

## Ο ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Κ. Λαμπρόπουλος<sup>1</sup>, Αικ. Δελέγκου<sup>1</sup>, Μ. Καρόγλου<sup>1</sup>, Α. Μπακόλας<sup>1</sup>, Α. Μοροπούλου<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

(\*[amoropul@central.ntua.gr](mailto:amoropul@central.ntua.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εποχή της κρίσης του δομημένου περιβάλλοντος, αναγνωρίζεται ότι η διατήρηση και προστασία της πολιτιστικής μας κληρονομιάς μπορεί να προσφέρει ανεκτίμητη τεχνογνωσία σχετικά με την αιφρορία των κατασκευών. Η προστασία της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς καλύπτει ένα ευρύ φάσμα δομών, από αρχαιολογικούς χώρους μέχρι ιστορικά κτίρια, κατασκευές και μνημεία, μέχρι την κλίμακα των ιστορικών πόλεων. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και η εμπειρία από την χρήση τεχνικών μη-καταστροφικού ελέγχου αναδεικνύουν τον δυναμικό ρόλο τους στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης διεπιστημονικής προσέγγισης στη διάγνωση και προστασία της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως παρουσιάζεται σε τέσσερις εμβληματικές εφαρμογές: Ο ναός του Πυθίου Απόλλωνα στην Ακρόπολη της Ρόδου, το Ιερό Κουβούκλιο του Παναγίου Τάφου στα Ιεροσόλυμα, το Γεφύρι της Πλάκας και η Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

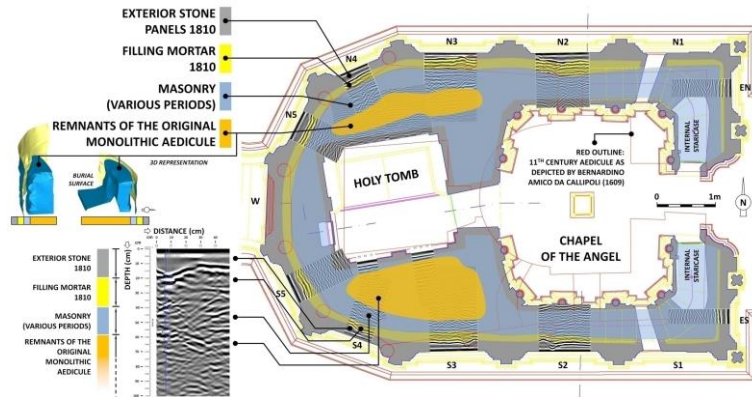
Η διατήρηση και προστασία της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς προσφέρει πολύτιμη γνώση σχετικά με την αιφρορία των ιστορικών κατασκευών, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί σε σύγχρονες κατασκευές. Η φυσική και ανθρωπογενής φθορά της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς, οι περιβαλλοντικές φορτίσεις και η κλιματική αλλαγή, επιδρούν καταλυτικά στην επιτελεστικότητα, φέρουσα ικανότητα και ανθεκτικότητα των ιστορικών κατασκευών. Η ανάγκη για διατήρηση των αξιών, παράλληλα όμως με την βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων και αύξηση του χρόνου ζωής της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς, διαμορφώνουν μια κρίσιμη απαίτηση για ολοκληρωμένη μεθοδολογία διάγνωσης και ελέγχου, η οποία απαιτεί βελτιστοποίηση όλων των σταδίων σε ολιστικό πλαίσιο και προϋποθέτει την υιοθέτηση μιας καινοτόμου και πολύ-επιστημονικής προσέγγισης, με αξιοποίηση πολυδιάστατων δεδομένων μη-καταστροφικού ελέγχου σε συσχέτιση με αναλυτικές και υπολογιστικές τεχνικές.

Στη διεθνή έρευνα παρατηρείται εκτεταμένη χρήση τεχνικών Μη-Καταστροφικού Ελέγχου (ΜΚΕ), λόγω των πλεονεκτημάτων τους <sup>[1,2]</sup>. Εντούτοις, η παραμετροποίηση των αποτελεσμάτων τους, η διαλειτουργικότητα των διαφόρων τεχνικών και η αξιοποίηση και η απόδοσή τους σε τρισδιάστατο περιβάλλον, παραμένουν ανοιχτά επιστημονικά και τεχνικά ζητήματα. Παράλληλα, η διάγνωση, ο έλεγχος και η προστασία της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα και συνθήκες κινδύνου, απαιτούν μια πολυδιάστατη και πολύ-επίπεδη προσέγγιση. Το μεθοδολογικό πλαίσιο χρήσης των τεχνικών ΜΚΕ βασίζεται σε πρότυπα, πρωτόκολλα <sup>[3]</sup>, και κριτήρια, ενώ υποστηρίζει την λήψη αποφάσεων για τον σχεδιασμό, επιλογή και χρήση συμβατών και επιτελεστικών υλικών και επεμβάσεων συντήρησης και αποκατάστασης μέσω της αποτίμησης παραμέτρων αποτελεσματικότητας και αιφρορίας. Σε συνδυασμό με τις αναλυτικές και υπολογιστικές τεχνικές, οι τεχνικές ΜΚΕ συνεισφέρουν στην διεπιστημονική, πολυδιάστατη και πολυφασματική τεκμηρίωση της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς.

### ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΦΑΣΕΩΝ

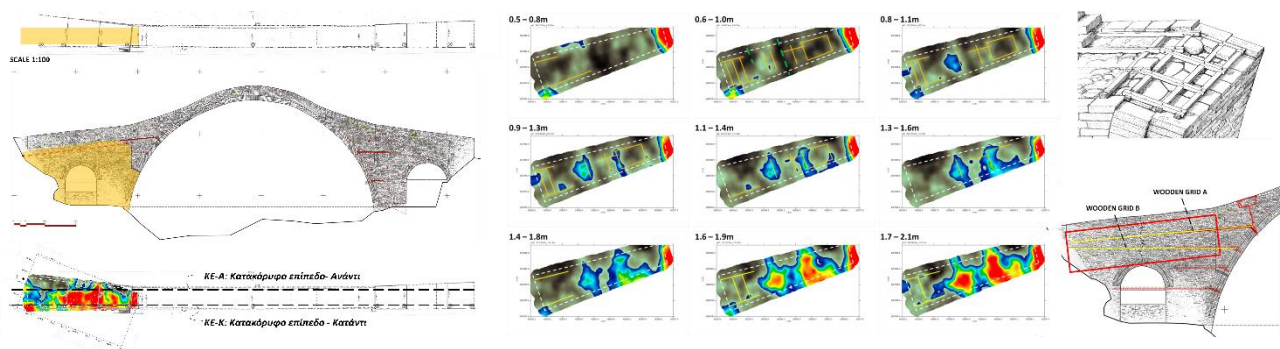
Ένα ενδεικτικό παράδειγμα του δυναμικού ρόλου των τεχνικών ΜΚΕ στο έργο αποκατάστασης του Ιερού Κουβουκλίου <sup>[4,5]</sup>, ήταν η διασκόπηση των μη-ορατών στρωμάτων του Ιερού Κουβουκλίου (Σχήμα 1), ως κύριο εργαλείο για την αποκατάσταση του. Η χρήση γεωραντάρ αποκάλυψε την

διαστρωμάτωση του Ιερού Κουβουκλίου και την ύπαρξη τμημάτων του αρχικού λαξευτού τάφου – περιλαμβανομένης της ταφικής κλίνης – τα οποία έχουν ενσωματωθεί μετά τις διαδοχικές φάσεις προσθηκών και ανακατασκευής εντός της σημερινής δομής [6]. Τα δεδομένα από την διασκόπηση με γεωραντάρ, σε συνδυασμό με τον χαρακτηρισμό των δομικών υλικών, την αρχιτεκτονική και γεωμετρική τεκμηρίωση, επέτρεψαν την τρισδιάστατη απεικόνιση της εσωτερικής διαστρωμάτωσης του Ι. Κουβουκλίου [7], η οποία και αποτέλεσε την βάση για την αξιολόγηση της δομικής του ακεραιότητας και για τον σχεδιασμό των απαιτούμενων υλικών και επεμβάσεων ενίσχυσης και αποκατάστασης [4].



**Σχήμα 1.** Διασκόπηση με γεωραντάρ της εσωτερικής δομής του Ι. Κουβουκλίου [6]

Η εφαρμογή ΜΚΕ στο Γεφύρι της Πλάκας στον ποταμό Άραχθο στην Ήπειρο, αφορά σε μια ιστορική κατασκευή που λόγω έντονων περιβαλλοντικών φορτίσεων κατέρρευσε (2015) και χρήζει εκτενούς αποκατάστασης [8]. Ειδικότερα, η διασκόπηση με γεωραντάρ επί του καταστρώματος του διασωζόμενου τμήματος του δυτικού βάθρου του γεφυριού της Πλάκας [9] αφορά σε τεκμηρίωση κατασκευαστικών φάσεων είναι. Η ανάλυση αποκάλυψε ότι ο πιθανά ο πρωτομάστορας Μπέκας έχει συμπεριλάβει εντός της δομής του δυτικού βάθρου τμήματα πρότερης γέφυρας (Σχήμα 2 – πορτοκαλί χρώμα), η οποία είχε καταρρεύσει το 1863. Η διασκόπηση με γεωραντάρ αποκάλυψε, επίσης, και την έκταση των ξυλοδεσιών που είχαν ενσωματωθεί εντός της δομής των βάθρων κατά την διάρκεια κατασκευής της γέφυρας, με σκοπό την ενίσχυση των βάθρων και την καλύτερη διασύνδεση του κυρίως τόξου με τα βάθρα της γέφυρας.

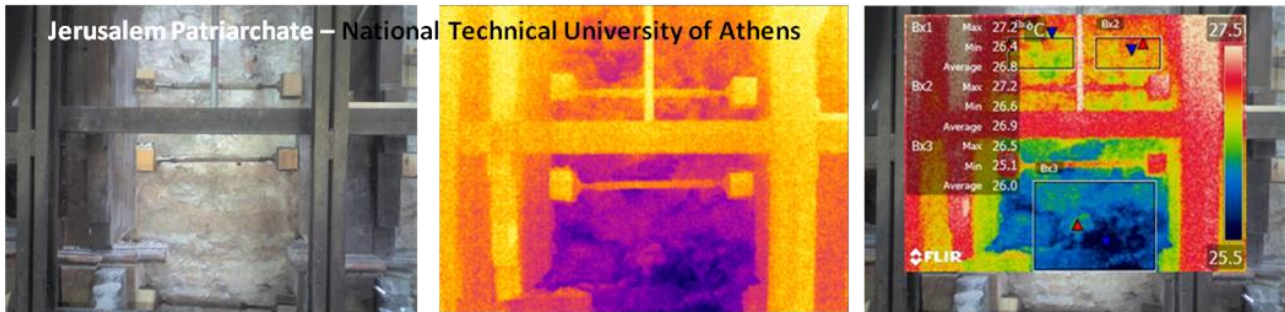


**Σχήμα 2.** Αριστερά: Η διασκόπηση με γεωραντάρ υποδεικνύει την πιθανή ενσωμάτωση τμημάτων (πορτοκαλί χρώμα) της προηγούμενης γέφυρας, εντός της γέφυρας της Πλάκας που κτίστηκε το 1866. Δεξιά: Η διασκόπηση με γεωραντάρ αποκαλύπτει την έκταση των ξυλοδεσιών εντός των βάθρων της γέφυρας [9].

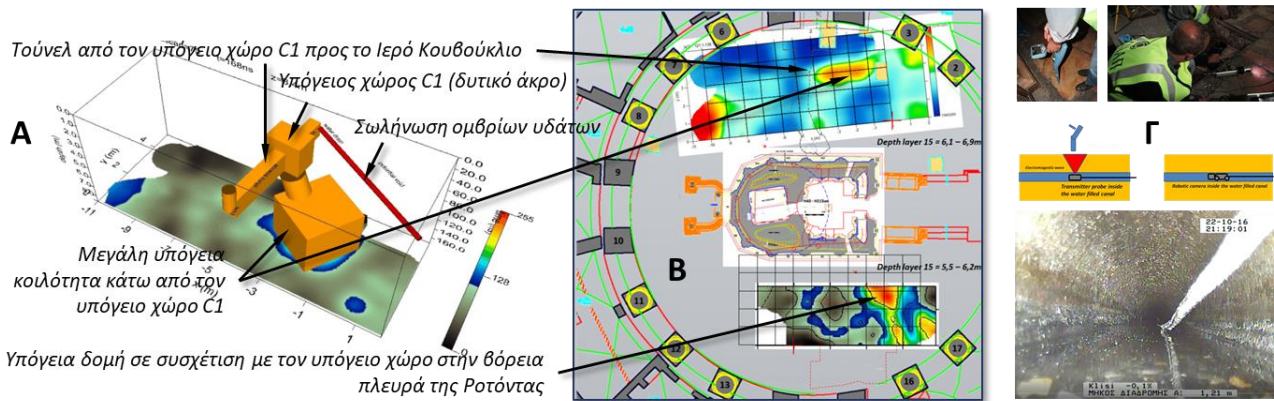
## ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΦΘΟΡΑΣ

Στο έργο της αποκατάστασης του Ιερού Κουβουκλίου του Παναγίου Τάφου, οι τεχνικές ΜΚΕ συνέβαλαν ουσιαστικά στην διάγνωση και παθολογία της φθοράς του μνημείου [4,10]. Ενδεικτική εφαρμογή είναι η αξιοποίηση της υπέρυθρης θερμογραφίας για την ανάλυση της θερμοϋγκρικής

συμπεριφοράς του μνημείου, σε όλα τα στάδια του έργου. Στο Σχήμα 3, παρουσιάζεται θερμογράφημα του φατνώματος του Ιερού Κουβουκλίου, αμέσως μετά την απομάκρυνση της ορθομαρμάρωσης, όπου και παρατηρήθηκαν έντονα φαινόμενα ανερχόμενης υγρασίας – θερμοκρασιακή διαφοροποίηση στο θερμογράφημα από τα χαμηλότερα προς τα υψηλότερα τμήματα της τοιχοποιίας – υποδεικνύοντας την ύπαρξη πηγών υγρασίας στον περιβάλλοντα χώρο του Ιερού Κουβουκλίου. Αυτό οδήγησε, στη συνέχεια, στην διασκόπηση του υπόγειου περιβάλλοντος του Ιερού Κουβουκλίου (Σχήμα 4), με γεωραντάρ (A), τομογραφία ηλεκτρικής αντίστασης (B) και ρομποτικές κάμερες (Γ), όπου αποκαλύφθηκε ένα πολύπλοκο δίκτυο φυσικών κοιλοτήτων, ανθρωπογενών δομών και σωληνώσεων, που επηρεάζουν τα φαινόμενα μεταφοράς υγρασίας γύρω και κάτω από το Ιερό Κουβούκλιο <sup>[10]</sup>.



**Σχήμα 3.** Θερμογράφημα του φατνώματος N2 του Ιερού Κουβουκλίου, αμέσως μετά την απομάκρυνση της ορθομαρμάρωσης, όπου και αποκαλύπτονται έντονα φαινόμενα ανερχόμενης υγρασίας <sup>[5]</sup>



**Σχήμα 4.** Διασκόπηση του υπόγειου περιβάλλοντος του Ιερού Κουβουκλίου με τεχνικές ΜΚΕ <sup>[10]</sup>

Στην διαγνωστική μελέτη στο ναό του Πυθίου Απόλλωνα στη Ρόδο, ενός αρχαιολογικού μνημείου στο οποίο επιδρά έντονα το περιβάλλον (θαλασσινή ατμόσφαιρα) και έχουν υλοποιηθεί ασύμβατες επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης, οι τεχνικές ΜΚΕ αποκάλυψαν την κατάσταση διατήρησης των ιστορικών λίθων, των λίθων αποκατάστασης, των τιμμεντιτικών κονιαμάτων αποκατάστασης και των επιχρισμάτων, καθώς και την παθολογία της φθοράς <sup>[11]</sup>. Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται ενδεικτικά αποτελέσματα της ανάλυσης με φορητό ψηφιακό μικροσκόπιο. Ειδικότερα, ο αρχαίος λίθος εμφανίζεται έντονα διαβρωμένος και ψαθρός με παρουσία μικροκοιλοτήτων και οπών και πράσινη βιοδιάβρωση. Σε αντίθεση, ο λίθος αποκατάστασης εμφανίζεται πιο συμπαγής και συνεκτικός, με πιο σκούρα απόχρωση και μαύρη βιοδιάβρωση. Όσον αφορά στα κονιάματα και επιχρίσματα αποκατάστασης, αυτά παρουσιάζονται συμπαγή και με συνεκτικά χωρίς σημαντικές ενδείξεις φθοράς.

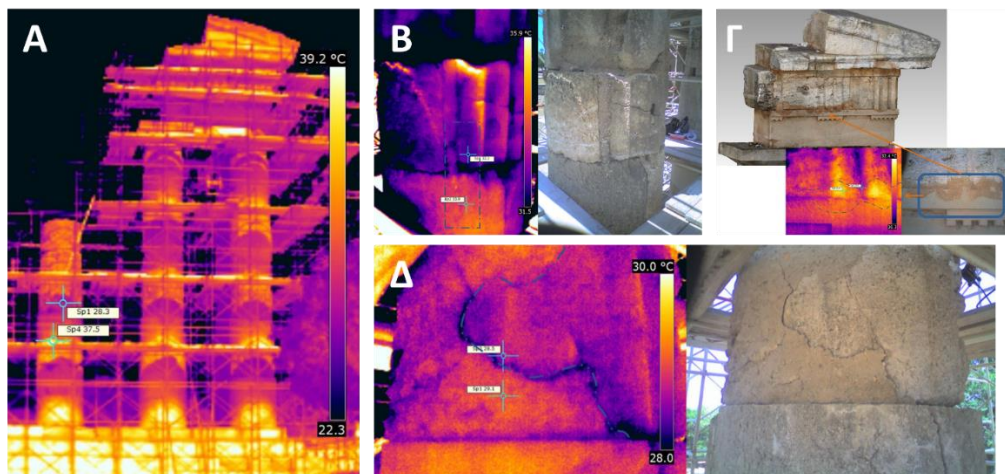
Η χρήση υπέρυθρης θερμογραφίας αποκάλυψε ότι λόγω της σκαλωσιάς που έχει στηθεί γύρω από τους κίονες του ναού προκαλείται ανισότροπη θέρμανση (Σχήμα 6A) από την ηλιακή ακτινοβολία σε αυτούς, που σε συνδυασμό με την φυσικοχημική ασυμβατότητα των ιστορικών υλικών και των



υλικών αποκατάστασης συνεισφέρει στην φθορά και στις βλάβες των δομικών υλικών. Η θερμική ασυμβατότητα μεταξύ του ιστορικού λίθου και του λίθου αποκατάστασης παρουσιάζεται στην Σχήμα 6B, όπου ο αρχαίος λίθος παρουσιάζει χαμηλότερες θερμοκρασίες και μεγαλύτερη επιδεκτικότητα στη φθορά. Αντίστοιχη θερμική ασυμβατότητα παρουσιάζεται μεταξύ του τσιμεντιτικού κονιάματος αποκατάστασης και του αρχαίου επιχρίσματος (Σχήμα 6Γ) καθώς και μεταξύ το τσιμεντιτικού κονιάματος αποκατάστασης και του αρχαίου λίθου (Σχήμα 6Δ).



**Σχήμα 5.** Μικρογραφίες φορητής ψηφιακής μικροσκοπίας στους κίονες του Ναού του Πυθίου Απόλλωνα στη Ρόδο. Αριστερά: Δυτική όψη του ναού. Μέσο: Μικρογραφίες ιστορικού λίθου και λίθου αποκατάστασης γεωαναφερμένων σε φωτορεαλιστικό τρισδιάστατο μοντέλο του ναού. Δεξιά μικρογραφίες κονιαμάτων και επιχρισμάτων αποκατάστασης <sup>[11]</sup>

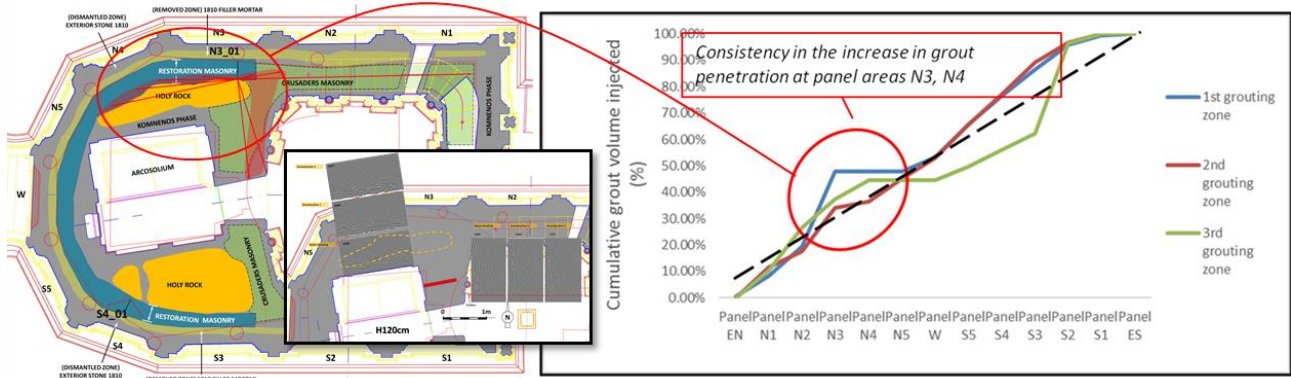


**Σχήμα 6.** Μετρήσεις με υπέρυθρη θερμογραφία στο ναό του Πυθίου Απόλλωνα στη Ρόδο. Α. Επίδραση της σκαλωσιάς στην ανισότροπη θερμική συμπεριφορά του μνημείου. Β. Θερμική ασυμβατότητα μεταξύ ιστορικού λίθου και λίθου αποκατάστασης. Γ. Θερμική ασυμβατότητα μεταξύ τσιμεντιτικού κονιάματος αποκατάστασης και αρχαίου επιχρίσματος. Δ. Θερμική ασυμβατότητα μεταξύ τσιμεντιτικού κονιάματος αποκατάστασης και αρχαίου λίθου <sup>[11]</sup>.

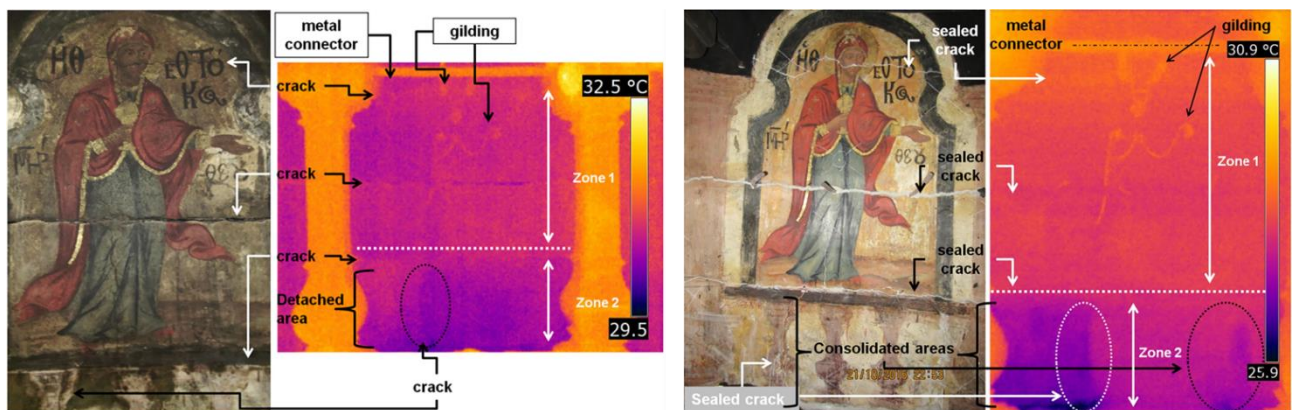
## ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οι τεχνικές ΜΚΕ αποτελούν σημαντικό εργαλείο για τη επιτόπου παρακολούθηση και αποτίμηση των εργασιών, κατά την διάρκεια υλοποίησης τους και επιτρέπουν την λήψη αποφάσεων βασισμένων σε πραγματικά real-time δεδομένα, τροποποιώντας και βελτιστοποιώντας, όπου αυτό απαιτείται, τα στάδια εργασιών. Για παράδειγμα, στο έργο αποκατάστασης του Ιερού Κουβουκλίου του Παναγίου Τάφου, η συνδυαστική ανάλυση καμπυλών ενεμάτωσης, χωρικής κατανομής σημείων εξόδου ενέματος και διασκοπήσεων γεωραντάρ στον ταφικό θάλαμο, επιβεβαίωσε (Σχήμα 7) ότι η διαδικασία της ενεμάτωσης επιτυχώς ομογενοποίησε την ιστορική τοιχοποιία, την τοιχοποιία αποκατάστασης και τον Ιερό βράχο εντός του Ιερού Κουβουκλίου, βελτιώνοντας την δομική ακεραιότητα και διατηρώντας και προστατεύοντας τις αξίες του μνημείου <sup>[4,10]</sup>. Στο ίδιο

μνημείο, όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα επεμβάσεων, το Σχήμα 8 παρουσιάζει, συγκριτικά, τα θερμογραφήματα επί της τοιχογραφίας της Παρθένου Μαρίας στον ζωγραφικό διάκοσμο των Μυροφόρων, εντός του ταφικού θαλάμου, πριν και μετά τις εργασίες συντήρησης, όπου και διακρίνεται η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων καθαρισμού, αποκατάστασης ρωγμών και στερέωσης στην περιοχή αυτή [5].



**Σχήμα 7.** Συνδυαστική ανάλυση δεδομένων όγκων ενεμάτωσης, χωρικής κατανομής σημείων εξόδου ενέματος και διασκοπήσεων γεωραντάρ για την παρακολούθηση και αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας ενεμάτωσης του Ιερού Κουβουκλίου του Παναγίου Τάφου [4,10]



**Σχήμα 8.** Θερμογραφήματα επί της τοιχογραφίας της Παρθένου Μαρίας, στον ζωγραφικό διάκοσμο των Μυροφόρων, εντός του ταφικού θαλάμου Ιερού Κουβουκλίου. Αριστερά: πριν την έναρξη των εργασιών,  $T=27^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{RH}=51\%$ . Δεξιά: Μετά το πέρας των εργασιών,  $T=33^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{RH}=60\%$  [5]

### ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΡΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η προστασία της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς δεν αφορά μόνο στις απαιτούμενες ενέργειες πριν και κατά την διάρκεια υλοποίησης έργων συντήρησης, προστασίας και αποκατάστασης, αλλά επεκτείνεται και μετά το πέρας των έργων. Ειδικότερα, στο έργο αποκατάστασης του Ιερού Κουβουκλίου του Παναγίου Τάφου, έχουν εγκατασταθεί ένα δίκτυο αισθητήρων για την παρακολούθηση της θερμοϋγκρικής απόκρισης του μνημείου, ένα σύστημα ενόργανης παρακολούθησης της σεισμικής συμπεριφοράς του και ένα τρισδιάστατο γεωδαιτικό σύστημα ακριβείας, τα οποία και μπορούν να αποστέλλουν μέσω διαδικτύου τα δεδομένα σε πλατφόρμα πληροφοριών του ΕΜΠ, και επιτρέπουν την πολύ-φασματική τηλε-παρακολούθηση της απόκρισης του Ιερού Κουβουκλίου στις περιβαλλοντικές και ανθρωπογενείς φορτίσεις [10]. Η δυνατότητα δικτύωσης μεγάλου εύρους τεχνικών ΜΚΕ και η ολοκλήρωσή τους σε συστήματα διαχείρισης δεδομένων αποτελούν τις αναδυόμενες τάσεις στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση δεδομένων από ΜΚΕ, στο πεδίο της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς.

**ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΠΟΛΕΩΝ**

Στη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου, τα δεδομένα τεχνικών ΜΚΕ για την αποτίμηση της περιβαλλοντικής επίδρασης στα υλικά, τα κτίρια και τις υποδομές της πόλης, ενσωματώθηκαν σε Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ), και αξιοποιήθηκαν στο πλαίσιο ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού που αφορά στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας στους περιβαλλοντικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες και της ανάπλασης της Ιστορικής Πόλης. Τα δεδομένα των τεχνικών ΜΚΕ, σε συνδυασμό με δεδομένα από αναλυτικές τεχνικές επέτρεψαν την καταγραφή και αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, βάσει φυσικοχημικών κριτηρίων, στις αρχιτεκτονικές επιφάνειες, και τη μελέτη των φαινομένων υγρασίας και χαρτογράφηση των τύπων φθοράς στην κλίμακα της πόλης. Αυτό επέτρεψε τον σχεδιασμό των απαιτούμενων επεμβάσεων συντήρησης στις Οχυρώσεις και στα υπόγεια δίκτυα της πόλης στα αποδεκτά όρια επιπτώσεων της υγρασίας στην τοιχοποιία, για προστασία και περιβαλλοντική διαχείριση των Οχυρώσεων [12].

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η χρήση τεχνικών μη-καταστροφικού ελέγχου σε ένα μεγάλο εύρος ιστορικών κατασκευών, από το επίπεδο αρχαιολογικών μνημείων μέχρι το επίπεδο ιστορικών πόλεων αναδεικνύει τον δυναμικό ρόλο τους στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης διεπιστημονικής προσέγγισης στη διάγνωση και προστασία της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς. Μέσω των εφαρμογών που παρουσιάστηκαν, υπογραμμίζονται τα πλεονεκτήματα αξιοποίησης των δεδομένων ΜΚΕ από ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης τρισδιάστατων και πολυφασματικών πληροφοριών, όπως τα υπό ανάπτυξη κτιριακά μοντέλα πληροφοριών πολιτιστικής κληρονομιάς (Heritage Building Information Models – HBIM), τα οποία και αποτελούν βασικό υποστηρικτικό εργαλείο για την «ψηφιακή διαχείριση της δομημένης πολιτιστικής κληρονομιάς».

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] A. Moropoulou, K.C. Labropoulos, E.T. Delegou, M. Karoglou, A. Bakolas. *Constr. Build. Mater.* 48 (2013) 1222–1239.
- [2] L. Binda, A. Saisi, C. Tiraboschi. *Constr. Build. Mater.* 14 (2000) 199–233.
- [3] A. Kioussi, M. Karoglou, K. Labropoulos, A. Bakolas, A. Moropoulou. *J. Cult. Heritage* 14S (2013) e141–46.
- [4] A. Moropoulou, E. Korres, A. Georgopoulos, C. Spyarakos, Ch. Mouzakis, et al.. *Civil Engineering – ASCE*, 87 [10] (2017) 54-61,78
- [5] Emm. Alexakis, E.T. Delegou, K.C. Lampropoulos, M. Apostolopoulou, I. Ntoutsis, A. Moropoulou. *Constr. Build. Mater.* 189 (2018) 512-526
- [6] K.C. Lampropoulos, A. Moropoulou, M. Korres. *Constr. Build. Mater.* 155 (2017) 307–322.
- [7] P. Agrafiotis, K. Lampropoulos, A. Georgopoulos, A. Moropoulou. In: D. Aguilera, A. Georgopoulos, T. Kersten, F. Remondino, and E. Stathopoulou (Eds.), *TC II & CIPA 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures*, 1-3 March 2017, Nafplio, Greece. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLII-2-W3 (2017) 33-37
- [8] Γεφύρι της Πλάκας. Το έργο του ΕΜΠ για την αποκατάσταση του. Διεπιστημονική Ομάδα ΕΜΠ. Επιστ. Υπευθ. Ι. Γκόλιας, πρύτανης ΕΜΠ (2016).
- [9] A. Moropoulou, K. Lampropoulos, P. Sotiropoulos, Chr. Papageorgiou. In: A. Osman, A. Moropoulou (Eds), *Nondestructive Evaluation and Monitoring Technologies, Documentation, Diagnosis and Preservation of Cultural Heritage*,. Springer Nature (in print)
- [10] A. Moropoulou, E. Korres, A. Georgopoulos, C. Spyarakos, C. Mouzakis. *Presentation upon completion of the Holy Sepulchre’s Holy Aedicule Rehabilitation*. NTUA, 2017. ISBN: 978-618-82196-4-9
- [11] S. Soile, E. Tsilimantou, V. Keramidas, M. Karoglou, et al.. In: A. Osman, A. Moropoulou (Eds), *Nondestructive Evaluation and Monitoring Technologies, Documentation, Diagnosis and Preservation of Cultural Heritage*,. Springer Nature (in print).
- [12] A. Moropoulou, M. Kouli, Ch. Kourteli, et al. In: A. Moropoulou, F. Zezza, E. Kollias, I. Papachristodoulou (Eds), *Proc. 4th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*. Technical Chamber of Greece, Rhodes, Vol. 4 (1997) pp. 603-634.