
10	Birth of Virgin Mary	Kominata Kalata	18	1	DDURM4
11	Aghios Nikolaos	Aghia Thekla	19 / 20	4	DDRC5
12	Aghia Thekla	Aghia Thekla	17 / 20	2 - 4	DDRC3
13	Aghios Dimitrios	Kalata	18 / 20	4	DDRC3
14	The Virgin Mary	Skinea	19 / 20	4	DDRC3
15	Aghios Dimitrios	Vlichata	20	7	DDRC3
16	Aghios Panteleimon	Loukerata	20	6	DDRC2
17	Aghios Dionisios	Livadi	20	6	DDRC2
18	Aghios Christoforos	Farsa	20	6	DDRC2
19	Aghios Ioannis	Kourouklata	20	6	DDRC1
20	Aghios Nikolaos	Livathinata	20	6	DDRC2
21	Aghios Dimitrios	Aghios Dimitrios	20	6	DDRC2
22	Aghia Paraskevi	Atheros	19 / 20	4	DDRC3
23	Evangelistria	Atheros	19 / 20	4	DDRC3
24	Aghios Ioannis Theologos	Kontogenata	19 / 20	4	DDRC3
25	The Virgin Mary	Kontogenata	18 / 20	4	DDRC3
26	Aghios Georgios	Kontogenada	12	1	DDURM1
27	Aghios Vasilios	Kontogenada	17	1	DDURM3
28	Aghia Erini	Vovikes	20	6	DDRC0
29	Aghios Dimitrios	Vovikes	20	6	DDRC2
30	The Virgin Mary	Dematora	19 / 20	4	DDRC4
31	Aghios Vlasios (Blaise)	Dematora	18	3	DDURM4
32	Aghios Nikolaos	Rifi	19 / 20	4	DDRC2
33	Aghios Dionisios	Damoulianata	20	6	DDRC2
34	The Virgin Mary	Damoulianata	19 / 20	4	DDRC4
35	Prophet Elias	Kamiharata	20	6	DDRC0
36	The Virgin Mary	Parissata	19 / 20	4	DDRC3
37	The Virgin Mary	Delaportata	20	6	DDRC3
38	Aghios Nikolaos Mniaton	Lixouri	20	6	DDRC2
39	Aghios Spiridon	Lixouri	20	6	DDRC2
40	Aghios Charalampos	Lixouri	19 / 20	4	DDRC3
41	The Virgin Perligou	Lixouri	20	6	DDRC2
42	Pantokrator	Lixouri	20	6	DDRC2
43	Aghia Marina	Soullari	17	1	DDURM4
44	Aghios Nikolaos	Soullari	20	6	DDRC3
45	Aghios Spiridon	Matzavinata	20	6	DDRC2
46	Aghios Dimitrios	Soullari	19 / 20	4	DDRC2
47	Aghia Sophia	Matzavinata	20	6	DDRC2
48	The Virgin Mary	Matzavinata	20	6	DDRC3
49	Aghios Dimitrios	Vouni	20	6	DDRC2

For the Unreinforced Masonry (URM) Churches (Categories 1 to 3 above), we used the following notations to classify the Degree of Damage (DD):

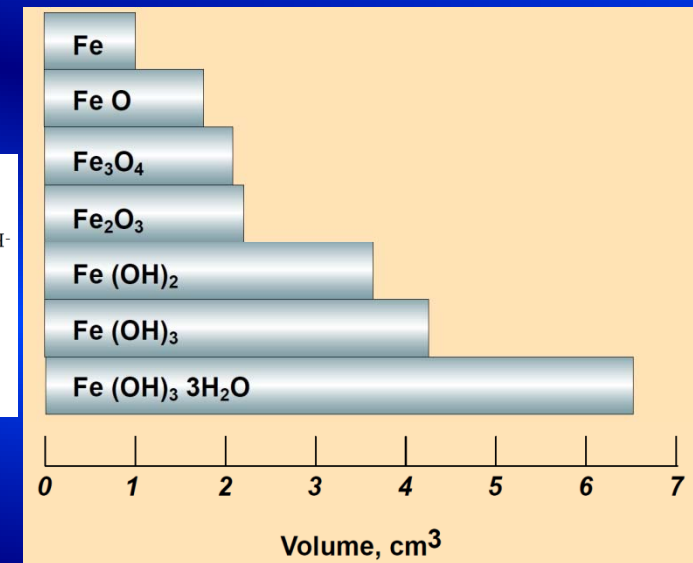
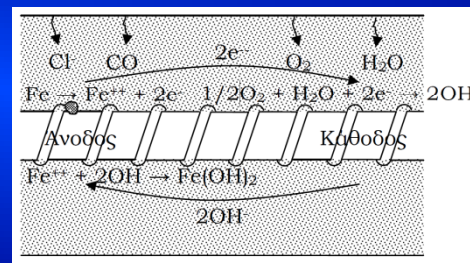
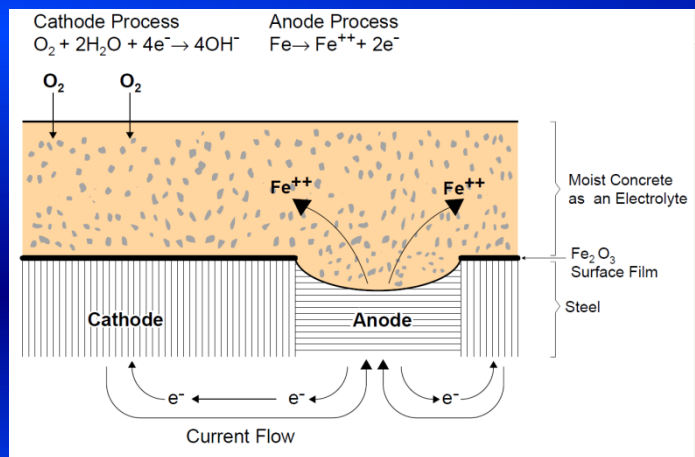
DDURM0	No damage
DDURM1	Slight damage (hairline cracks in a few walls)
DDURM2	Moderate damage (fall of large pieces of plaster)
DDURM3	Severe damage (large and extensive cracks in walls)
DDURM4	Very severe damage (wall collapses)
DDURM5	Collapse

For the Reinforced Concrete (RC) churches (Categories 4 to 7) the damage was classified as:

DDRC0	No damage
DDRC1	Negligible damage (hairline cracks in columns and beams of frame)
DDRC2	Slight damage (shear cracks in non-structural walls)
DDRC3	Moderate damage (shear cracks in columns and beams and in structural walls)
DDRC4	Severe damage (spalling of concrete cover, buckling of reinforcing rods)
DDRC5	Collapse (collapse of total or parts of building)

Υπάρχει μία ομάδα δημόσιων κτιρίων στο Αργοστόλι (π.χ. Αρχαιολογικό Μουσείο κ.ά.) και στο Ληξούρι (π.χ. Δημαρχείο κ.ά) τα οποία κατασκευάστηκαν με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα κτίρια αυτά, μεταξύ άλλων, έχουν εμφανίσει τοπικές αστοχίες σε φέροντα στοιχεία, οι οποίες υποβοηθούνται από την προσβολή της ανθεκτικότητας του οπλισμένου σκυροδέματος, με εκτεταμένες διαβρώσεις οπλισμών και εκτινάξεις της επικάλυψης σκυροδέματος των οπλισμών. Τονίζεται ότι τα κτίρια αυτά έχουν μισό και πλέον αιώνα ζωής, χωρίς να έχει γίνει συντήρηση ή βελτίωση της ανθεκτικότητας του οπλισμένου σκυροδέματος η οποία όπως αποδείχθηκε παρουσιάζει προβλήματα.

Σχηματική παράσταση της ηλεκτροχημικής διεργασίας διάβρωσης του χάλυβα οπλισμών



Συμπεράσματα:

Οι βλάβες στα μνημεία της Κεφαλονιάς, κατά τους δύο πρόσφατους ισχυρούς σεισμούς, ήταν σημαντικά διαφοροποιημένες, αναλόγως του φέροντα οργανισμού του μνημείου.

Ειδικότερα τα μνημεία από “οπλισμένο σκυρόδεμα”, τα οποία είχαν δημόσια χρήση, είχαν σημαντικά περιορισμένες βλάβες. Με εξαίρεση δύο κτίρια με μέσες βλάβες τα υπόλοιπα κτίρια είχαν από ασήμαντες έως ελάχιστες βλάβες.

Η ομάδα δημόσιων κτιρίων στο Αργοστόλι (π.χ. Αρχαιολογικό Μουσείο κ.ά.) και στο Ληξούρι (π.χ. Δημαρχείο κ.ά) τα οποία κατασκευάστηκαν με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα έχει εμφανίσει τοπικές αστοχίες σε φέροντα στοιχεία, οι οποίες υποβοηθούνται από την προσβολή της ανθεκτικότητας του οπλισμένου σκυροδέματος. Παρατηρούνται εκτεταμένες διαβρώσεις οπλισμών και εκτινάξεις της επικάλυψης σκυροδέματος των οπλισμών. Τονίζεται ότι τα κτίρια αυτά έχουν μισό και πλέον αιώνα ζωής, χωρίς να έχει γίνει συντήρηση ή βελτίωση της ανθεκτικότητας του οπλισμένου σκυροδέματος η οποία όπως αποδείχθηκε παρουσιάζει προβλήματα.

Τα μνημεία από φέρουσα τοιχοποιία εμφάνισαν εκτεταμένες δομικές βλάβες. Οι περισσότεροι ναοί έχουν ηλικία κατασκευής από έναν έως τρεις αιώνες. Έχουν συσσωρευμένη καταπόνηση από πολλούς ιστορικούς σεισμούς του παρελθόντος, γεγονός που έπαιξε σημαντικό ρόλο στην απόκρισή τους κατά τους δύο πρόσφατους σεισμούς. Ως παράδειγμα αναφέρεται ό,τι σε πολλούς ναούς, τα εντός επιπέδου ρήγματα, κατά τον πρώτο σεισμό, προκάλεσαν εκτός επιπέδου καταρρεύσεις κατά τον δεύτερο σεισμό.

Αρκετοί ναοί με Φ.Ο. μόνο από λιθοδομή είχαν σημαντικές βλάβες.

Οι ναοί με Φ.Ο. μόνο από λιθοδομή και επισκευές – ενισχύσεις με επιτόπου σκυροδετούμενους στύλους και δοκούς είχαν γενικώς καλύτερη απόκριση με ελαφρές και μέσες βλάβες.

Οι ναοί με Φ.Ο. μόνο από λιθοδομή και επισκευές – ενισχύσεις με επιτόπου σκυροδετούμενους μανδύες ή τοιχώματα Ο/Σ, σε επαφή με τις λιθοδομές, εμφάνισαν αστοχίες στην εξωτερική στρώση των λιθοδομών καθώς η εσωτερική στρώση παρέμενε σε επαφή λόγω συνάφειας με τους μανδύες ή τα τοιχώματα.

Οι ναοί με πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος και τοιχοπληρώσεις από αργιλικούς ή τσιμεντοειδείς πλίνθους (κατασκευή μετά το 1953) εμφάνισαν ελαφριές ζημιές στα φέροντα στοιχεία και διατμητικά ρήγματα στις τοιχοπληρώσεις.

Οι ναοί από οπλισμένο σκυρόδεμα (>16MPa) και λείους οπλισμούς (>220MPa) οι οποίοι κατασκευάστηκαν μετά το 1953, εμφάνισαν κυρίως παραμένουσα παραμόρφωση στην κορυφή των πλευρών μεγάλου μήκους.



ΗΜΕΡΙΔΑ, Θεσσαλονίκη 2/7/2014

“Εμπειρίες και διδάγματα από τους
σεισμούς της Κεφαλονιάς 2014”

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

“Συμπεριφορά Ιστορικών Κτιρίων και Μνημείων”

Σαλονικιός Θωμάς, Κύριος Ερευνητής, Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ

Λεκίδης Βασίλης, Διευθυντής Ερευνών, Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ

Καρακώστας Χρήστος, Διευθυντής Ερευνών, Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ

Μορφίδης Κωνσταντίνος, Εντεταλμένος Ερευνητής, Μονάδα Έρευνας ΙΤΣΑΚ, ΟΑΣΠ