

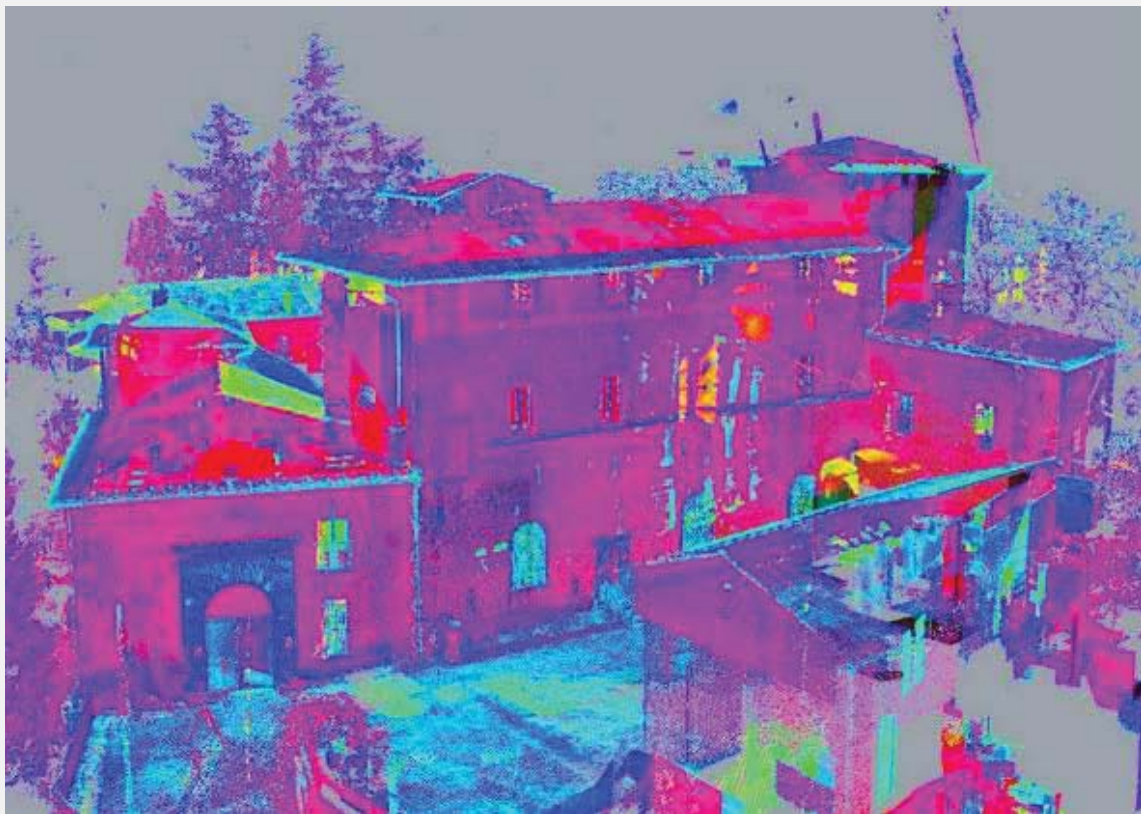
CAA-GR 2018

Spreading Excellence in Computer Applications for Archaeology and Cultural Heritage

Proceedings of the 3rd CAA-GR Conference
18-20 June 2018, Limassol, Cyprus

Edited by

Phaedon Kyriakidis · Athos Agapiou · Vasiliki Lysandrou



Limassol-Cyprus, 2019

3rd Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA-GR) Conference, 2018

ISBN 978-9963-697-36-6

3rd Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA-GR) Conference, 2018

Spreading Excellence in Computer Applications
for Archaeology and Cultural Heritage

Phaedon Kyriakidis · Athos Agapiou · Vasiliki Lysandrou
Editors

Editors

Prof. Phaedon Kyriakidis
Cyprus University of Technology

Dr. Athos Agapiou
Cyprus University of Technology

Dr. Vasiliki Lysandrou
Cyprus University of Technology

ISBN 978-9963-697-36-6 (ebook)
© Cyprus University of Technology, publisher 2019

Front page picture: Castel Masegra Sondrio (Lombardy, Italy). A courtesy of Luigi Barazzetti (CAA Gr 2018 Conference best paper award)

This work is subject to copyright. All rights are reserved by the Publisher, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction on microfilms or in any other physical way, and transmission or information storage and retrieval, electronic adaptation, computer software, or by similar or dissimilar methodology now known or hereafter developed. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, service marks, etc. in this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use.

The publisher, the authors and the editors are safe to assume that the advice and information in this book are believed to be true and accurate at the date of publication. Neither the publisher nor the authors or the editors give a warranty, express or implied, with respect to the material contained herein or for any errors or omissions that may have been made. The publisher remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Preface

CAA (Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology) is the premier international conference for all aspects of computing, quantitative methods and digital applications in Archaeology. With a history going back to 1972, CAA encourages participation from scholars, specialists and experts in the fields of archaeology, history, cultural heritage, digital scholarship, GIS, mathematics, semantic web, informatics and members of other disciplines that complement and extend the interests of CAA.

The Greek chapter of CAA International (CAA-GR) was established in 2012, in order to develop a forum for discussing practical, theoretical and methodological issues involved in the increasing number of computer applications in Greek archaeological and cultural heritage contexts and sharing the results of related research. CAA-GR aims to encourage communication between different disciplines, to provide a survey of present work in the field, to stimulate discussion and further develop relevant research areas. For these reasons, it welcomes archaeologists with expertise from a variety of disciplines in the field of social sciences, life sciences, engineering and arts, actively involved in computer applications in the cultural heritage domain, conservators, mathematicians and computer scientists.

This volume contains the proceedings of the 3rd CAA-GR conference, which was held at the Cyprus University of Technology, in Limassol, Cyprus, from Tuesday 19th to Wednesday 20th June 2018. The main venue preceded a workshop entitled *3D Data Processing for Built Heritage and Archaeology: Laser Scanner and Other Low Cost Solutions* (Instructors: Luigi Barazzetti, Assistant Professor, Dept. ABC – Politecnico di Milano and Dr. Riccardo Valente, Politecnico di Milano), carried out on Monday, 18th June 2018 in Limassol, Cyprus.

The proceedings are divided into six thematic sessions, based on the content of the submitted papers, containing a total of 18 contributions in Greek or English, which have been reviewed by the conference's scientific committee. The sessions are as follows: (1) Field Prospection and Recording in Support of Archaeological Excavation and Research; (2) Geospatial Technologies for Mapping and Monitoring Cultural Heritage; (3) Cultural Heritage Databases; (4) 3D Reconstruction and Modeling; (5) Modern Technologies for Cultural Heritage Representation and Promotion; (6) Statistical/Agent-Based Modeling.

We wish to conclude this preface by thanking the CAA-GR Board, the Cyprus University of Technology (CUT) for hosting the event and all of the CUT's students who helped before, during and after the conference. Special thanks are extended to the scientific committee who kindly accepted to review the submitted papers.

P. Kyriakidis, A. Agapiou, V. Lysandrou

Limassol, Cyprus,

March 2019

Organisation

The 3rd CAA-GR Conference was organised by

- The Cyprus University of Technology (CUT), Department of Civil Engineering and Geomatics
- The University of Cyprus (UCY), Department of History and Archaeology

With the support of

- Horizon 2020 Spreading Excellence and Widening Participation, “Teaming for Excellence” Phase 1, *MedSTACH* project (www.medstach.eu)

Labelled as

- European Year of Cultural Heritage (EYCH) 2018 initiative



European Year of Cultural Heritage 2018 (EYCH) The CAA-Gr 2018 conference has been awarded the European Year of Cultural Heritage 2018 (EYCH) label. The decision of the EYCH 2018 label award was based on the fact that the CAA-Gr 2018 conference can contribute to the achievement of one or more of the general and specific objectives of the European Year of Cultural Heritage 2018, as endorsed by the European Parliament and the Council of the EU in Article 2 of the legal decision calling for the EYCH. The label was awarded by the Department of Antiquities of Cyprus.

Organising Committee

Prof. Phaedon Kyriakidis

Department of Civil Engineering & Geomatics,
Cyprus University of Technology

Prof. Diofantos G. Hadjimitsis

Department of Civil Engineering & Geomatics,
Cyprus University of Technology

Dr. Athos Agapiou

Department of Civil Engineering & Geomatics,
Cyprus University of Technology

Dr. Vasiliki Lysandrou

Department of Civil Engineering & Geomatics,
Cyprus University of Technology

Georgios Leventis, PhD Candidate

Department of Civil Engineering & Geomatics,
Cyprus University of Technology

Prof. Vasiliki Kassianidou

Archaeological Research Unit,
University of Cyprus

Assoc. Prof. George Papasavvas

Archaeological Research Unit,
University of Cyprus

Scientific Committee

Alexakis Dimitrios	Technical University of Crete
Argyriou Nassos	Institute for Mediterranean Studies - Foundation for Research and Technology Hellas (IMS/FORTH)
Barazzetti Luigi	Politecnico di Milano
Cantoro Gianluca	Institute for Mediterranean Studies - Foundation for Research and Technology Hellas (IMS/FORTH)
Chrysanthi Angeliki	Digital Humanities Research Centre -University of Chester
Constantinides Georgios	Cyprus University of Technology
Cuca Branka	Politecnico di Milano
Georgopoulos Andreas	National Technical University of Athens
Ioannides Marinos	Cyprus University of Technology
Koutsoudis Anestis	Multimedia Department - Cultural and Educational Technology Institute/ Research Centre 'Athena'
Kyriakides Nicholas	Cyprus University of Technology
Papakonstantinou Apostolos	Cyprus University of Technology
Patias Petros	Aristotle University of Thessaloniki
Reilly Paul	University of Southampton
Skarlatos Dimitrios	Cyprus University of Technology
Themistocleous Kyriacos	Cyprus University of Technology
Vionis Athanasios	University of Cyprus
Vouzaxakis Konstantinos	Ephorate of Antiquities of Karditsa - Hellenic Ministry of Culture & Sports

Contents

Preface	v
Organisation	vi
Organising Committee	vii
Scientific Committee	viii
Contents	ix
Welcome Speech	xi

Session 1: Field Prospection and Recording in Support of Archaeological Excavation and Research

ΥΠΕΔΑΦΕΙΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΟ ΤΟΠΙΟ ΤΗΣ ΕΙΔΟΜΕΝΗΣ, ΚΙΛΚΙΣ, ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ, pp. 2-10

A. SARRIS, N. PAPADOPOULOS, N. ARGYRIOU, J. DONATI, M. MANATAKI, P. TRAPERO-FERNANDEZ, S. CHATZITOULOUSIS, E. KOTJABOPOULOU, M. PARCHARIDOU, M. TSIUMAS

ΑΝΑΖΗΤΩΝΤΑΣ ΤΟΝ ΤΑΦΟ ΤΟΥ ANDREAS VESALIUS ΣΤΗΝ ΖΑΚΥΝΘΟ, pp. 11-18

A. SARRIS, N. PAPADOPOULOS, S. DEDERIX, J. DRIESSEN, T. DIRIX, C. MERKOURI

MONITORING BURIAL MOUNDS IN THE YAMBOL PROVINCE: DEPLOYING MOBILE TECHNOLOGY TO IMPROVE CULTURAL HERITAGE PROTECTION, pp. 19-23

T. VALCHEV, A. SOBOTKOVA

Session 2: Geospatial Technologies for Mapping and Monitoring Cultural Heritage

A GIS APPLICATION FOR ARCHAEOLOGICAL INFORMATION BASED ON ORTHOPHOTOS OF THE MAZOTOS SHIPWRECK IN CYPRUS, pp. 25-32

P. THEOFANOUS, A. GEORGOPOULOS, D. SKARLATOS

MAPPING ROMAN ATHENS, pp. 33-37

E. FARINETTI, F. CAVALLERO

MONITORING CULTURAL HERITAGE SITES AFFECTED BY GEO-HAZARDS USING IN-SITU AND SAR DATA: THE CHOIROKOITIA CASE STUDY FOR THE PROTHEGO PROJECT, pp. 38-46

K. THEMISTOCLEOUS

Session 3: Cultural Heritage Databases

RECONSTRUCTING CONTEXT AND MEANING: A RELATIONAL DATABASE FOR SMALL FINDS, pp. 48-53

M. FIGUERA

SIMPLEX ARCHAEOLOGICAL INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM: AN INTRODUCTION TO SYSTEM COMPONENTS AND FUNCTIONS, pp. 54-65

C. PARASKEVA

Session 4: 3D Reconstruction and Modelling

THE CAVE OF THE NYMPHOLEPT AT VARI – FAST CREATION OF A 3D SIMULATION MODEL OF AN IMPORTANT CULT CAVE IN ATTICA, GREECE, pp. 67-76

A. MARI, V. D. ANDRITSANOS, T. CHATZITHEODOROU, G. CHATZITHEODOROU

HISTORIC BUILDING INFORMATION MODELING ON SITE, pp. 77-84

L. BARAZZETTI

A SKETCH AND IMAGE-BASED 3D REPRESENTATION OF THE DERVENI BOARD GAME USING THE CHERISH SOFTWARE, pp. 85-93

E. KOTOULA, D. IGNATIADOU

3D RECONSTRUCTION OF CHURCH WALLS (ST. MARTIN, PONIKVA, SLOVENIA), pp. 94-99

I. CIGLAR, J. UMEK, J. VINDER

Session 5: Modern Technologies for Cultural Heritage Representation and Promotion

FIRST YEAR UPDATE ON IMARECULTURE PROJECT TECHNOLOGICAL PROGRESS, pp. 101-111

D. SKARLATOS, P. AGRAFIOTIS, T. BALOGH, F. BRUNO, F. CASTRO, B. DAVIDDE PETRIAGGI, S. DEMESTICHA, P. DRAP, F. KIKILLOS, P. KYRIAKIDIS, F. LIAROKAPIS, C. POULLIS, S. RIZVIC, M. VLACHOS

USING REAL-TIME ENGINES & PHYSICALLY BASED RENDERING FOR INTERACTIVE ARCHAEOLOGICAL VIRTUAL RECONSTRUCTIONS. A CASE FROM THE HOUSE OF THE MOSAICS IN ERETRIA, pp. 112-121

G. THANOS

DIGITIZATION AND GAMIFICATION TECHNOLOGIES IN THE DESIGN, DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A CULTURAL EDUCATIONAL PROGRAM FOR GREEK ART AND CULTURE, pp. 122-126

M. MICHALA, F. GARIDAKI, E. MICHALA, D. TSOLIS

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ & ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ, pp. 127-131

Χ. ΚΑΡΥΔΗΣ, Α. ΜΠΟΤΩΝΗΣ, Α. ΚΑΜΠΑΣΗ

Session 6: Statistical/Agent-Based Modelling

HIERARCHICAL CLASSIFICATION FOR IMPROVED COMPOUND IDENTIFICATION IN RAMAN SPECTROSCOPY, pp. 133-138

V. SEVELIDIS, G. PAVLIDIS

EMPLOYING AGENT-BASED MODELING TO STUDY THE IMPACT OF THE THERAN ERUPTION ON MINOAN SOCIETY, pp. 139-148

A. CHLIAOUTAKIS, G. CHALKIADAKIS, A. SARRIS

ΑΝΑΖΗΤΩΝΤΑΣ ΤΟΝ ΤΑΦΟ ΤΟΥ ANDREAS VESALIUS ΣΤΗΝ ΖΑΚΥΝΘΟ THE QUEST OF THE GRAVE OF ANDREAS VESALIUS IN ZAKYNTHOS

A. SARRIS¹, N. PAPADOPOULOS¹, S. DÉDERIX², J. DRIESSEN³, T. DIRIX⁴ & CHR. MERKOURI⁵

¹ GeoSat ReSeArch Lab, Foundation for Research and Technology Hellas (FORTH)
asaris@ret.forthnet.gr, nikos@ims.forth.gr

² Institute of Classical Archaeology – University of Heidelberg
sylviane.dederix@gmail.com

³ Université catholique de Louvain & École belge d'Athènes/Belgische School te Athene
jan.driessen@uclouvain.be

⁴ Freelance author
datadirix@gmail.com

⁵ Ephorate of Antiquities of West Attica, Hellenic Ministry of Culture & Sports
cmerkouri@culture.gr

Περίληψη

Έχοντας ως οδηγό τις πρόσφατες έρευνες ιστορικών χαρτών και πηγών σε σχέση με τον τόπο ταφής του Andreas Vesalius, του Βέλγου ανατόμου, πραγματοποιήθηκε γεωφυσική έρευνα κατά μήκος των δρόμων Χιώτη, Κολυβά, Χαριαγή, Λουκά Καρέρ, Κολοκοτρώνη, Μαρτζώκηδων και Δελάζαρη στο βόρειο τμήμα της πόλης της Ζακύνθου. Στόχος της έρευνας ήταν η μελέτη του υπεδάφους για τον εντοπισμό πιθανών χαρακτηριστικών που μπορούν να αποδοθούν σε τμήματα ιστορικών κτιρίων και ταφικών μνημείων. Η έρευνα έκανε χρήση του γεωραντάρ φθάνοντας ένα βάθος περίπου 3-4m από την σημερινή επιφάνεια των δρόμων.

Όπως αναμενόταν, οι μετρήσεις του γεωραντάρ επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό από τα δίκτυα κοινής ωφέλειας τα οποία εντοπίστηκαν στα επιφανειακά στρώματα του υπεδάφους. Η προσπάθεια των ερευνών εστιάστηκε στον εντοπισμό ανακλαστήρων μεγάλου πλάτους και βάθους μεγαλύτερο από 1m οι οποίοι θα μπορούσαν να αποδοθούν σε θεμελιώσεις κτιρίων τα οποία υπήρχαν πριν το νέο πολεοδομικό σχεδιασμό της νεότερης πόλης και τα οποία καταστράφηκαν από τον σεισμό του 1953.

Abstract

Having as a guide the recent study of historical maps and sources related to the burial place of the Belgian anatomist Andreas Vesalius, geophysical research was conducted along Chiotis, Koliva, Chariagi, Luka Karer, Kolokotroni, Marzokidon and Delasari streets, in the northern section of the modern town of Zakynthos (Greece). The aim of the research was to investigate the subsurface of the town in order to identify possible remains of historical buildings and funerary monuments. A ground penetrating radar (GPR) reaching a depth of about 3-4m from the current road surface was employed for the survey.

As expected, the GPR measurements were severely affected by the public utility networks located in the upper layers of the subsoil. The whole effort of the campaign was thus focused on identifying wide reflectors of depths greater than 1m, which could be attributed to foundations of buildings that existed before the great earthquake of 1953 and the subsequent rebuilding of the town.

Λέξεις Κλειδιά/Keywords: Andreas Vesalius, Zakynthos, GPR survey.

1. Εισαγωγή

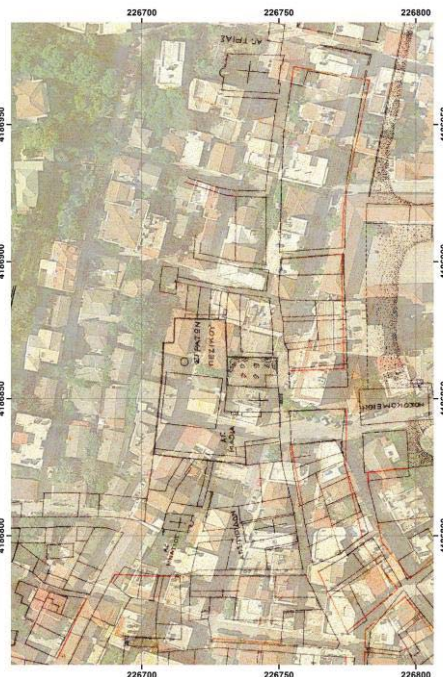
Πρόσφατες έρευνες ιστορικών χαρτών και πηγών διερεύνησαν τον τόπο ταφής του Andreas Vesalius, του Βέλγου ανατόμου, ο οποίος μέχρι σήμερα πιθανολογείτο ότι άφησε την τελευταία του πνοή πάνω στο πλοίο που ναυάγησε κοντά στην ακτή του νησιού της Ζακύνθου στις 15 Οκτωβρίου 1564 (Biesbrouck & Steeno 2010; Biesbrouck & Steeno 2012; Biesbrouck, Goddeeris & Steeno 2012; Biesbrouck 2014; Dirix 2014). Η τελευταία μελέτη

των ιστορικών πηγών θέτει επίσης υπό αμφισβήτηση την υποτιθέμενη ταφή του Vesalius στην παραλία του Λαγανά προτείνοντας ως επικρατέστερη την άποψη ότι η ταφή του έγινε στην αυλή της εκκλησίας Santa Maria delle Grazie, η οποία είχε ιδρυθεί το 1488 για να περάσει στην ιδιοκτησία ενός νεοσύστατου μοναστηριού που ίδρυσε μία Φραγκισκανή αδελφότητα στις αρχές του 16ου αιώνα (Κατραμής 1880: 455; Ζώης 1963: 509). Στον χώρο κοντά της εκκλησίας ενταφιάζονταν Καθολικοί

και ξένοι (Zuallardo 1595: 85-86). Τα νεότερα χρόνια το μοναστήρι είχε εγκαταλειφθεί και μόνο η εκκλησία διατηρούνταν. Η σεισμική δόνηση της 12ης Αυγούστου 1953 έπληξε την περιφέρεια Ιονίων νήσων και είχε ως αποτέλεσμα την κατάρρευση των περισσότερων από τα κτίρια της πόλης της Ζακύνθου και μαζί με αυτά της εκκλησίας της Santa Maria delle Grazie. Για την ανοικοδόμηση της πόλης, έγινε απομάκρυνση των ερειπίων (σύμφωνα με προφορικές μαρτυρίες προς την πλευρά της θάλασσας, γεγονός που μάλλον επιβεβαιώνεται από την σύγκριση της ακτογραμμής από τους νεότερους και ιστορικούς χάρτες) και ακολούθησε ένας νέος σχεδιασμός της πόλης, τελείως διαφορετικός από τον προηγούμενο.

Σε μία προσπάθεια επανακαθορισμού της θέσης της εκκλησίας Santa Maria delle Grazie, προηγήθηκε μία μελέτη των ιστορικών χαρτών κάνοντας χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) (Dédérrix & Plessas 2014; Dédérrix et al 2014). Στην προσπάθεια αυτή χρησιμοποιήθηκαν:

1) Ο Χάρτης του 1892 που δημοσιεύτηκε το 1970 από τον Δ. Ζήβα και 2) Ο χάρτης που ήταν αποθηκευμένος στα προσωπικά αρχεία του Γιάννη Παπαδάτου, δικηγόρου Ζακύνθου και Προέδρου του Μουσείου Δ. Σολωμού και Επιφανών Ζακυνθίων. Ο συγκεκριμένος χάρτης προηγείται του σεισμού του 1953, παρόλο ότι ενημερώθηκε το 1954, πριν από την ανοικοδόμηση της Ζακύνθου (Εικόνα 1).

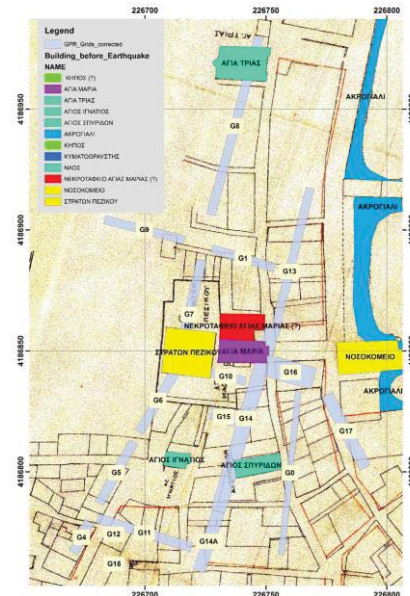


Εικόνα 1. Υπέρθεση του γεωαναφερμένου χάρτη του 1953/1954 στην δορυφορική εικόνα από Google Earth.

Με βάση τις αναλύσεις που έγιναν και με έμφαση στην γεωαναφορά των ιστορικών χαρτών, έγινε εφικτός ο προσδιορισμός της θέσης της εκκλησίας Santa Maria delle Grazie που προσδιορίζεται πλησίον της διασταύρωσης των οδών Κολυβά και Κολοκοτρώνη, απέναντι από το ξενοδοχείο Palatino. Ο δρόμος που διέτρεχε την πόλη μπροστά από την εκκλησία στα τέλη του 19ου και αρχές του 20ου αιώνα, ακολούθησε διαφορετικό προσανατολισμό από την σημερινή οδό Κολυβά, με συνέπεια τα κατάλοιπα της εκκλησίας, όπως φαίνεται και από την γεωαναφορά του χάρτη, να βρίσκονται κυρίως κάτω από ιδιωτικές κατοικίες και εν μέρει κάτω από το δρόμο (οδό Κολυβά).

2. Οι Γεωφυσικές Έρευνες

Με βάση τα αποτελέσματα των χωρικών αναλύσεων των ιστορικών χαρτών, η έρευνα οδηγήθηκε στο επόμενο στάδιο με την διερεύνηση του υπεδάφους σε όποια σημεία αυτό ήταν εφικτό, δηλαδή κατά μήκος των δρόμων που βρίσκονται περιμετρικά της εκκλησίας. Η γεωφυσική έρευνα πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με την Βελγική Σχολή Αθηνών την περίοδο 20-23 Σεπτεμβρίου 2017. Οι μετρήσεις έγιναν κατά μήκος των δρόμων Χιώτη, Κολυβά Χαριαγή, Λουκά Καρέρ, Κολοκοτρώνη, Μαρτζώκηδων και Δελάζαρη. Η Εικόνα 2 παρουσιάζει την θέση των γεωφυσικών καννάβων κατά μήκος των δρόμων μαζί με την θέση των κτηρίων που φαίνονται από τον γεωαναφερμένο χάρτη του 1953/54.



Εικόνα 2. Υπέρθεση των γεωφυσικών καννάβων πάνω στον γεωαναφερμένο χάρτη του 1953/1954. Στον ίδιο χάρτη τονίζονται τα κτήρια τα οποία έχουν αναγνωρισθεί από τον χάρτη του 1953/54 καθώς και η ακτογραμμή που υφίστατο πριν τον σεισμό του 1953. Στην ίδια εικόνα φαίνεται και η κωδικοποίηση των γεωφυσικών καννάβων.

Στόχος της γεωφυσικής έρευνας ήταν η μελέτη του υπεδάφους για τον εντοπισμό πιθανών θέσεων που μπορούν να αποδοθούν σε τμήματα ιστορικών κτηρίων και ταφικών μνημείων. Στα πλαίσια της έρευνας αυτής έγινε χρήση της γεωφυσικής μεθόδου του Γεωραντάρ (GPR). Οι μετρήσεις λήφθηκαν με το όργανο NOGGIN GPR Smart Cart Plus με κεραία των 250MHz (Εικόνα 3). Η δειγματοληψία των μετρήσεων έγινε ανά 2.5cm κατά μήκος παράλληλων οδούσεων που απείχαν 25cm μεταξύ τους. Η κατακόρυφη δειγματοληψία ήταν της τάξης των 0.5ns και το βάθος διείσδυσης έφθασε τα 3-4m από την σημερινή επιφάνεια του εδάφους.

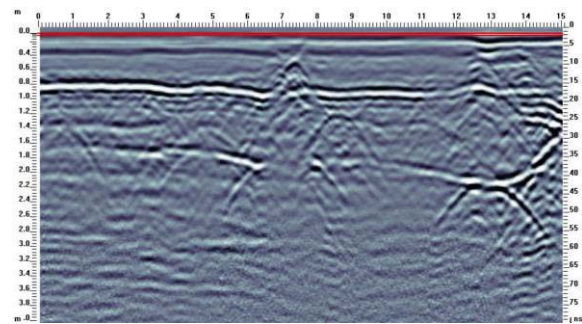


Εικόνα 3. Η μονάδα NOGGIN GPR Smart Cart Plus με κεραία των 250MHz που χρησιμοποιήθηκαν στις έρευνες στην Ζάκυνθο.

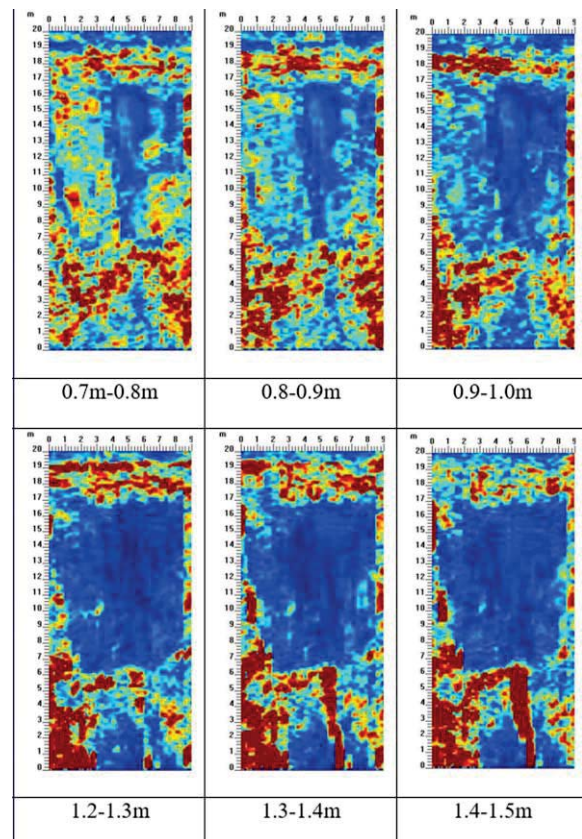
Η απόφαση να δοθεί προτεραιότητα στην χρήση του γεωραντάρ σε σχέση με την εναλλακτική μέθοδο της ηλεκτρικής τομογραφίας (ERT), η οποία μπορεί και αυτή να χρησιμοποιηθεί μέσα σε αστικό περιβάλλον, πάρθηκε με βάση την πιο γρήγορη λήψη των μετρήσεων και την καλύτερη ανάλυση και δειγματοληψία αυτών.

Οι μετρήσεις βασίστηκαν στην μέθοδο της ανάκλασης (common offset methodology) με την οποία ο πομπός και ο δέκτης διατηρούνται σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους και κινούνται κατά μήκος μιας γραμμής μελέτης στην επιφάνεια του εδάφους συλλέγοντας μετρήσεις από τα ανακλώμενα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μιας συγκεκριμένης συχνότητας με σταθερό βήμα δειγματοληψίας. Το τελικό αποτέλεσμα (ραδιογράμμα) δίνει πληροφορίες της στρωματογραφίας του εδάφους κατά μήκος της όδευσης (Εικόνα 4). Η ύπαρξη υλικών με διαφορετικές ηλεκτρικές ιδιότητες από το περιβάλλον εδαφικό πλαίσιο στο οποίο ανήκουν, δημιουργούν ανακλάσεις οι οποίες φέρουν μία μορφή υπερβολής. Ο συνδυασμός ραδιογραμμάτων από παράλληλες οδούσεις δημιουργεί μία τρισδιάστατη απεικόνιση του υπεδάφους από την οποία μπορούμε να εξάγουμε οριζόντιες τομές με αυξανόμενο βάθος (οριζοντιογραφίες), οι οποίες

απεικονίζουν την κατανομή των ανακλαστήρων σε διαφορετικά βάθη (Εικόνα 5).



Εικόνα 4. Παράδειγμα ραδιογράμματος από τις μετρήσεις του γεωραντάρ στην Ζάκυνθο.



Εικόνα 5. Παράδειγμα οριζοντιογραφιών σε διαφορετικά βάθη από τον κάνναβο G16 απέναντι από το ξενοδοχείο Palatino.

Είναι προφανές ότι για την καλύτερη απόδοση των συγκεκριμένων ανακλαστήρων θα πρέπει να υπάρξει μία συνδυαστική εφαρμογή αλγορίθμων επεξεργασίας οι οποίοι συνεισφέρουν στην σωστή τοποθέτηση των ραδιογραμμάτων, την αποκοπή των σημάτων του υποβάθρου και του εξωτερικού θορύβου και την ενίσχυση των ασθενών σημάτων που καταγράφονται σε μεγαλύτερα βάθη. Η μελέτη ισχυρών ανακλαστήρων βοηθάει επίσης στον υπολογισμό της ταχύτητας μετάδοσης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο συγκεκριμένο εδαφικό υπόβαθρο και οδηγεί σε έναν πιο ακριβή

υπολογισμό του βάθους των τελικών οριζοντιογραφιών.

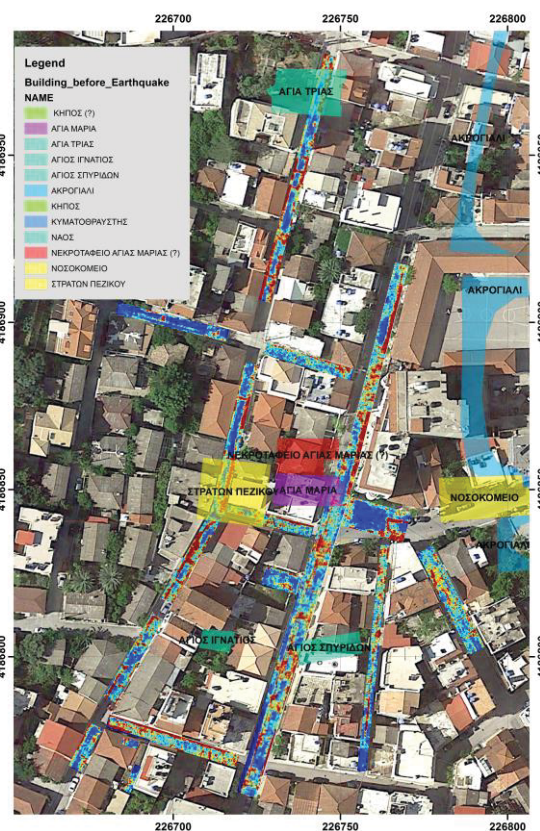
3. Αποτελέσματα των Μετρήσεων του Γεωραντάρ

Για την ερμηνεία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS όπου οι οριζόντιες τομές που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον γεωαναφέρθηκαν στα προηγούμενα χαρτογραφικά υπόβαθρα. Για την ανάλυση και ερμηνεία των ενδείξεων του γεωραντάρ χρησιμοποιήθηκαν τόσο τα ραδιογράμματα όσο και οι οριζόντιες τομές για την περιγραφή των ανωμαλιών. Οι ανακλάσεις που παρατηρούνται στις οριζόντιες τομές ομαδοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες με βάση το βάθος στο οποίο παρατηρούνται: επιφανειακοί ανακλαστήρες με βάθος μέχρι το 1,0m και ανακλαστήρες σε βάθη μεγαλύτερα του 1,0m. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι σε επιφανειακά βάθη, οι περισσότερες ισχυρές ανωμαλίες σχετίζονται με δίκτυα κοινής ωφέλειας (αποχετεύσεις, ύδρευση, οπτικές ίνες κ.λ.π.). Με τον τρόπο αυτό, η ταξινόμηση των ανακλαστήρων βοήθησε στον διαχωρισμό μεταξύ χαρακτηριστικών που οφείλονται σε νεότερα δίκτυα κοινής ωφέλειας και σε στοιχεία τα οποία ενδεχομένως έχουν κάποιο αρχαιολογικό ενδιαφέρον και που θα μπορούσαν να δικαιολογηθούν από την παρουσία παλαιότερης θεμελίωσης κτιρίων. Η επιλογή των ανακλάσεων έγινε με βάση τις τιμές των πλατών, του βάθους στο οποίο παρουσιάζονται και των διαστάσεών τους. Τα στοιχεία αυτά συσχετίστηκαν και με τον γεωαναφερμένο χάρτη του 1953/54.

Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται το μωσαϊκό όλων των καννάβων, με τους βαθύτερους ανακλαστήρες (οριζοντιογραφίες 1-1,5m) ενώ ταυτόχρονα φαίνονται και τα πιο σημαντικά κτίρια που είναι αποτυπωμένα στον ιστορικό χάρτη του 1953/54.

Πιο αναλυτικά, στο βόρειο τμήμα της περιοχής (κάνναβοι G8-G89, G1 και G13) παρατηρούνται κυρίως τα δίκτυα κοινής ωφέλειας, κάτι το οποίο συμβαίνει και με τους περισσότερους καννάβους που διερευνήθηκαν. Οι σωλήνες των δικτύων φαίνονται καθαρά στα ραδιογράμματα του γεωραντάρ (Εικόνα 7) και αποτυπώνονται επίσης και στις οριζοντιογραφίες με αυξανόμενο βάθος. Υπάρχουν κυρίως δύο είδη δικτύων, ένα το οποίο βρίσκεται σε ένα βάθος περίπου 2m από την επιφάνεια των δρόμων και ένα άλλο που βρίσκεται πιο επιφανειακά, περίπου 0.5-1m από την επιφάνεια των δρόμων. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι συγκεκριμένοι σωλήνες έδωσαν πολλαπλές ανακλάσεις στα ραδιογράμματα που παρήχθησαν και πολλές φορές επισκίασαν τις βαθύτερες ανακλάσεις. Επίσης, η υπογραφή των ανακλάσεων που οφείλεται στις σωληνώσεις δεν είναι ομοιογενής, αλλά πολλές φορές παρουσιάζει διακοπές στην πορεία των σωληνώσεων. Τα δίκτυα διατρέχουν τον μεγάλο άξονα της διεύθυνσης των δρόμων και σε πολλές περιπτώσεις φαίνονται οι διακλαδώσεις τους που

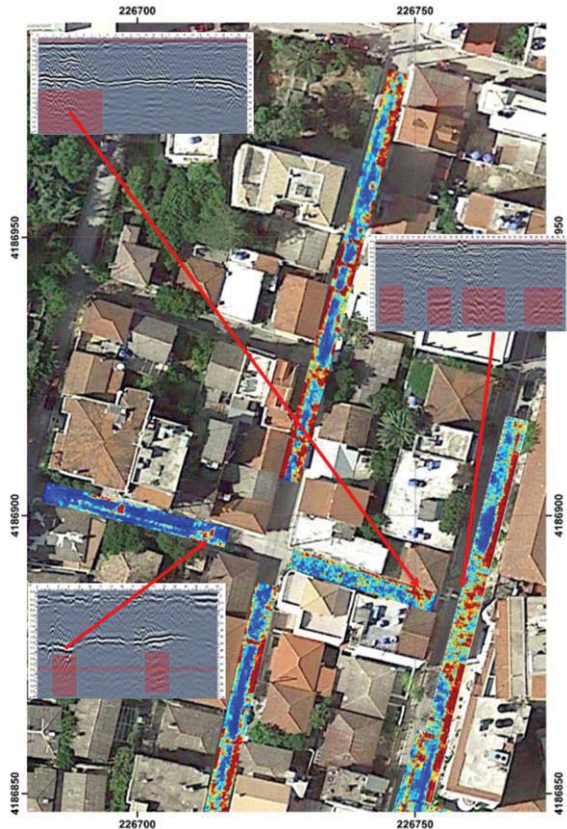
απολήγουν στα φρεάτια που έχουν τους μετρητές και τα οποία καλύπτονται από μεταλλικό καπάκι. Η καταγραφή αυτών με μονάδες GPS ήταν χρήσιμη για να δούμε ποιες από τις κάθετες γραμμικές ανωμαλίες που προέρχονται από τα κεντρικά δίκτυα απολήγουν σε αυτές. Από τους ανακλαστήρες που καταγράφηκαν σε κάθε περιοχή, τα επιφανειακά σήματα οφείλονται κυρίως στις νεότερες επεμβάσεις. Υπάρχουν όμως κάποιοι μεγάλοι πλάτους ισχυροί ανακλαστήρες οι οποίοι παρουσιάζονται σε διάφορα τμήματα των καννάβων G1, G9 και G13 σε μεγαλύτερα βάθη τα οποία μπορούν να συσχετισθούν με την παρουσία θεμελίων παλαιότερων κτιρίων (Εικόνα 7: κόκκινα τετράγωνα). Η ερμηνεία των ανακλαστήρων παρουσιάζεται στην Εικόνα 8 όπου φαίνονται δύο κύριες περιοχές βαθιών έντονων ανακλαστήρων.



Εικόνα 6. Μωσαϊκό οριζόντιων τομών του γεωραντάρ για βάθη 1-1,5m. Στον συγκεκριμένο χάρτη έχουν σημειωθεί τα πιο σημαντικά κτίρια που είναι αποτυπωμένα στον ιστορικό χάρτη του 1953/54.

Στο νότιο τμήμα της περιοχής, σε οικόπεδο επί των οδών Χιώτη και Δελάζαρη, ανασκαφές που διεξήχθησαν από την Εφορεία Αρχαιοτήτων Ζακύνθου (υπό την εποπτεία της Διευθύντριας Χ. Μερκούρη) έφεραν στο φως τοιχοδομές Ελληνιστικής περιόδου, ένα τάφο Βυζαντινής περιόδου και δύο Ενετικά πηγάδια. Δοκιμαστικές μετρήσεις έγιναν σε διάφορα επίπεδα εντός της ανασκαφής, στο βόρειο τμήμα της οποίας φαίνεται

να υπάρχει εγκάρσιος τοίχος σε βάθος περίπου 70-120cm από το τότε υφιστάμενο ανασκαμμένο επίπεδο. Στο νότιο τμήμα της ίδιας ιδιοκτησίας, οι μετρήσεις του γεωραντάρ που έγιναν στο μη ανασκαμμένο επίπεδο υποδεικνύουν την ύπαρξη ενός έντονου ανακλαστήρα σε βάθος περίπου 2.5m από την επιφάνεια του πατώματος του κτιρίου. Γενικά, η συσχέτιση των μετρήσεων του γεωραντάρ με τα αποτελέσματα των ανασκαφών έδωσε σημαντικές πληροφορίες για το βάθος των αναμενόμενων στόχων.

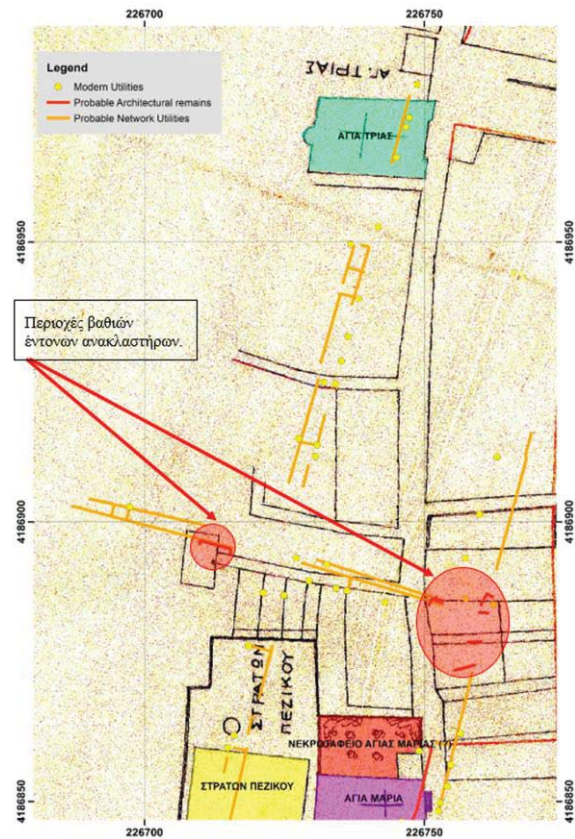


Εικόνα 7. Μωσαϊκό οριζόντιων τομών του γεωραντάρ από το βόρειο τμήμα της περιοχής ενδιαφέροντος.

Παρόμοιο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι δρόμοι περιμετρικά της ανασκαφής (νότιο τμήμα της οδού Χιώτη και δυτικό τμήμα της οδού Δελάζαρη). Μεγάλου πλάτους ανακλαστήρες εντοπίστηκαν σε βάθη πάνω από 2.4m, και ιδιαίτερα στην αρχή του καννάβου G4 (επί της οδού Χιώτη) και κατά μήκος όλης της έκτασης της οδού Δελάζαρη (κάνναβος G11). Γενικά η περιοχή παρουσιάζει ενδιαφέρον και οι σημαντικού πλάτους βαθιές ανακλάσεις βρίσκονται σε συμφωνία με τα βάθη των αρχιτεκτονικών δομών που εντοπίστηκαν στην ανασκαφή.

Υπάρχουν ακόμα περισσότερα σημεία στην ίδια περιοχή, όπως για παράδειγμα, στον κάνναβο G15, που ενδέχεται να σχετίζονται με βαθιά αρχιτεκτονικά ερείπια. Επίσης κάποιοι έντονοι ανακλαστήρες εμφανίζονται στην θέση που φαίνεται να ήταν

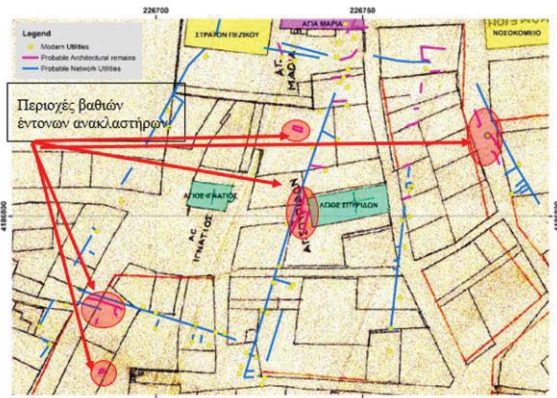
κτισμένος ο Άγιος Σπυρίδωνας. Η ερμηνεία των ανακλαστήρων παρουσιάζεται στις Εικόνες 9 και 10.



Εικόνα 8. Ερμηνεία γεωφυσικών αποτελεσμάτων από το βόρειο τμήμα της περιοχής ενδιαφέροντος και υπέρθεση στον χάρτη του 1953/54.

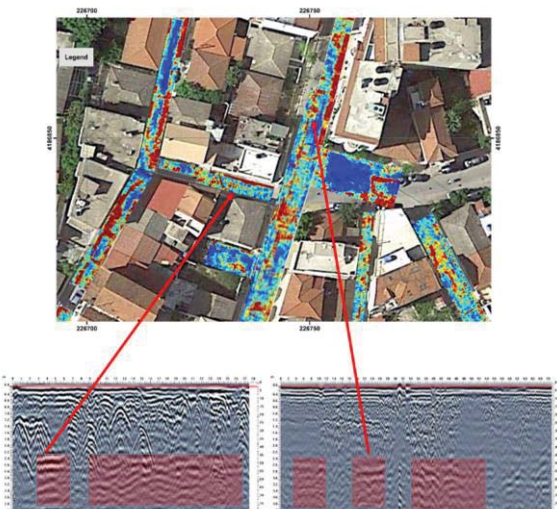


Εικόνα 9. Ερμηνεία γεωφυσικών αποτελεσμάτων. Μωσαϊκό οριζόντιων τομών του γεωραντάρ από το Νότιο τμήμα της περιοχής ενδιαφέροντος.



Εικόνα 10. Ερμηνεία γεωφυσικών αποτελεσμάτων από το Νότιο τμήμα της περιοχής ενδιαφέροντος και υπέρθεση της διαγραμματικής ερμηνείας αυτών στον χάρτη του 1953/54.

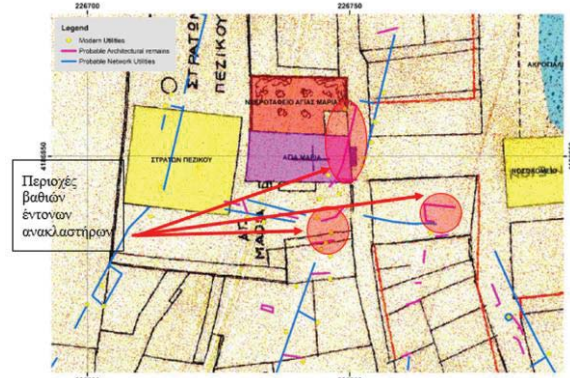
Οι ενδείξεις του γεωραντάρ στο κεντρικό τμήμα της περιοχής δεν διαφοροποιούνται και πολύ από τις υπόλοιπες. Και πάλι, οι μετρήσεις έχουν επηρεαστεί από τα υπεδάφεια δίκτυα κοινής ωφέλειας. Εστιάζοντας την προσοχή μας όμως στα μεμονωμένα ραδιογράμματα και στις βαθιές μεγάλου πλάτους ανωμαλίες (οι οποίες διατηρούν ένα παρόμοιο βάθος με τις προηγούμενες), μπορούμε να εντοπίσουμε κάποιες περιοχές που χρίζουν μεγαλύτερης προσοχής (Εικόνα 11). Πιο συγκεκριμένα, στον κάνναβο G10 (δυτικό τμήμα της οδού Κολοκοτρώνη) και στο τμήμα του καννάβου G13 (οδός Κολυβά) που βρίσκεται απέναντι από το ξενοδοχείο Palatino, έχουμε ένα μεγάλο αριθμό από βαθιές ανακλάσεις μεγάλου πλάτους που μπορούν να συσχετισθούν με παλαιότερες αρχιτεκτονικές θεμελιώσεις. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη περιοχή εμπίπτει ανατολικά της θέσης στην οποία έχει προσδιοριστεί η θεμελίωση της εκκλησίας Santa Maria delle Grazie.



Εικόνα 11. Μωσαϊκό οριζόντιων τομών του γεωραντάρ από το κεντρικό τμήμα της περιοχής ενδιαφέροντος. Στα αντίστοιχα ραδιογράμματα

φαίνονται οι ενδεικτικές μεγάλου πλάτους βαθύτερες ανωμαλίες που μπορούν να συσχετισθούν με παλαιότερες θεμελιώσεις κτηρίων.

Παρόμοιο ενδιαφέρον παρουσιάζει και ο κάρναβος G16, νότια του ξενοδοχείου Palatino, στο ανατολικό τμήμα του οποίου φαίνεται μία έντονη ορθογώνια ανωμαλία (δείτε την Εικόνα 5), η οποία επεκτείνεται σε ένα εύρος βάθους 1.3-1.8m. Η ερμηνεία των ανακλαστήρων παρουσιάζεται στην Εικόνα 12.

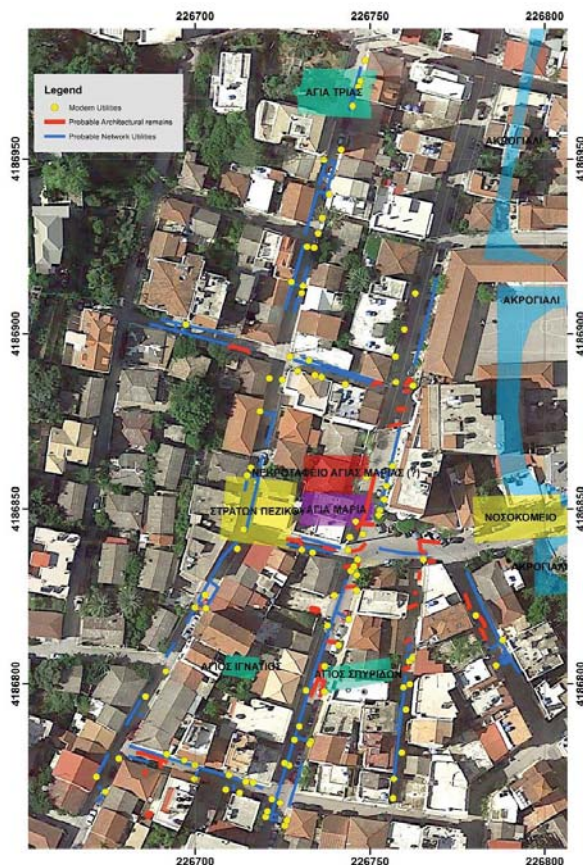


Εικόνα 12. Ερμηνεία των γεωφυσικών αποτελεσμάτων από το κεντρικό τμήμα της περιοχής ενδιαφέροντος και υπέρθεση αυτών στον χάρτη του 1953/54.

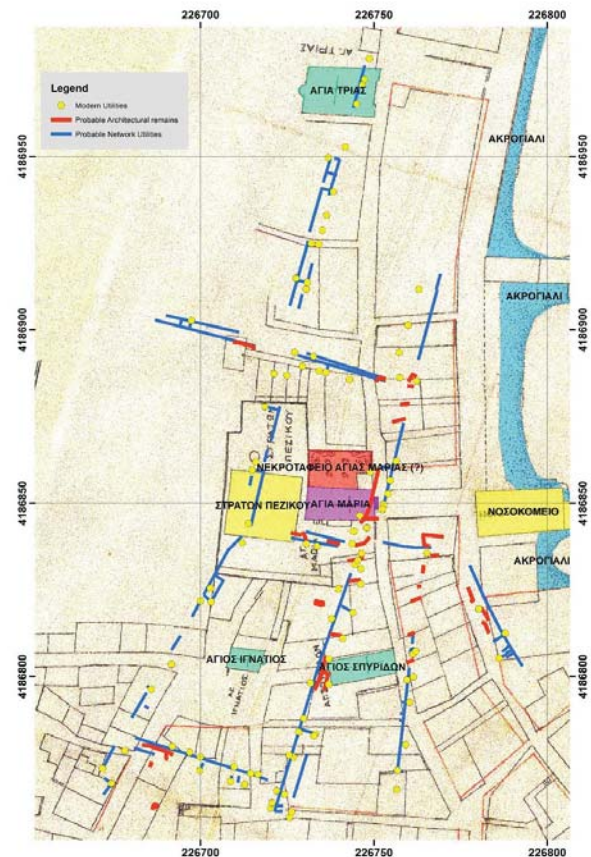
4. Τελικά Συμπεράσματα

Η μέθοδος του γεωραντάρ αποδείχθηκε ως η πλέον ικανοποιητική για να δώσει ένα μεγάλο αριθμό υπεδάφειων ενδείξεων μέσα σε ένα αρκετά θορυβώδες και διαταραγμένο εδαφικό πλαίσιο στο αστικό περιβάλλον της πόλης της Ζακύνθου. Αρκετοί ανακλαστήρες εντοπίστηκαν σε διαφορετικά τμήματα των οδών που διερευνήθηκαν γύρω από την περιοχή στην οποία φαίνεται να υπήρχε η εκκλησία Santa Maria delle Grazie και το νεκροταφείο αυτής. Μία συγκέντρωση ανακλαστήρων επάνω στο βόρειο τμήμα της οδού Κολυβά συμπίπτει με το δυτικό τμήμα της εκκλησίας του Αγίου Σπυριδώνα. Βορειότερα, στην συμβολή των οδών Κολοκοτρώνη και Κολυβά, εντοπίστηκαν παρόμοια χαρακτηριστικά, χωρίς όμως να μπορούμε να συνάγουμε με βεβαιότητα ότι οι ανακλαστήρες αυτοί συμπίπτουν με την ανατολική πλευρά της εκκλησίας Santa Maria delle Grazie, αν και όπως προσδιορίζεται από την γεωαναφορά των ιστορικών χαρτών πριν τον σεισμό του 1953, θα πρέπει να εμπίπτει στην μέση της οδού Κολυβά, απέναντι από το ξενοδοχείο Palatino. Σε κάθε περίπτωση, οι παραπάνω ενδείξεις μαζί με ένα μικρό αριθμό άλλων που παρουσιάζονται στις Εικόνες 13 και 14, διαφοροποιούνται από τις νεότερες επεμβάσεις και είναι πολύ πιθανόν να οφείλονται σε προγενέστερες κατασκευές (μη καλά διατηρημένες θεμελιώσεις ή ακόμα και συγκεντρώσεις από οικοδομικά υλικά).

Μπορεί οι γεωφυσικές έρευνες και γενικότερα η μέθοδος της γεωπληροφορικής να μην έδωσαν την προσδοκώμενη επιβεβαίωση για τον τάφο του Andreas Vesalius, αλλά προσέφεραν πολύτιμες πληροφορίες για την αποτύπωση του χώρου πριν στον σεισμό του 1953 που ισοπέδωσε τα περισσότερα κτήρια της πόλης και δεν άφησε σαφείς ενδείξεις για την θέση της εκκλησίας Santa Maria delle Grazie. Όμως η προσέγγιση που έγινε με τις συγκεκριμένες τεχνικές σε συνδυασμό με την αρχαική έρευνα που προηγήθηκε, ιδιαίτερα από τον Theo Dirix, έδωσε χρήσιμες πληροφορίες για το χωρικό πλαίσιο στο οποίο ανήκε αυτή τροφοδοτώντας ακόμα περισσότερο το ενδιαφέρον για την ιστορική διαδρομή και την ανεύρεση του τάφου του διάσημου αυτού Βέλγου ανατόμου.



Εικόνα 13. Ερμηνεία γεωφυσικών αποτελεσμάτων και υπέρθεση των κύριων ανακλαστήρων στην δορυφορική εικόνα του Google Earth.



Εικόνα 14. Ερμηνεία γεωφυσικών αποτελεσμάτων και υπέρθεση των κύριων ανακλαστήρων στον χάρτη του 1953/54.

Αναφορές/References

Biesbrouck M. & Steeno O., 2010. The Last Months of Andreas Vesalius. Part I. From Monzon (Aragon) to Jerusalem, *Vesalius - Acta Internationalia Historiae Medicinae* 16(2), 100-106.

Biesbrouck M. & Steeno O., 2012. The Last Months of Andreas Vesalius. Part II. From Jerusalem to Zakynthos (Zante), *Vesalius - Acta Internationalia Historiae Medicinae* 17(1), 30-34.

Biesbrouck M., Goddeeris T. & Steeno O., 2012. The Last Months of Andreas Vesalius: A Coda, *Vesalius - Acta Internationalia Historiae Medicinae* 18(2), 70-75.

Biesbrouck M., 2014. The Last Months of Andreas Vesalius. Andreas Vesalius Voyage to Jerusalem, Paper presented at the Conference "Vesalius Continuum. Commemorating the 500th Anniversary of Andreas Vesalius", Zakynthos (Greece), 4-8 September 2014.

Dirix T., 2014. *In Search of Andreas Vesalius. The Quest for the Lost Grave*, Leuven: Lannoo Campus.

Déderix S. & Plessas P., 2014. "A Geographical Information System (GIS)". In: Dirix T., *In Search of Andreas Vesalius. The Quest for the Lost Grave*, Leuven: Lannoo Campus, p. 135-138.

Déderix S., Plessas P., Dirix T., Driessen J. & Sarris A., 2014. “The Quest for the grave. A GIS of the Vicinity of the Church of Santa Maria delle Grazie”, Paper presented at the Conference “Vesalius Continuum. Commemorating the 500th Anniversary of Andreas Vesalius”, Zakynthos (Greece), 4-8 September 2014.

Κατραμής Ν., 1880. *Φιλολογικά Ανάλεκτα Ζακύνθου*, Zakynthos.

Manataki, M., Sarris, A., Donati, J.C., Cuenca Garcia, C., & Kalayci, T. 2015. “GPR: Theory and Practice in Archaeological Prospection”. In: Sarris A. (ed.), *Best Practices of Geoinformatic Technologies for the Mapping of Archaeolandscapes*, Oxford: Archaeopress, p. 13-24.

Zuallardo G., 1595. *Il devotissimo Viaggio di Gierusalemme*, Rome.

Ζώης Λ., 1963. *Λεξικόν Ιστορικών και Λαογραφικών Ζακύνθου*, vol. 1, Zakynthos.